

MINISTÈRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

UNIVERSITÉ SAAD DAHLAB – BLIDA

N°



FACULTÉ DE MÉDECINE DE BLIDA  
DÉPARTEMENT DE MÉDECINE DENTAIRE

## Mémoire de Fin d'Étude pour l'Obtention du Diplôme de Docteur en Médecine Dentaire

Intitulé

### L'apport de l'aide Optique en Odontologie Conservatrice et Endodontie

Présenté et soutenu publiquement en Juillet 2018  
par

- ABDELOUAHAD Nor El houda
- AMEUR Somia
- CHAHED Sabrina
- HADJ MELIANI Issam
- HAMAMOUCHE Sara

Promotrice : Pr Z. HADJI-OULD ROUIS

Devant le Jury composé de :

Président : Dr M.SAHI  
Examinatrice : Dr A.ZAIDI

Année 2017-2018

MINISTÈRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

UNIVERSITÉ SAAD DAHLAB – BLIDA

N°



FACULTÉ DE MÉDECINE DE BLIDA  
DÉPARTEMENT DE MÉDECINE DENTAIRE

## Mémoire de Fin d'Étude pour l'Obtention du Diplôme de Docteur en Médecine Dentaire

Intitulé

### L'apport de l'aide Optique en Odontologie Conservatrice et Endodontie

Présenté et soutenu publiquement en Juillet 2018  
par

- ABDELOUAHAD Nor El houda
- AMEUR Somia
- CHAHED Sabrina
- HADJ MELIANI Issam
- HAMAMOUCHE Sara

Promotrice : Pr Z. HADJI-OULD ROUIS

Devant le Jury composé de :

Président : Dr M.SAHI  
Examinatrice : Dr A.ZAIDI

Année 2017-2018

*« La nécessité est mère de l'invention »*

– PLATON –

*Remerciement :*

*On remercie dieu le tout puissant de nous avoir donné la santé et la volonté d'entamer et de terminer ce mémoire.*

*Tout d'abord, ce travail ne serait pas aussi riche et n'aurait pas pu voir le jour sans l'aide et l'encadrement de*

***M<sup>me</sup> le Pr Z. HADJI-OULD ROUIS***

*Nous tenons à la remercier très chaleureusement pour nous permettre de bénéficier de son encadrement,*

*Et pour les conseils qu'elle nous a prodigués, la patience, la confiance qu'elle nous a témoignés, ont été déterminants dans la réalisation de notre travail de recherche.*

*Nos vifs remerciements vont également aux membres du jury; Nous sommes conscients de l'honneur que nous a fait **Dr M.SAHI** en étant président du jury et **Dr A.ZAIDI** d'avoir accepté d'examiner ce travail, et pour l'intérêt qu'ils ont porté à notre recherche en acceptant d'examiner notre travail et de l'enrichir par leurs propositions.*

*.Nos remerciement s'adresse également à tous nos enseignants pour leurs générosités et la grande patience, dont ils ont su faire preuve malgré leurs charges académiques et professionnelles durant les années des études.*

*Nos profonds remerciements vont également à toutes les personnes qui nous ont aidés et soutenue de près ou de loin.*



*Dédicace :*

*En préambule à ce mémoire nous remercions ALLAH qui nous aide et nous donne la patience et le courage durant ces longues années d'étude.*

*Nous souhaitons adresser nos remerciements les plus sincères aux personnes qui nous ont apporté leur aide et qui ont contribué à l'élaboration de ce mémoire ainsi qu'à la réussite de cette formidable année universitaire.*

*A ma chère mère, tu m'as comblé avec ta tendresse et affection tout au long de ma vie, tu n'as cessé de me soutenir et de m'encourager durant toutes les années de mes études, tu a toujours été présente à mes cotés pour me consoler quand il fallait. Reçoit ce travail en signe de ma vive reconnaissance et ma profonde estime.*

*Que dieu tout puissant te préserve, t'accorde la santé, bonheur, et te protège de tout mal.*

*A mon cher père, tu as su m'inculquer le sens de la responsabilité, de l'optimisme et de la confiance en soi face aux difficultés de la vie.*

*Tes conseils ont toujours guidé mes pas vers la réussite. Ta patience sans fin, ta compréhension et ton encouragement sont pour moi le soutien indispensable que tu as toujours su m'apporter. Je te dois ce que je suis aujourd'hui et ce que je serai demain et je ferai de mon mieux pour rester ta fierté et ne jamais te décevoir.*

*A mes chères sœurs FARAH et MANAL qui m'ont assisté dans ces moments difficiles, par leurs encouragements permanents, et leur soutien moral et qui n'ont cessé d'être pour moi des exemples de persévérance de courage et de générosité.*

*A toute ma famille et mes amies, surtout ma très chère amie ABDELOUAHAD Nor El houda pour leur soutien tout au long de mon parcours universitaire, Que ce travail soit l'accomplissement de vos vœux tant allégués, et le fruit de votre soutien infaillible,  
Merci d'être toujours là pour moi.*

*Puis je tiens à remercier notre promotrice : Pr Z. HADJI-OULD ROUIS pour la qualité de son encadrement exceptionnel, pour sa patience, sa rigueur, son précieux conseil et sa disponibilité durant notre préparation de ce mémoire.*

*Enfin, je tiens également à remercier toutes les personnes qui ont participé de près ou de loin à la réalisation de ce travail.*

*M<sup>lle</sup> HAMAMOUCHE sara*

*Je rends grâce à Dieu de m'avoir donné le courage, la volonté ainsi que la conscience  
d'avoir pu terminer mes études.*

*Je dédie ce modeste travail :*

*A mes très chers père et mère, pour toute leur tendresse et pour leurs nombreux  
sacrifices .Que dieu me les garde.*

*A tous ceux qui m'ont aidé de loin ou de près durant mes études.*

*A toute ma famille spécialement mes frères Ahmed, Abd el Kader, et Rafik, mes  
sœurs Samia, Faiza et Fatima ainsi qu'à tous mes oncles et tantes.*

*A tous les professeurs et enseignants qui ont collaboré à ma formation depuis Mon  
premier cycle d'étude.*

*A tous le personnel qui travaille au sein de la Clinique Zabana*

*A toutes mes amies, et tous mes amis de 6eme année*

*Médecine dentaire.*

*CHAHED SABRINA*

## *Dédicaces*

*Que ce travail témoigne de mes respects :*

***A mes chers parents,***

*Aucune dédicace ne saurait exprimer mon respect, mon amour éternel et ma considération pour les sacrifices que vous avez consenti pour mon instruction et mon bien être.*

*Je vous vous remercie pour tout le soutien et l'amour que vous me portez depuis mon enfance et j'espère que votre bénédiction m'accompagne toujours.*

*Que ce modeste travail soit l'exaucement de vos vœux tant formulés, le fruit de vos innombrables sacrifices, bien que je ne vous en acquitterai jamais assez.*

*Que dieu, le très haut, vous accorde santé, bonheur et longue vie et face en sorte que jamais je ne vous déçoive*

***A la mémoire de mon grand-père et ma grande mère,***

*J'aurais tant aimé que vous soyez présentes, Que la clémence de Dieu règne sur vous et que sa miséricorde apaise vos âmes...*

***A ma grande mère,***

*Qui m'a accompagné par ses prière, sa douceur, puisse dieu lui prête une longue vie et beaucoup de santé et bonheur dans les deux vies*

***A mes sœurs MAYESSA, SARIA et mes frères MUHAMMED et ABDULLAH MOUSSA,***

***A mes amies SAMIHA BEN MOKHTAR, KHADEDJA BOUCHERITE, NADIA SEDDIKI et HADJER BOURADJI,***

*Elles vont trouver ici le témoignage d'une fidélité et d'une amitié infinie.*

***A la mémoire de Mon cher médecin TALEB RACHIDE,***

***A mes professeurs,***

*Leur générosité et leur soutien m'oblige de leurs témoigner mon profond respect et ma loyale considération.*

*Une spéciale dédicace a cette personne qui compte déjà énormément pour moi, et pour qui je porte beaucoup de tendresse et de respect.*

***A TOI HM ISSAM / ALAA***

***AMEUR SOMIA***

## *Dédicaces*

*Tout d'abord, je tiens à remercier le bon Dieu le tout Puissant de m'avoir donné la force et le courage de mener à bien ce modeste travail, également je remercie infiniment mes parents, qui m'ont encouragé et aidé à arriver à ce stade de ma formation.*

*A la mémoire de ma mère. J'aurai bien voulu que tu sois parmi nous en ce jour mémorable. Que la clémence de Dieu règne sur toi et que sa miséricorde apaise ton âme...*

### *Je dédie ce travail*

*À mes chers parents qui peuvent trouver ici le résultat de longues années de sacrifices. Merci pour les valeurs nobles, les conseils précieux, l'éducation, le soutien permanent venu de vous, et votre assistance et présence dans ma vie. Que dieu vous protège, vous procure bonne santé et longue vie, que la réussite soit toujours à ma portée pour que je puisse vous combler de bonheur.*

*Pour celle que j'aime beaucoup et qui m'a soutenue tout au long de ce projet : ma femme **AMEUR SOMIA**, et bien sûr A mes frères **OUSSAMA** et **NASSIM**, ma chère petite sœur **LINA**.*

*A toute ma famille,*

*A Mes Chers Amis Et Collègues,*

*A tous mes enseignants tout au long de mes études,*

*A tous ceux qui me sont chers et que j'ai omis de citer. Et à tous ceux qui ont contribué de près ou de loin pour que ce projet soit possible, je vous dis **Merci**.*

***HADJ MELLANI ISSAM***

## ***Dédicace***

***Avant tous je commence par remercier DIEU pour m'avoir donné la force et la conscience dans les moments difficiles d'éditer ce mémoire.***

*Je dédie ce mémoire à*

***Ma mère***, qui a œuvré pour ma réussite, de part son amour, son soutien, tous les sacrifices consentis et ses précieux conseils, pour toute son assistance et sa présence dans ma vie, reçois à travers ce travail aussi modeste soit-il, l'expression de mes sentiments et de mon éternelle gratitude.

***Mon père***, qui peut être fier et trouver ici le résultat de longues années de sacrifices et de privations pour m'aider à avancer dans la vie. Puisse Dieu faire en sorte que ce travail porte son fruit ; Merci pour les valeurs nobles, l'éducation, les sacrifices et le soutien permanent venu de toi.

***Que Dieu vous préserve santé et longue vie.***

Mon frère ***DHAYOU*** ; mes sœurs ***ZANOUBIA*** et ***MARMAR*** ; je remercie également tous les membres de ma famille qui m'ont soutenue durant tous mon cursus, mes tantes mes oncles mes cousines et mes cousins.

Je tiens à remercier la famille de mon oncle ***LAKHDDHER*** ; ma tante ***MBARKA***, sa fille et ses fils chacun en son nom pour leurs bon accueil et soutien.

***Je vous dis que je vous aime tous et que dieu vous protège et vous garde pour moi.***

À mes chères amies ***BOUABDELLAH IMANE***, ***BERKANE HIBA***, ***DEKAR SAMRA*** je vous remercie tous pour votre aide et votre soutien et même votre attention durant toute l'année et votre fidélité pour notre amitié, puisse ce travail témoigne de ma profonde affection et de ma sincère estime.

Je remercie M<sup>R</sup> ***KHALIL BOUDJEMLINE*** pour son soutien et sa générosité de m'avoir permis de faire mes stages au sein de l'établissement qu'il dirige ainsi que toutes personnes qui travaillent là-bas et qui m'ont aidé dans ma formation.

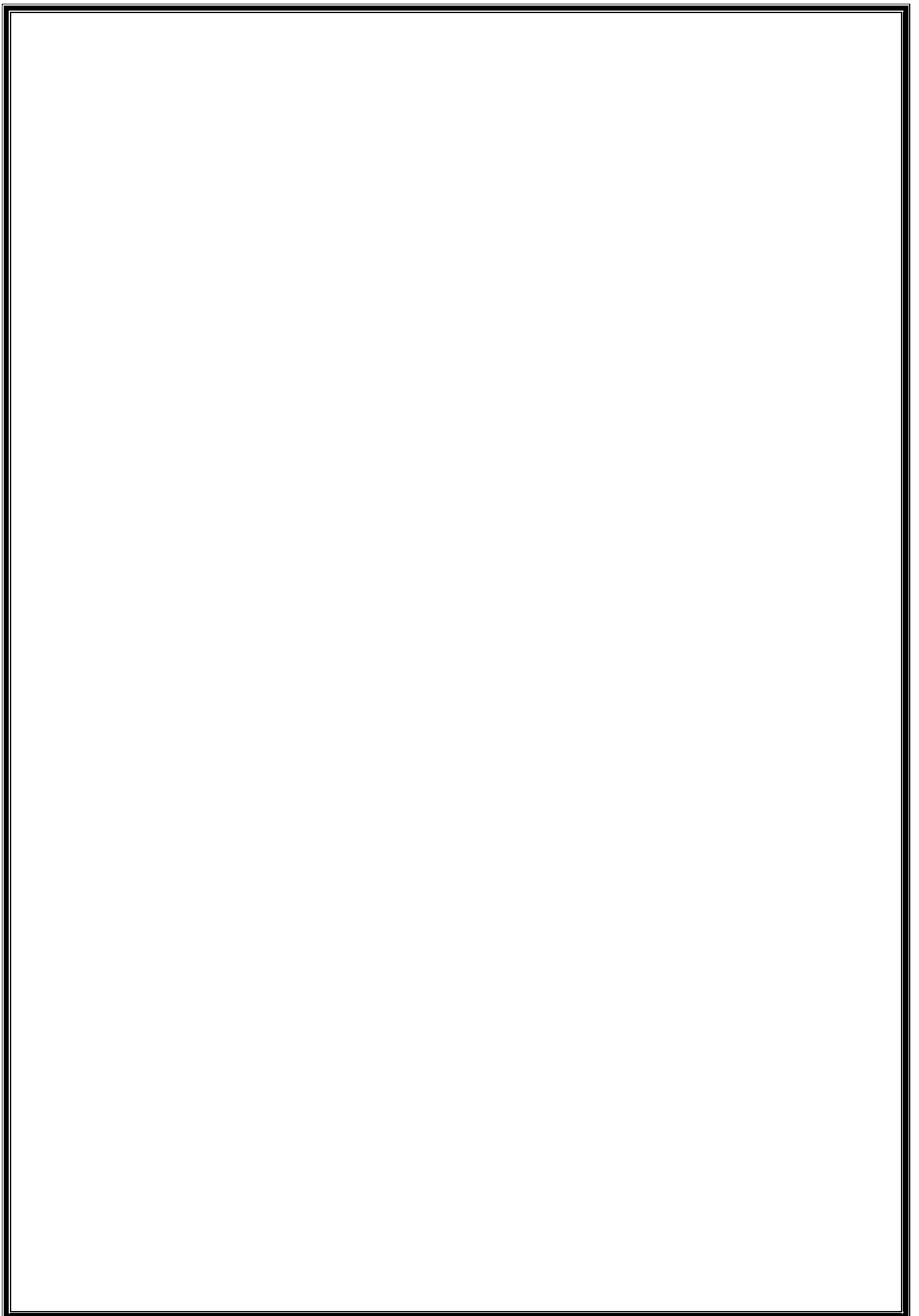
Un dédicace spéciale pour ma chère amie ***SARA HAMAMOUCHE « SARSOURTI »*** je te dis que tu es plus qu'une amie tu es une sœur pour moi merci d'être toujours à mes côtés ; notre amitié fait déjà 6 ans durant lesquelles on a partagé de bonnes et de mauvaises souvenirs, de la joie et de la souffrance et inshallah cette amitié resteras pour éternité

***Ce travail est un témoignage de mon attachement et de mon amour pour une personne qui était toujours avec moi durant tous mon cursus à :***

***AMINE GASMI..*** je te remercie pour ton encouragement et ton soutien moral et financier. Tu es la bouffée d'oxygène qui me ressourçait dans les moments pénibles, de solitude et de souffrance. Merci d'être toujours à mes côtés, par ta présence, par ton amour dévoué et ta tendresse.

***Je prie dieu le tout puissant pour qu'il te donne bonheur et prospérité et pour qu'il te garde pour moi.***

***ABDELOUAHAD NOR ELHOUDA***



---

# Sommaire

1. Introduction .....	04
2. Objectifs .....	04
3. Historique .....	04
3.1. L'apparition de la microchirurgie en général.....	04
3.2. Histoire du microscope en médecine dentaire.....	05
4. Généralités .....	06
4.1. Quelques définitions d'optique .....	06
4.2. Caractéristiques physiologiques et physique de l'optique.....	07
4.2.1. L'œil.....	07
4.2.2. Formation d'une image.....	09
4.2.3. Paramètres de la vision.....	10
4.3. Principes généraux des systèmes optiques.....	15
5. Les aides visuelles en odontologie conservatrice – endodontie.....	17
5.1. Définition des aides optiques .....	17
5.2. Les loupes simples ou lunettes loupes.....	18
5.3. Les téléloupes ou les loupes binoculaires.....	18
5.3.1. Partie optique.....	18
5.3.2. Partie mécanique.....	19
5.3.2.1. Support.....	19
5.3.2.2. Systèmes de fixation.....	20
5.3.2.3. Eclairage.....	21
5.3.3. Entretien.....	22
5.3.4. Critères de choix d'une loupe.....	23
5.4. Le microscope opératoire.....	26
5.4.1. La Partie optique.....	26
5.4.1.1. Objectif .....	27
5.4.1.2. Les prismes de grossissement .....	27
5.4.1.3. La mise au point.....	27
5.4.1.4. La tête binoculaire.....	28
5.4.2. La Partie mécanique .....	28
5.4.2.1. Le bras pantographique .....	28
5.4.2.2. Le statif.....	29

5.4.3. L'éclairage .....	29
5.4.4. Entretien .....	29
5.4.5. Les critères de choix des aides optique .....	30
5.4.6. Caractéristiques des loupes et des microscopes opératoires.....	30
5.5. Dispositifs d'observation .....	31
5.5.1. L'endoscopie .....	31
5.5.2. Optique complémentaire.....	32
5.5.3. Appareil numérique et écrans .....	33
6. Apport des aides optiques en odontologie conservatrice .....	34
6.1. Diagnostic .....	34
6.1.1. Détection précoce des caries.....	34
6.1.2. Diagnostic des fêlures et fractures.....	35
6.2. Préparation peu invasive des cavités d'obturation sous aides optiques.....	37
6.3. Restauration précise .....	37
7. Apport des aides optiques en endodontie .....	38
7.1. Traitement orthograde de première intention .....	38
7.1.1. La pose de la digue.....	38
7.1.2. Réalisation de la cavité d'accès .....	38
7.1.3. Localisation des orifices canalaires .....	40
7.1.4. Mise en forme canalair.....	41
7.1.5. Obturation Canalair sous aides optiques .....	42
7.1.6. Traitement des résorptions .....	43
7.2. Traitement orthograde de seconde intention (non chirurgicale).....	44
7.2.1. Apport du MO après accident de parcours lors du traitement ultérieur.....	44
7.2.1.1. L'oubli d'un canal .....	45
7.2.1.2. Perforation .....	45
7.2.1.3. La butée .....	47
7.2.1.4. Les obstacles intracanalaires.....	47
7.2.1.4.1. Désobturation des matériaux d'obturation initiale.....	48
7.2.1.4.2. Désobturation des restaurations corono- radiculaires.....	48
7.2.1.4.3. Retrait d'instrument fracturé.....	49
7.2.2. Complexité anatomique .....	51
7.3. Apport des aides optiques en Odontologie pédiatrique .....	52
7.4. Apport des aides optiques dans la chirurgie endodontique.....	52



7.4.1. La chirurgie endodontique apicale.....	52
7.4.1.1. La visibilité.....	52
7.4.1.1.1. Le grossissement .....	52
7.4.1.1.2. L'éclairage .....	52
7.4.1.1.3. Nécessité d'hémostase.....	52
7.4.2. Techniques actuelles de la chirurgie endodontique .....	52
7.4.2.1. L'Anesthésie.....	53
7.4.2.2. L'Incision et le Lambeau.....	53
7.4.2.3. L'Ostéotomie.....	53
7.4.2.4. L'exérèse de la lésion .....	53
7.4.2.5. La résection apicale.....	54
7.4.2.6. Débridement canalaire.....	54
7.4.2.7. L'Obturation à rétro.....	56
7.4.2.8. La fermeture du site opératoire.....	57
7.4.3. Pronostic et résultats de la chirurgie endodontique sous MO.....	57
8. Développement d'instruments spécifiques.....	58
8.1. Instruments manuels et contre angles (micro instrumentations).....	58
8.2. Instruments ultrasonores .....	61
9. Impacts sur l'organisation du travail du médecin dentiste .....	61
9.1. Ergonomie.....	61
9.2. Posturologie et santé de travail .....	62
9.2.1. Position du praticien .....	62
9.2.2. Réglage du microscope et des loupes binoculaires.....	63
9.2.3. Position des mains.....	64
9.3. Ressources humaines.....	64
9.3.1. Travail à quatre mains.....	64
9.4. Communication et image de praticien.....	65
10. Discussion .....	65
11. Conclusion.....	68
12. Références bibliographiques	
13. Annexes	

---

## 1. Introduction

L'OCE est un art de micro-précision avec ses diverses thérapeutiques qui consistent essentiellement à travailler sur un système canalaire dont le volume ne dépasse pas quelques millimètres cube.

Cette petite taille du champ opératoire impose au praticien une attention et une concentration tout au long de la journée.

Malheureusement l'œil humain n'est pas adapté à ce type d'effort et encore moins de façon répétée et quotidienne ainsi qu'un plateau technique simple et conventionnel ne suffit pas pour avoir l'acuité visuelle et le degré de précision suffisants.

**Les systèmes de grossissement se sont imposés comme la solution idéale.**

La technologie optique a pu résoudre non seulement les problèmes de vision mais aussi les soucis de postures et apporter à notre profession plusieurs d'autres gains pour n'en citer que quelques-uns aujourd'hui le microscope et les loupes binoculaires font partie intégrante de l'arsenal thérapeutique du médecin dentiste.

L'endodontiste d'aujourd'hui pratique les soins les plus précis et meilleurs possible pour ses patients d'une façon moins fatigante avec un taux de réussite très élevé.

## 2. Objectifs de l'aide optique

- Avoir une vision des images réelles agrandie, nettes, sans aucune déformation.
- Permettre une précision, rapidité et confort dans notre pratique quotidienne en totale liberté.
- Favorise l'utilisation continue en évitant toute fatigue visuelle (l'endodontie).
- Permettre d'observer, enregistrer et partager des clichés photos et des films en haute définition.
- Améliorer notre champ de vision sur un terrain réduit pour plus de performance dans notre traitement.

## 3. Historique de l'aide optique

### 3.1. L'apparition de la microchirurgie en général

L'invention du microscope servit initialement pour des recherches para cliniques jusqu'en 1921 ou le chirurgien otologiste suédois Carl Olof Nylen l'utilisa au cours d'une intervention d'oreille. <sup>[1]</sup>

A la même époque HOLMEGREN suivit l'idée de son assistant et utilisa une loupe binoculaire opératoire.

Aussi Maurice Sourdille a été amené à concevoir le premier microscope véritablement conçu pour la microchirurgie qui fournit une distance de travail de 25 cm alors qu'au paravent les distances étaient plus courtes. <sup>[2]</sup>

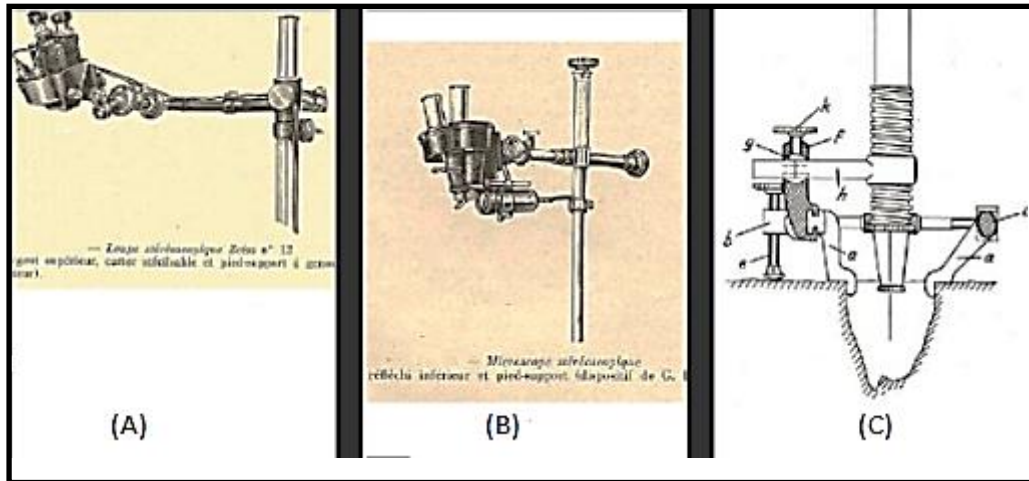


Fig. 1 : Le microscope: (A) de Sourdille, (B) de G. Hølemgren, (C) de Nylén Pearson [2]

Jacobson, en 1942 a développé les micros sutures vasculaires et les micros transplants. C'est Cobbett en Angleterre qui appliqua en 1969 l'usage du microscope à la transplantation lors de celle d'un gros orteil pour reconstruire un pouce amputé. En 1976, la microchirurgie digestive a été introduite et dominée par Germain. En 1974, Ostrup et Fridrickson ; débutèrent la reconstruction osseuse avec la microchirurgie. L'histoire de la microchirurgie venait de prendre son essor, elle sera précisée pour la reconstruction de l'extrémité cervico-faciale des membres du tronc, l'utilisation des lambeaux, des transplants osseux. [1]

### 3.2. Histoire du microscope en médecine dentaire

L'utilisation du microscope opératoire en odontologie a été proposée en France dès la fin des années 1960 par les docteurs Boussens et Duramen. [3]

Apotheker et Jako en 1978 réunissent leurs efforts et publient les premières études, et réalisent les premiers articles concernant l'utilisation du MO en chirurgie dentaire. [4]

C'est en 1981 qu'Apotheker introduit le premier microscope opératoire en odontologie, qui était mal configuré et mal équilibré sur un seul pied et qui présentait un seul agrandissement (x8), et une distance focale fixe de 250 mm, c'était un microscope dérivé de la chirurgie ophtalmologique et qui ne permettait pas une utilisation routinière : il n'a pas eu donc une acceptation au sein de la communauté dentaire surtout pour ses mauvaises qualités ergonomiques.

En 1991 Gary Carr a présenté un MO avec un optique Galiléen associé à un éclairage coaxiale, il avait un changeur de grossissement : 5 grossissements discrets (3.5x \_30x) avec un montage stable et équilibré, plafonnier ou murale, il était ergonomiquement conseillé pour les dentistes. [5]

D'autres endodontistes tels Ruddle Stopko et Kim vont promouvoir au cours des années 1990 l'endodontie microscopique, lors du traitement initial, du retraitement ortho grade ou du traitement endodontique chirurgical. En 1998 l'Association Américaine des Endodontistes (AAE) impose l'utilisation du microscope opératoire, au sein des programmes post-universitaires. [3]

---

## 4. Généralités

### 4.1. Quelques définitions d'optique

#### ➤ Optique physiologique

La vision est le phénomène par lequel l'être vivant intègre les informations venues du système visuel pour répondre à ses besoins. L'œil a pour rôle de capter les rayons lumineux, de les focaliser et enfin de projeter l'image sur la rétine qu'il renferme.

L'œil est donc assimilable à une lentille convergente située à une distance fixe d'un écran (rétine), va traiter la grande majorité de l'information visuelle, c'est la zone d'acuité maximale de l'œil. Le reste de la rétine participe à la vision périphérique ou nocturne. [6]

#### ➤ Optique géométrique

L'optique géométrique étudie la propagation de la lumière et la formation des images en utilisant la notion des rayons lumineux et les lois empiriques de propagation rectiligne, de réflexion et de réfraction. [7]

#### ➤ Absorption

Constitue le phénomène par lequel un matériau non totalement transparent atténue toute onde électromagnétique le traversant. [8]

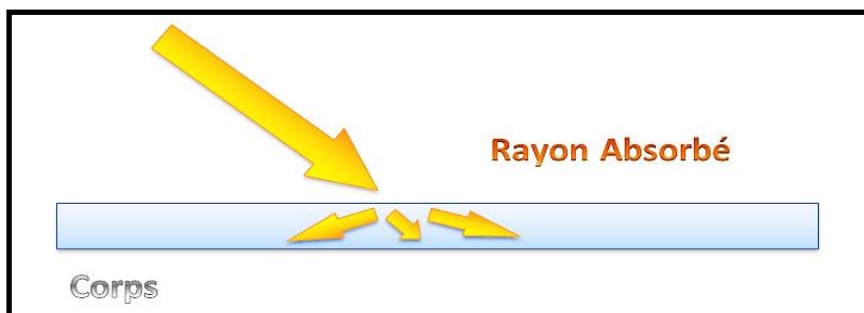


Fig. 2 : Phénomène d'absorption à travers un corps non transparent [9]

#### ➤ Diffraction

Modification des propriétés d'une onde lorsqu'on limite sa propagation par un obstacle (fente étroite par exemple). [10]

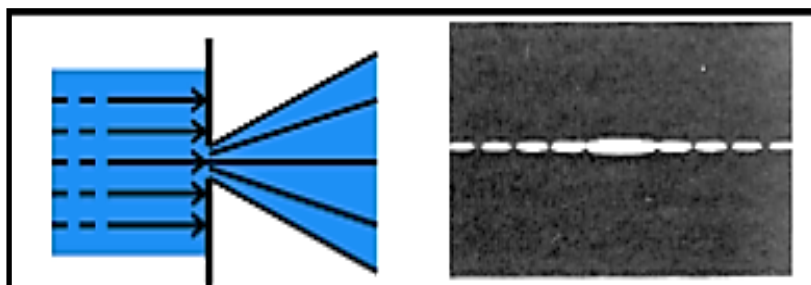


Fig. 3 : Phénomène de diffraction à travers une fente étroite et figure de diffraction observée sur un écran [11]

#### ➤ Diopre

C'est l'ensemble de deux milieux transparents, homogènes et isotropes, d'indices différents et séparés par une surface parfaitement lisse. [10]

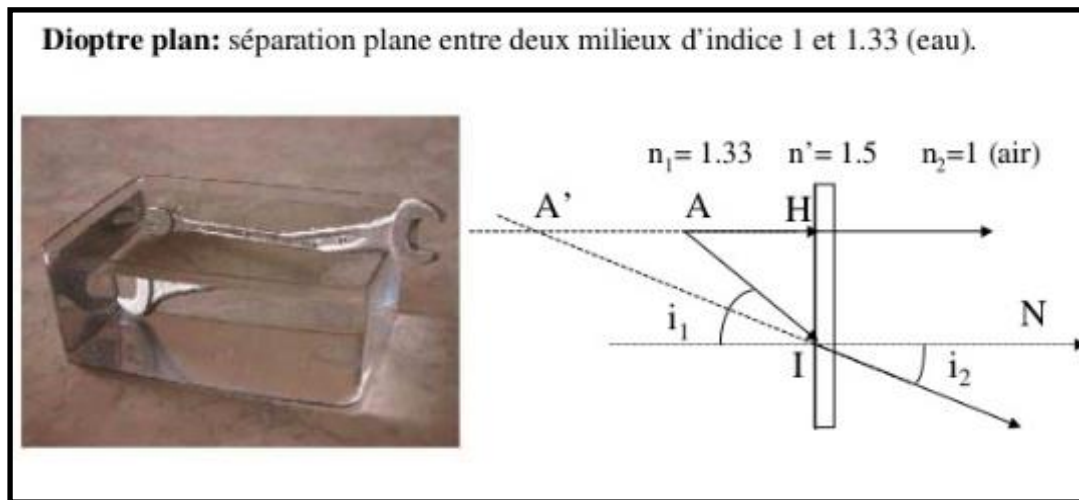


Fig. 4 : Illustration d'un dioptre Plan. [12]

➤ **Réflexion**

C'est la capacité que possède une surface lisse à réfléchir une partie des rayons lumineux avec un angle égal à l'angle d'incidence. [13]

➤ **Réfraction**

C'est la capacité que possède un milieu matériel isotrope homogène et transparent à dévier le trajet des rayons lumineux. [13]

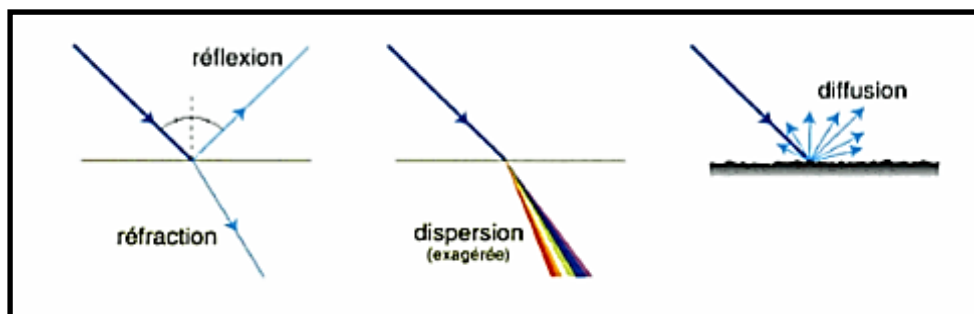


Fig. 5 : schéma de la réflexion, réfraction, dispersion et diffusion de la lumière [13]

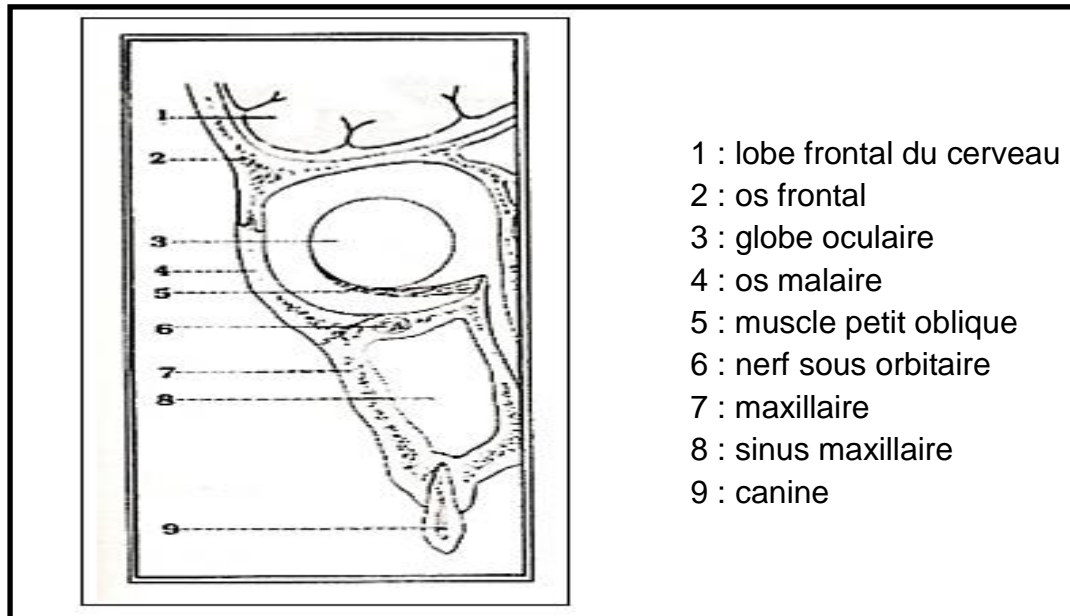
## 4.2. Caractéristiques physiologiques et physique de l'optique

### 4.2.1. L'œil

Connaître l'œil Humain et avoir quelques notions d'optiques physiologiques sont nécessaire pour comprendre le fonctionnement des différentes aides optiques. [14]

➤ **Situation dans l'orbite**

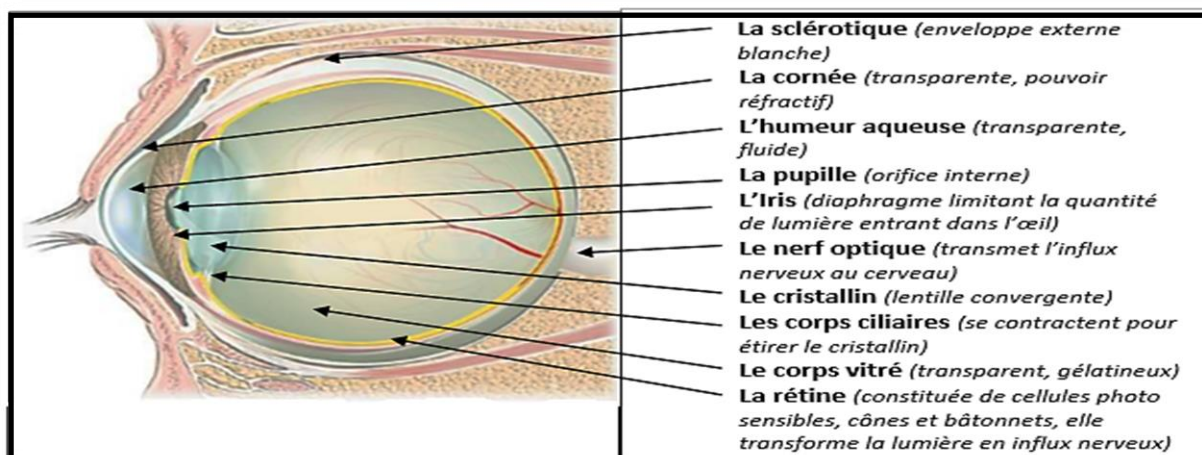
L'œil est une sphère en suspension dans l'orbite, il est relié au cerveau par le nerf optique. Les mouvements de translation lui sont interdits, mais il peut effectuer des mouvements de rotation grâce à des muscles permettant d'orienter le regard dans une infinité de directions, c'est ce que l'on appelle le champ visuel, qui peut atteindre 200°. La puissance de l'œil est égale à 59 dioptries (la dioptrie est une unité de vergence d'un system optique). Les mouvements oculaires sont parfaitement synchronisés, afin d'éviter de voir double. [14]



**Fig. 6 : Coupe frontale passant par la partie antérieure de la fosse nasale droite d'après Rougier et Maugery<sup>[14]</sup>**

### ➤ Anatomie de l'œil humain

L'œil est l'organe de la vision. Il est suspendu dans l'orbite par six muscles moteurs et relié au cerveau par le nerf optique. <sup>[15]</sup>



**Fig. 7 : coupe sagittale de l'œil <sup>[16]</sup>**

On peut alors comparer le globe oculaire à un appareil photo, le cristallin étant l'objectif, l'iris le diaphragme, la sclérotique le boîtier, le corps vitré la chambre noire et la rétine le film.

### ➤ Propriétés optiques de l'œil

Les milieux franchis par la lumière, avant d'atteindre la rétine, sont, dans l'ordre, la cornée, l'humeur aqueuse, le cristallin et le vitré. Ainsi sont traversés un certain nombre de dioptries successifs où se situent les phénomènes de réfraction: le dioptre cornéen antérieur, la face antérieure de la cornée et les dioptries cristalliniens antérieurs et postérieurs. L'intérieur du cristallin est donc une succession de dioptries. Le jeu des différentes couches du cristallin a un rôle important dans les phénomènes d'accommodation. <sup>[17]</sup>



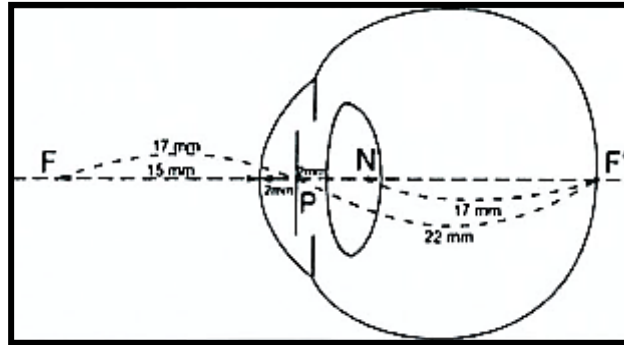


Fig. 8 : accommodation oculaire [17]

➤ **Limites de l'œil**

Malgré ses propriétés physiques extraordinaires, l'œil ne permet pas la visualisation de détails anatomiques nécessaires à la réalisation de certains actes endodontiques. De plus, le manque de lumière limite également les capacités visuelles de l'œil. Les progrès technologiques ont permis le développement de nombreux matériels qui permettent aujourd'hui une pratique microscopique de l'endodontie. [17]

**4.2.2. Formation d'une image**

➤ **Trajets de la lumière**

La lumière traverse l'œil de part en part : cornée, puis humeur aqueuse, pupille, cristallin, corps vitré, et pour finir, elle atteint la rétine ou elle est focalisée. L'œil est donc assimilable à une lentille convergente (cornée + cristallin), située à une distance fixe d'un écran (rétine), et dont la distance focale est variable. [18]

➤ **Formation d'une image**

La lumière parvenant à l'œil traverse différentes couches transparentes avant de parvenir aux cellules photo réceptrices. A chaque changement de milieu, l'image est légèrement modifiée et Le cristallin a pour rôle de faire converger les rayons lumineux sur les cellules photo réceptrices de la rétine. Elles produisent alors un influx nerveux, transmis via le nerf optique au cerveau qui, enfin, construira une image et l'associera à celle issue du deuxième œil. [19]

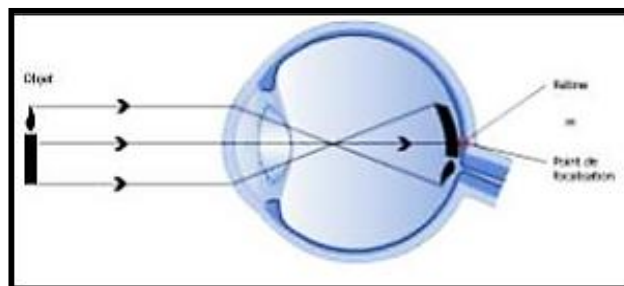


Fig. 9 : Trajet lumineux avec convergence des rayons sur la rétine [19]

➤ **Situation de l'image**

L'image donnée d'un objet est une image réelle renversée. Pour un œil normal (emmétrope), tous les rayons d'un objet situé à l'infini (au-delà de 5 mètres), arrivent parallèlement à l'axe de l'œil pour former sur la rétine une image inversée. [18]

➤ **Cerveau**

Il décode les informations transmises par le nerf optique sous la forme d'influx nerveux au niveau des aires visuelles se projetant sur la partie occipitale du cortex. [18]

### 4.2.3. Paramètres de la vision

#### ➤ L'acuité visuelle

C'est la capacité à voir nettement les objets, on parle de l'acuité visuelle dynamique lorsque le sujet et /ou la cible sont en mouvement et dans un environnement perturbant [20]

#### ➤ La perception des distances

C'est la capacité à évaluer le positionnement des objets dans l'espace (en mouvement ou non). [20]

#### ➤ Sensibilité ou contraste

C'est la capacité à suivre un objet en mouvement dans des ambiances lumineuses changeantes. [20]

#### ➤ Coordination œil/main, œil/Pied, œil/Corps

C'est la capacité à diriger et positionner son corps en fonction des informations visuelles reçues dans le but d'accomplir une tâche déterminée. [20]

#### ➤ La conscience du périphérique

C'est la capacité à rester concentré sur un objet tout en étant conscient de l'environnement qui nous entoure [20]

#### ➤ La mobilité oculaire

C'est la capacité à suivre les objets on mouvement. [20]

#### ➤ Le champ visuel

C'est la portion de l'espace vue par un œil regardant droit devant lui et immobile. Lorsque l'œil fixe un point, il est capable de détecter dans une zone d'espace limitée, des lumières, des couleurs et des formes. [21]

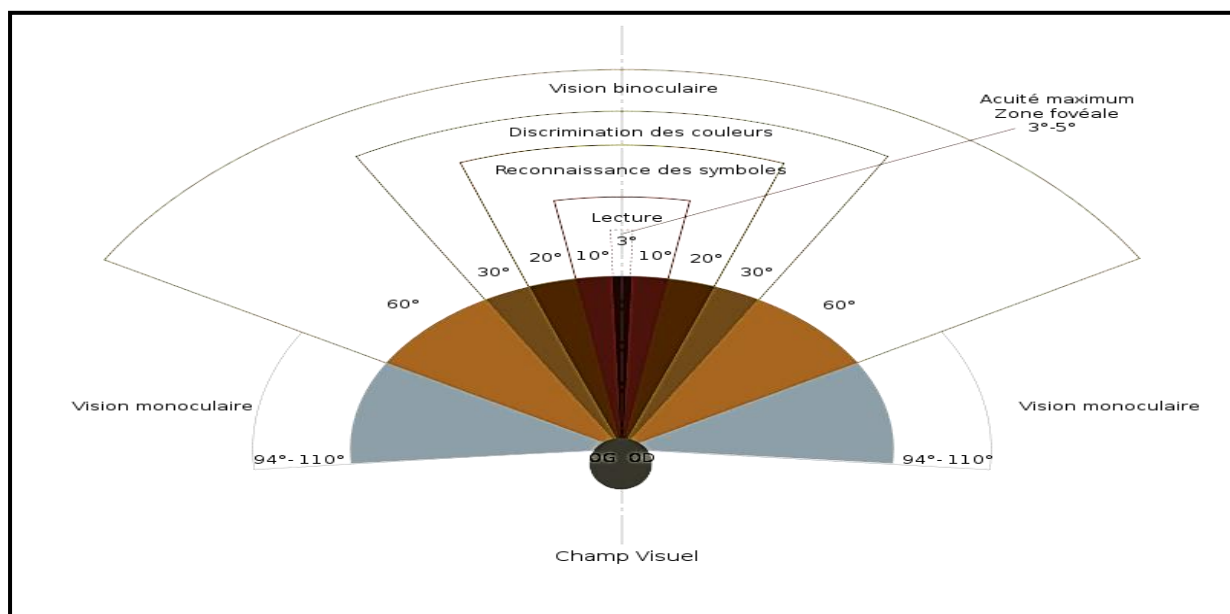


Fig. 10 : le champ visuel humain [22]



### ➤ La largeur du Champ

Il est défini par la dimension de la zone observée à travers les loupes. Il se caractérise par deux valeurs : une au début de la plage de netteté et une autre à la fin de la plage de netteté.

Un large champ de vision permet de voir une plus grande portion de travail. Ce dernier est le rapport entre le grossissement et la distance de travail. Un grossissement de X 2,5 peut balayer une zone d'environ 6cm de diamètre (toute la cavité buccale). A grossissement égal on choisit la loupe qui a la plus grande largeur de champs. [23]

### ➤ Contraste

La perception visuelle des formes nécessite la mise en œuvre d'une discrimination des variations de luminance, c'est-à-dire des contrastes. Dont la distribution spatiale constitue l'image rétinienne. [24]

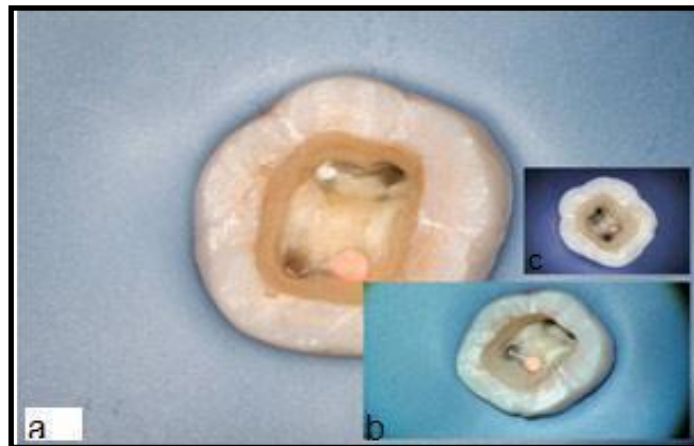


Fig. 11 : comparaison de contraste entre MO (a) loupe (b) et l'œil nu (c) [25]

### ➤ Accommodation

La lumière entrant dans l'œil est régulée par l'iris qui adapte la taille de la pupille à la luminosité. Les rayons de lumière qui pénètrent dans l'œil traversent les différents milieux transparents et sont réfractés à l'entrée et à la sortie de la cornée et du cristallin. Les rayons ainsi déviés convergent sur la rétine sur laquelle se forme l'image de l'objet, si bien que l'image projetée est vue nettement. Ce processus se fait grâce à l'**accommodation**. [28]

L'accommodation est définie comme un processus physiologique de mise au point, permettant de voir nettement un objet, quel que soit sa distance il résulte de la contraction du muscle ciliaire, qui entraîne un relâchement des fibres zonulaires ; celui-ci provoque, à son tour une augmentation des courbures du cristallin, principalement de la courbure antérieure et du pouvoir réfractaire, ce qui lui permet de déplacer la lumière focalisée vers l'avant ou l'arrière pour la projeter exactement sur la rétine.

Pour observer nettement un objet loin, l'œil reste au repos : muscles ciliaires non contractés. En revanche l'observation d'objet proche nécessite leur contraction permettant de bomber le cristallin. [26]

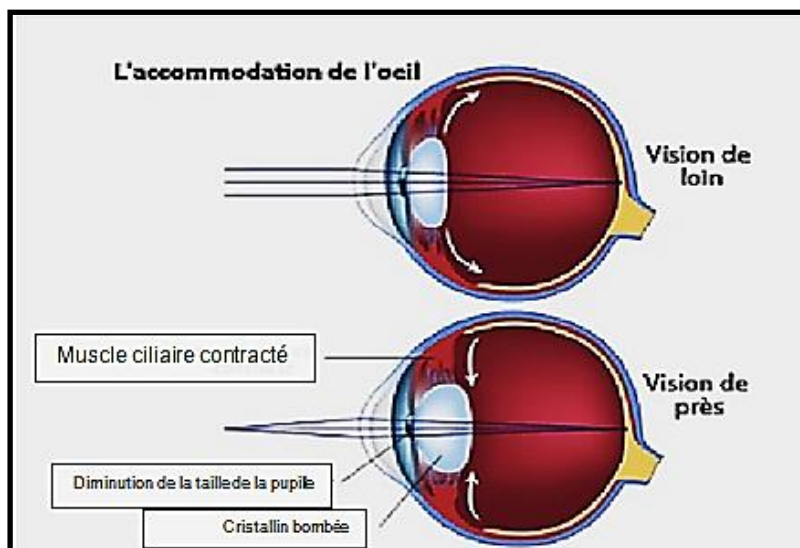


Fig. 12 : L'accommodation de l'œil emmétrype [27]

Tout défaut d'accommodation conduit à une image qui ne se forme pas sur la rétine et qui est perçue floue.

L'œil peut accommoder jusqu'à une distance minimale (environ 25cm) en dessous de laquelle un objet sera vu flou. Ce point est appelé punctum proximum. [23]

➤ **Punctums**

- Punctum proximum: c'est le point à partir duquel un objet ne peut plus être vu nettement malgré une accommodation maximale du cristallin. Cette distance varie individuellement et augmente avec l'âge.
- Punctum remotum : c'est le point à partir duquel un objet peut-être vu nettement sans accommodation, on confond alors celui-ci avec l'infini.

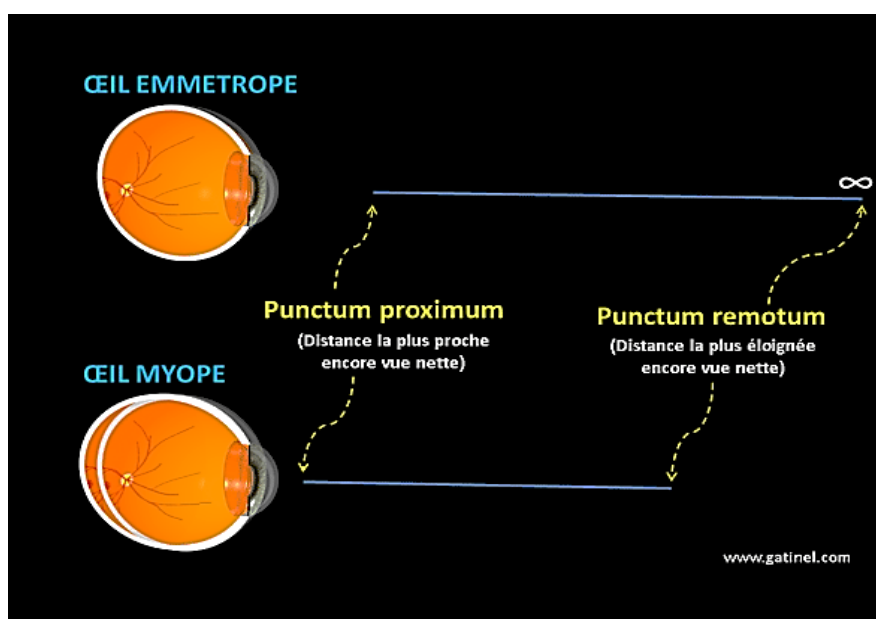


Fig. 13 : Punctums proximum et remotum [28]

➤ **Convergence**

C'est la capacité des yeux à converger, c'est-à-dire de se déplacer vers l'intérieur, lorsqu'un sujet regarde un objet qui se déplace dans un plan horizontal, les yeux se

déplaceront tous les deux vers l'intérieur de façon conjuguée puis à une certaine distance, un des deux yeux cessera de fixer et effectuera un déplacement vers l'extérieur. C'est le point de bris de la convergence. En deçà de cette distance, les yeux ne peuvent plus converger. On note alors la distance à laquelle le point de bris a lieu. La distance normale est d'environ 5 cm.

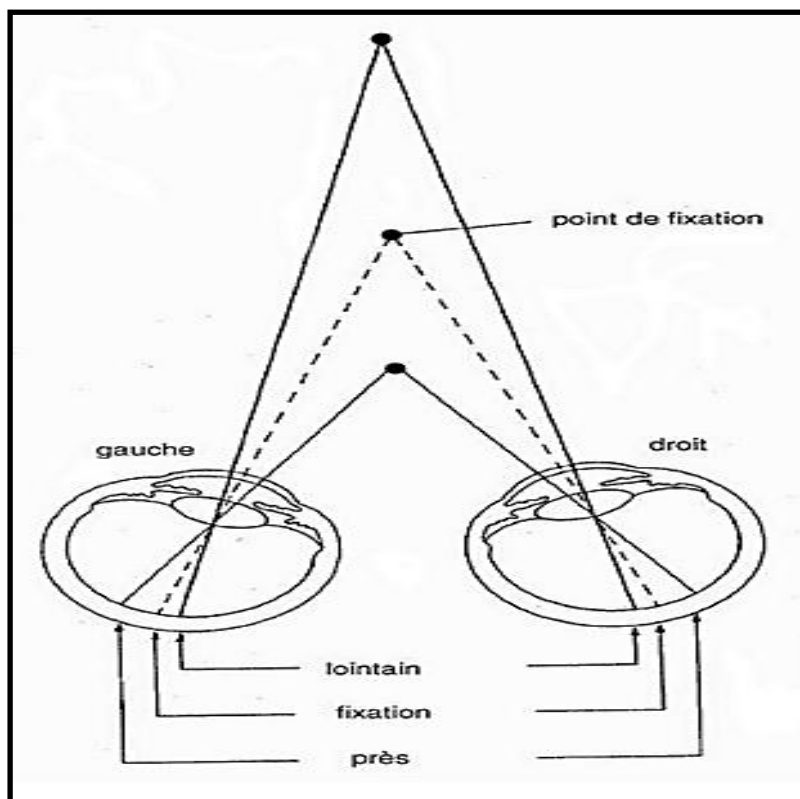


Fig. 14 : convergence des yeux en fonction de la distance des objets <sup>[29]</sup>

#### ➤ Angle de convergence

Les yeux étant décalés sur le plan horizontal, pour fixer un point précis proche simultanément, il est nécessaire de donner un angle à chaque œil avec les loupes, identiques à celui des yeux du praticien à sa distance de travail naturelle. <sup>[23]</sup>

#### ➤ La perception du relief

Si nous voyons en relief, c'est parce que nous avons deux yeux qui nous permettent de voir le monde selon deux points de vue légèrement décalés. En effet, lorsque nous regardons un objet, notre œil droit voit la même image que notre œil gauche mais décalée de quelques centimètres. Par la fusion de ces deux points de vue, notre cerveau nous permet de percevoir le volume des objets et leur position dans l'espace.

Une petite expérience permet de mettre en évidence cette vision binoculaire : fermez l'œil droit et pointez le doigt vers un objet fixe situé de l'autre côté de la pièce, sans bouger le doigt, ouvrez l'œil droit et fermez l'œil gauche : vous verrez que votre doigt ne désigne plus la même chose. <sup>[30]</sup>

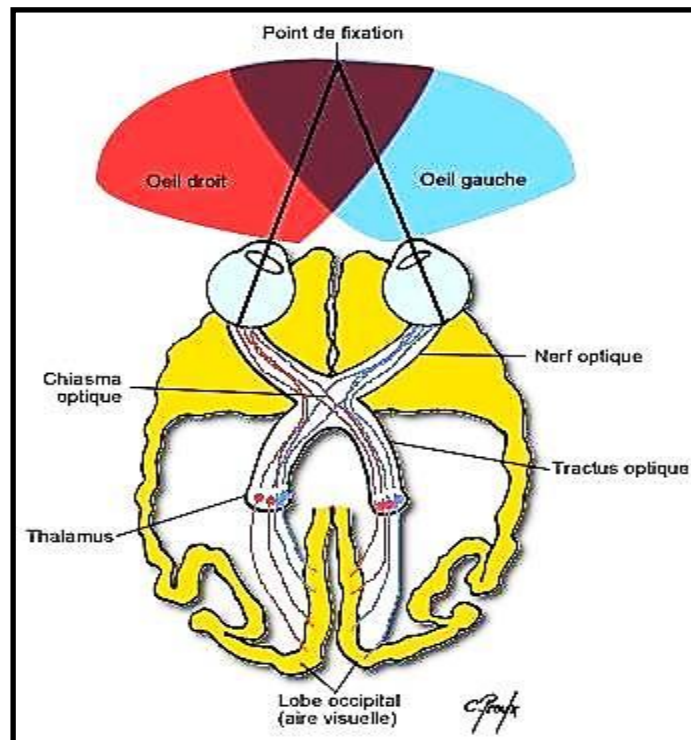


Fig. 15 : vision des yeux en trois dimensions <sup>[31]</sup>

➤ **La résolution**

C'est la capacité à visualiser nettement des petites structures. Pour un même grossissement, la loupe qui aura la meilleure résolution donnera l'image la plus nette. <sup>[23]</sup>

➤ **Distance de travail**

C'est la distance réelle entre l'œil et l'objet observé. La distance est propre à chacun, il faut donc mesurer sa distance œil praticien/patient dans sa position de travail idéale. <sup>[23]</sup>

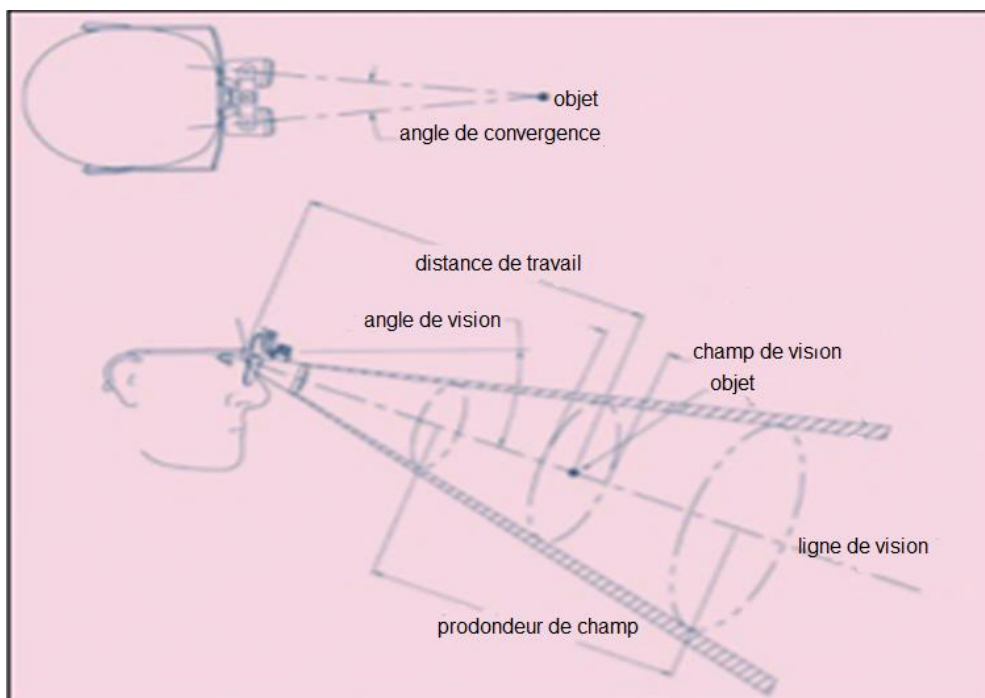


Fig. 16 : Image qui permet de visualiser la distance de travail, la profondeur et le champ de vision. <sup>[23]</sup>

### 4.3. Principes généraux des systèmes optiques

#### ➤ Les lentilles

Systèmes optiques transparents déviant les rayons lumineux incidents par le phénomène de réfraction, elles se composent d'un axe optique « son axe de symétrie » et d'un centre optique « intersection de cet axe optique avec l'axe de la lentille »

Il y a deux types de lentilles : <sup>[32]</sup>

	vue en coupe	schéma	déviations de la lumière
lentilles convergentes			
lentilles divergentes			

Fig. 17 : la différence entre lentilles convergente et divergente <sup>[32]</sup>

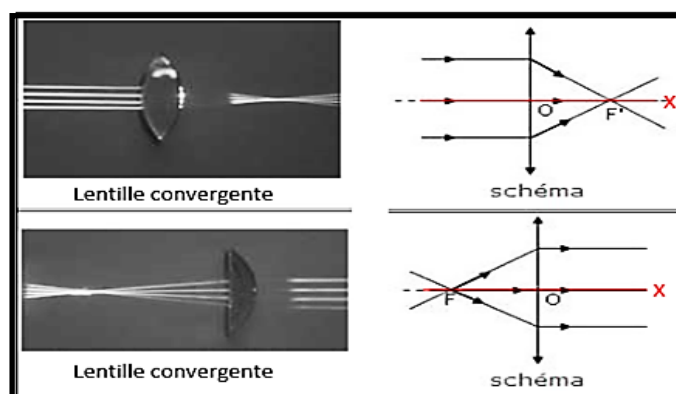
#### ➤ Lentilles divergentes

Ont tendance à étaler les rayons lumineux (transforme un ensemble de rayons parallèles en un ensemble de rayons divergeant depuis un point situé avant les lentilles, elles sont symbolisées par un double flash inversé <sup>[33]</sup>

#### ➤ Lentilles convergentes

Ont tendance à concentrer les rayons lumineux (transforme un ensemble de rayons parallèles en un point situé après les lentilles) elles sont symbolisées par un double flash et présentent trois caractères :

- **Centre optique** : tout rayon passant par l'axe optique d'une lentille n'est pas dévié
- **Foyer optique** : tout rayon incident parallèle à l'axe optique d'une lentille convergente émerge par le foyer image  $F'$ . <sup>[33]</sup>
- **Foyer objet** : tout rayon incident passant par le foyer objet  $F$  d'une lentille convergente émerge parallèlement à l'axe de cette lentille, Les foyers  $F$  et  $F'$  situés sur l'axe optique de lentille, ils sont symétriques par rapport au centre optique  $O$ . <sup>[33]</sup>

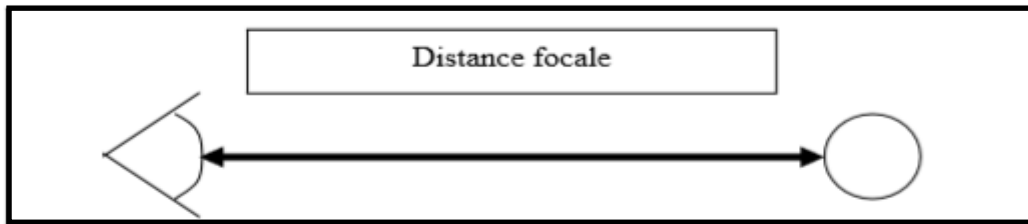


**Fig. 18 : Trajet lumineux au travers d'une lentille convergente. O : centre optique F : foyer objet F' : foyer image X : l'axe optique. [33]**

➤ **Distance focale**

La distance en mètre entre le plan principal d'image et le foyer image, cette distance caractérise le système optique de l'œil et peut varier grâce à l'accommodation du cristallin afin que l'image se forme toujours sur la rétine car la distance a cette dernière ne varie pas :

**C'est la distance principale au centre optique. [18]**



**Fig. 19 : la distance focale d'après Mallet [34]**

➤ **Objectif**

C'est un système optique tourné vers l'objet observé, constituer d'un ensemble de lentilles optique simples ou composées (double ou triples) en verre minérale ou organique.

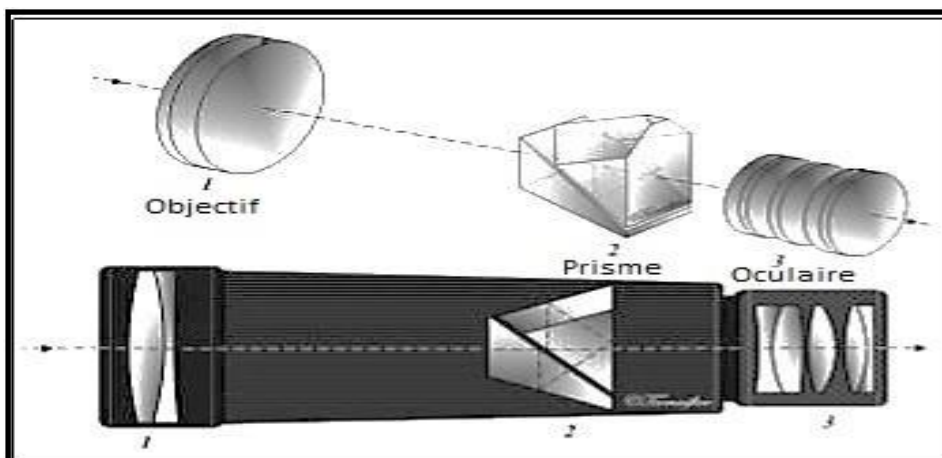
C'est le plan qui caractérise le premier élément d'instrument optique (tous système formant l'image) qui reçoit les rayons lumineux émanant de l'objet et formant une image intermédiaire réelle inversé dans le rapport de reproduction qui lui propre.

➤ **Oculaire**

Système optique placé du côté de l'œil servant à examiner l'image fournie par l'objectif et l'amplifie, la rend plus nette et plus plane « c'est un ensemble de lentilles convergente ou divergentes selon les systèmes ».

➤ **Prisme**

Elément optique utilisé pour réfracter la lumière et réfléchir ou disperser en ses constituants utilisé dans la constriction d'aide optique, il redresse l'image fournie par l'objectif avant qu'elle ne soit grossie par l'oculaire.



**Fig. 20 : principe de Kepler. [35]**

➤ **Loupe et mise au point**



---

Opération qui consiste pour un photographe à régler la netteté de l'image qu'il veut obtenir, il revient à trouver l'intervalle de distance objet-loupe pour laquelle l'objet est visible nettement, cette notion est nécessaire pour agir sur la notion de l'accommodation du mécanisme naturelle mais pouvant entraîner une fatigue s'il est prolongé. [36]

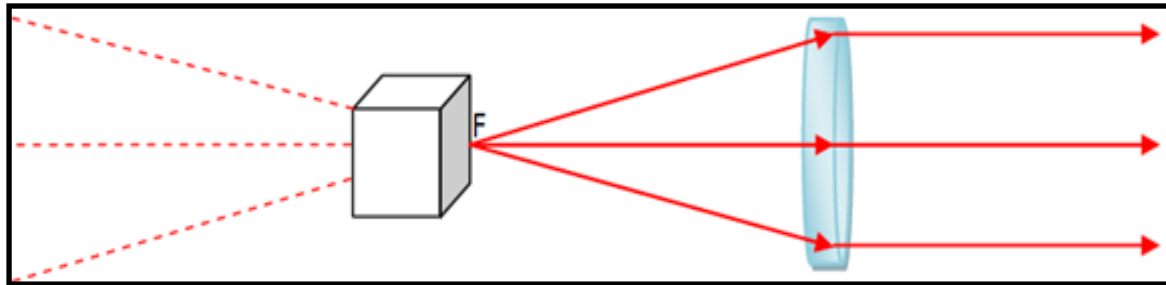


Fig. 21 : Mise au point, objet au foyer [36]

### ➤ Profondeur du champ

En photographie : La zone de netteté qui s'étend devant et derrière le plan où on fait la mise au point (tout objet qui est hors de cette zone sera flou).

En microscope : c'est la distance qui sépare les parties extrêmes de l'objet qui sont vues nettement sans variation de mise au point ou de l'accommodation visuelle. [36]

## 5. Les aides visuelles en odontologie conservatrice – endodontie

Les dimensions correspondant à la zone de travail pour les médecins-dentistes approchent de 1 centimètre carré.

Pour mieux discerner les détails, on rapproche nos yeux jusqu'au punctum proximum. Cependant même à cette distance minimale d'environ 25 cm, le pouvoir séparateur de l'œil ne suffit pas à discriminer assez finement les différents éléments contenus dans le champ opératoire. Pour cela des instruments optiques permettent d'augmenter le diamètre apparent de l'objet observé, et donc d'augmenter artificiellement le pouvoir séparateur, comme si l'objet était vu avec un angle très important, **c'est le cas des aides optiques** [37]

### 5.1. Définition des aides optiques

Au sens littéral, les aides optiques regroupent l'ensemble des appareils visant à corriger une déficience visuelle, à compenser une incapacité visuelle et à prévenir ou à réduire une situation d'handicap.

En odontologie, les aides visuelles sont les outils qui se situent dans l'interface visuelle entre l'opérateur et le site opératoire. Elles permettent non seulement de grossir le champ d'observation mais aussi peuvent corriger quelques défauts visuels,

**Le but des aides visuelles est de faciliter l'acte opératoire.**

Les systèmes grossissants utilisés en endodontie ne remplacent pas les dispositifs de correction de l'acuité visuelle mais lors de l'association à ceux-ci, ils apportent une meilleure ergonomie, une position naturelle de travail, et **un confort visuel permettant d'accéder à des détails invisibles à l'œil nu**, quelles que soient les performances visuelles. [38]

Il existe trois catégories d'aides optiques :

- les loupes simples.

- les loupes binoculaires.
- le microscope opératoire.

## 5.2. Les loupes simples ou lunettes loupes <sup>[37]</sup>



**Fig. 22 : Loupes à monture type lunettes <sup>[37]</sup>**

La loupe est la forme la plus rudimentaire d'aide visuelle de grossissement. Les loupes simples sont des systèmes optiques qui se caractérisent par la présence d'un seul élément grossissant pour les deux yeux allant de  $\times 0,7$  à  $\times 2$ . Sa distance focale est courte donc la distance de travail l'est aussi (environ 12,5 cm en  $\times 2$ ), Le grossissement des loupes simples peut être augmenté seulement en augmentant le diamètre de la lentille ou en augmentant l'épaisseur de cette dernière.

Cependant la taille et le poids sont les limites de ces appareils, ils n'ont donc aucune application en dentisterie. <sup>[37] [36]</sup>

## 5.3. Les télé loupes ou les loupes binoculaires

Également appelées lunettes télescopiques en combinant des loupes avec le principe du télescope, ces loupes peuvent être facilement ajustées selon les exigences cliniques. La fonction de la loupe n'est pas de grossir l'objet observé mais de le reproduire dans un plan éloigné qui correspond au plan de netteté du télescope. C'est le rôle de ce dernier de produire le grossissement proprement dit. <sup>[23] [37] [39]</sup>

Il existe deux principes de loupes binoculaires :

- Systèmes de Galilée.
- Systèmes de Kepler.

### 5.3.1. Partie optique

#### ➤ Le système de Galilée

Présente un principe optique qui se rapproche de l'effet d'un verre épais, Ce système ne présentant pas de diaphragme. Leur défaut réside dans leur astigmatisme : les rayons ne se coupent pas en un point précis mais en une zone dite de stigmatisme, et l'image comportera alors des aberrations géométriques et chromatiques en périphérie du champ visuel et ceci augmentant avec le grossissement.

Cependant, si l'on souhaite augmenter la puissance de la loupe, il faut réduire sa distance focale en la rendant plus bombée, ce qui entraîne en conséquence encore plus de déformations de l'image. C'est pourquoi ce type de construction n'est utilisable en médecine-dentaire qu'à de faibles grossissements ( $\times 2$ ,  $\times 3$  maximums). <sup>[23] [40]</sup>



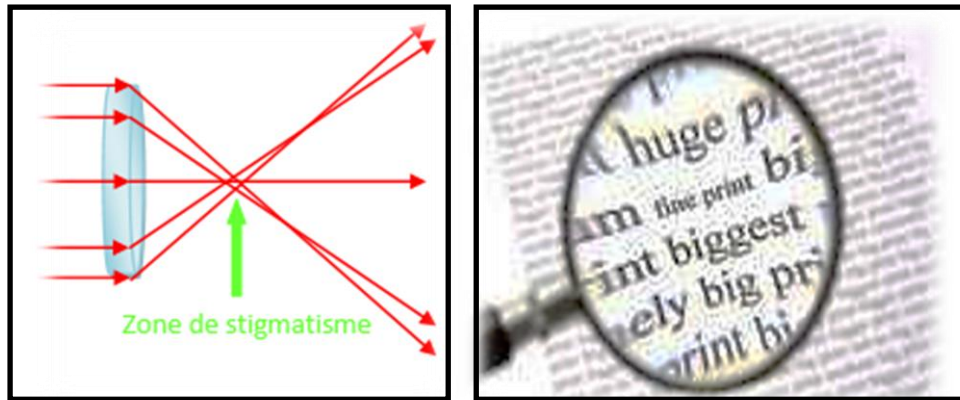


Fig. 23 : Origine d'aberration visuelle le stigmatisme, [33]

### ➤ le système de Kepler

C'est un système plus développé comprenant un diaphragme (Fig.25) à la différence de la lunette de Galilée (ayant pour rôle de filtrer les rayons périphériques déformés donc diminuer les aberrations), Cela garantit une vision stéréoscopique de grossissements compris entre  $\times 3$  et  $\times 8$  à des distances de travail de 19 cm à 35 cm. ces loupes sont le type le plus avancé d'instrument de grossissement sur le marché à l'heure actuelle [37] [39] [40]

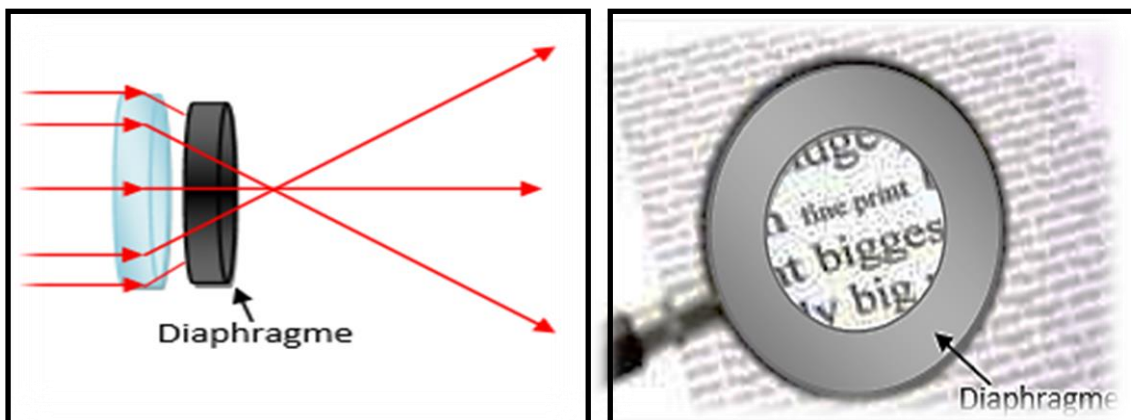


Fig. 24 : Intérêt d'un diaphragme pour supprimer les aberrations. Fig. 25 : l'effet d'un diaphragme [33]

## 5.3.2. Partie mécanique

### 5.3.2.1. Support

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 :

- **Les montures paires de lunettes** qui correspondent à un support à appui auriculaire et nasal, C'est le type le plus répandu avec ses principales qualités qui seront sa légèreté et un faible encombrement, si adopté sans accessoires (éclairage). [37]



Fig. 26: Éléments constitutifs d'une monture type lunette. Par KEPLER® [23]

- **Les supports casques** à appui crânien (pariétal) sont les plus encombrants, cependant il favorise l'adjonction d'un éclairage car répartissant mieux le poids supplémentaire, en évitant les douleurs par compression au niveau de l'appui nasal classique.

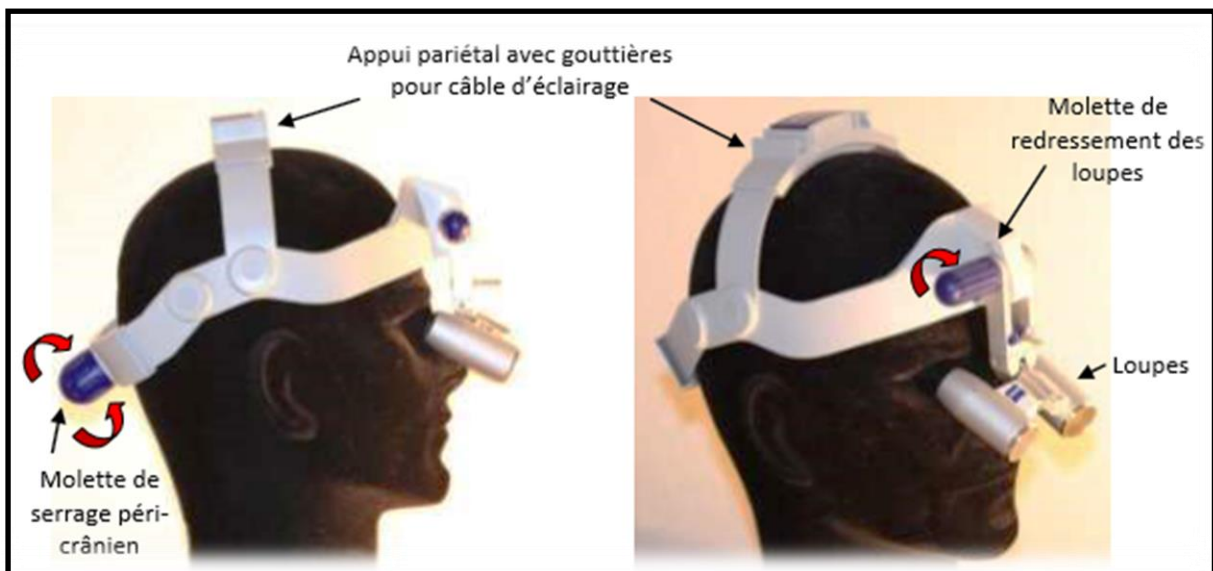


Fig. 27: Éléments constitutifs d'une monture casque. Par ZEISS® [23]

### 5.3.2.2. Systèmes de fixation

Plusieurs systèmes de fixation du système optiques peuvent être utilisés :

- **Les systèmes à charnière** ou **Flip-up** qui présentent des verres de protection classiques alors que les loupes sont fixées sur la monture au niveau de l'appui nasal par une charnière.
- Permettant de la relever hors champ visuel si nécessaire, et une vision à l'œil nu sans déposer la monture.
- La dissociation entre les deux parties du système permet le changement de la partie optique (changement de grossissement) ou le changement des verres (évolution de la correction) indépendamment du reste de l'instrument.

- Grâce aux charnières le positionnement des optiques est réglable par l'utilisateur en fonction des modèles.

Cependant ces réglages doivent être vérifiés régulièrement pour éviter un mésusage.

La partie mécanique alourdit le dispositif, et peut rendre inconfortable le système au niveau du nez, surtout si un éclairage y est adjoint. [23] [37]

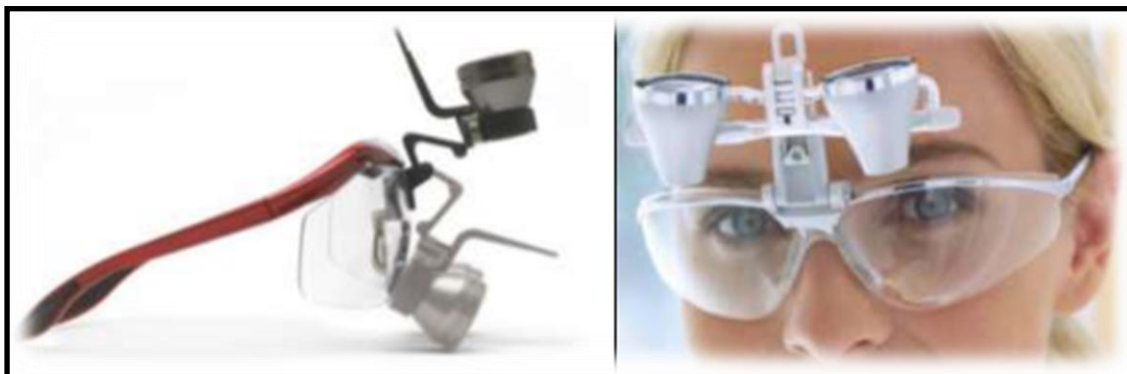


Fig. 28: Système Flip-up par KEELER® et ZEISS® [23]

➤ **System incorporé ou TTL (Through the Lens).** Le système optique traverse le verre de protection des lunettes.

Il n'y aura pas de dérèglement au cours du temps, mais cela empêche son utilisation par d'autres personnes. A noter aussi que le verre de protection peut-être optiquement neutre, ou correctif (myopie, hypermétropie...), ce qui est un avantage en soi alors qu'il peut devenir un inconvénient en cas d'évolution du déficit de vision, car il faudra alors changer l'aide optique ou du moins la faire réadapter. Enfin, ce système a la distance oculaire-œil minimisée ce qui augmente notablement le champ de vision. [37]



Fig. 29: système loupe incorporés ancien et moderne marque Orascoptic® [41]

### 5.3.2.3. Eclairage

La seule luminosité provenant du scialytique peut être insuffisante et l'on peut aussi être gêné par le phénomène d'ombres portées. Afin de bénéficier d'un éclairage sur le site observé, certains systèmes se munissent d'une source halogène ou LED fixée sur la monture dont le but étant de confondre au maximum l'axe optique et le faisceau lumineux. Le système se compose d'un bloc d'alimentation (8h d'autonomie), d'un câble raccord et d'une source lumineuse LED frontale. [36]

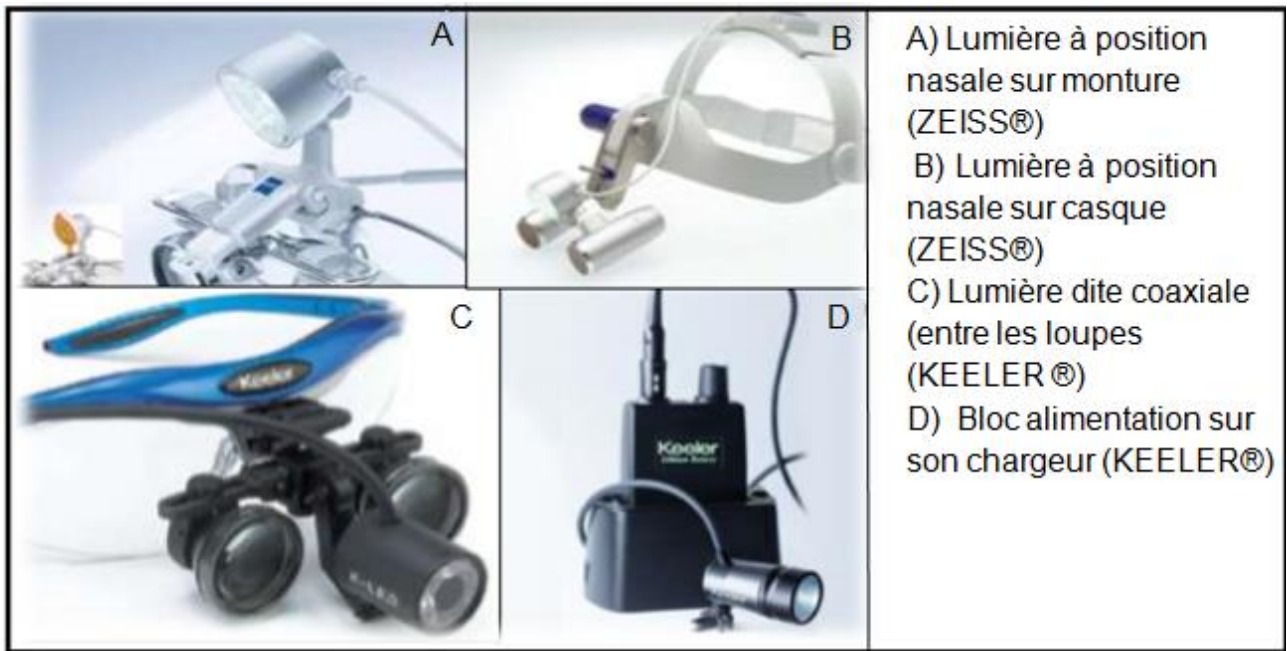


Fig. 30 : Différents systèmes d'éclairage. [36]

Contrairement aux lampes halogènes et aux lampes à décharge, les LED n'émettent quasiment pas d'infrarouge. Pour ces raisons, la source LED est une technologie d'avenir pour l'éclairage coaxiale des téléloupes, mais aussi des microscopes. [42]

### 5.3.3. Entretien

#### ➤ Prévention de la contamination

- Ne jamais toucher directement les surfaces optiques (Le gras des doigts est le plus difficile à nettoyer).
- Le réglage initial doit être minutieux pour éviter la manipulation une fois les gants mis. Sinon dans le but de redresser ou rabaisser entre 2 étapes, des gaines stériles peuvent être ajoutées.
- Des bonnettes ou capuchons stériles peuvent être montés sur les objectifs pour les protéger. Le praticien conserve la même position et compense la réduction de profondeur de champ grâce aux capuchons.
- Hors de la période de soin elles doivent être stockées à l'abri de la poussière et de l'humidité. [43]



Fig. 31 : Capuchons stérilisables (KEELER®) et Gaines de protection stérilisables (ZEISS®)

[44]



### ➤ Décontamination des loupes

Les loupes sont des systèmes fragiles, non autoclavables car thermosensibles. Il faut donc désinfecter la monture selon les recommandations de la **Direction Générale de la Santé (DGS)** :

- Se référer au mode d'emploi du produit détergent-désinfectant (concentration, durée).
- Si le produit utilisé nécessite un rinçage ultérieur pour risque de corrosion (Eau de Javel® sur certains métaux par exemple), celui-ci ne doit pas être effectué avant un temps de contact minimum nécessaire à l'action du désinfectant.
- Si le produit utilisé est un désinfectant sans activité détergente, un nettoyage de la surface doit être réalisé au préalable. En effet, un désinfectant appliqué sur une surface non nettoyée, voit son efficacité diminuée, voire annulée.
- Ne pas mélanger des produits différents (risque d'inactivation voire de toxicité).
- L'alcool n'est pas un produit de nettoyage : un essuyage des surfaces à l'alcool à 70° en guise de nettoyage et de désinfection est inefficace.
- Les surfaces optiques doivent être régulièrement et minutieusement inspectées et ne seront nettoyées que lors de l'observation de projections ou poussières.
- D'abord utiliser une soufflette pour éliminer les poussières, et non les microfibrilles et « peaux de chamois » qui rayent inévitablement la surface optique. Ensuite, pour les tâches, utiliser les écouvillons imbibés de produit fourni. Le mouvement réalisé doit être en spirale partant du centre, sans retour arrière, ni de zigzag. [43]



Fig. 32 : Matériels et Technique de nettoyage des surfaces optiques [44]

#### 5.3.4. Critères de choix d'une loupe

Autrement dit : les obligatoires, garantissant un cadre de bon usage du produit ; et les préférences personnelles, variables acceptables permettant d'améliorer l'intégration du produit à l'exercice.

**Avant toute chose faites contrôler votre vue !** La capacité d'accommodation diminue avec l'âge, vous devez peut être porter des lunettes correctrices.

- **Selon l'utilisation :** Pour des actes en zone large comme la parodontie, des contrôles ou praticien débutant un faible grossissement (x 2, x 3,5) sera parfait, alors que pour des actes en zone précise comme l'endodontie, les soins conservateurs un fort grossissement de (x 3,5 à 5) sera recommandé.
- **La distance de travail :** c'est la distance entre vous et le bord incisif maxillaire de votre patient, tous les deux en position de travail ergonomique et idéale
- **La distance inter-pupillaire :** variable selon les praticiens, de manière à faire coïncider parfaitement les deux images perçues par chaque œil.

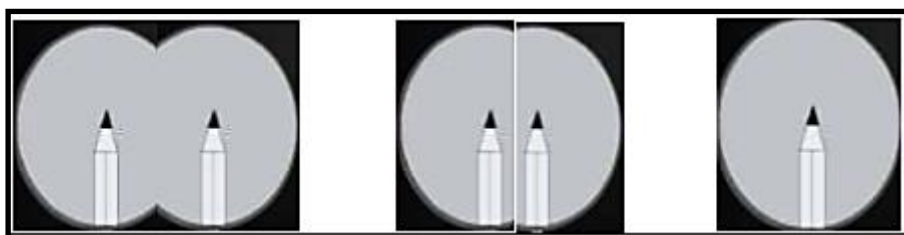


Fig. 33 : Réglage de la distance inter-pupillaire, une seule image doit apparaître. <sup>[45]</sup>

- **Selon le type de support :** lunettes ou casque L'appui nasal doit être large et confortable, en silicone, il sera facilement modelable à la morphologie de chacun. Si on utilise un éclairage le casque peut s'avérer plus confortable sur une intervention longue (une très bonne répartition du poids).
- **Selon système de fixation :** TTL ou Flip up Le Flip up est plus personnalisable et évolutif. L'inconvénient majeur reste le risque de dérèglement intempestif, surtout lors des manipulations du nettoyage et du stockage. Un usage précautionneux permet de prévenir ce type de désagrément.
- **Selon la conception :** Les loupes sont-elles réalisées totalement sur mesure/ demi-mesure ou préfabriquées ? Quel type de verre est utilisé. Est-il **Haute Définition (HD)** ? Sa surface est-elle traitée anti rayure, anti reflet ? Ces éléments conditionnent la qualité de l'outil et donc de l'image.
- **Selon la qualité :** Vérifier le lieu de fabrication du verre. La garantie sur les montures. Est-ce que le fabricant de la loupe développe aussi la monture ?
- **Selon l'adaptation (test d'essayage) :** tester une première sur deux jours au moins et pendant un temps de port suffisamment long, puis une deuxième avec les modifications qui se sont avérées nécessaires avec la première.
- **Rôle de l'angle de déclinaison :** Quand la tête est droite, c'est l'angle qui se situe entre axe horizontal passant par les yeux regardant droit et l'axe visuel lorsque on baisse les yeux. Les loupes doivent être placées selon l'angle de déclinaison le plus élevé possible sans effort car moins l'angle est élevé, plus l'axe est horizontal, plus il faut baisser la tête pour voir le champ opératoire. <sup>[46]</sup>

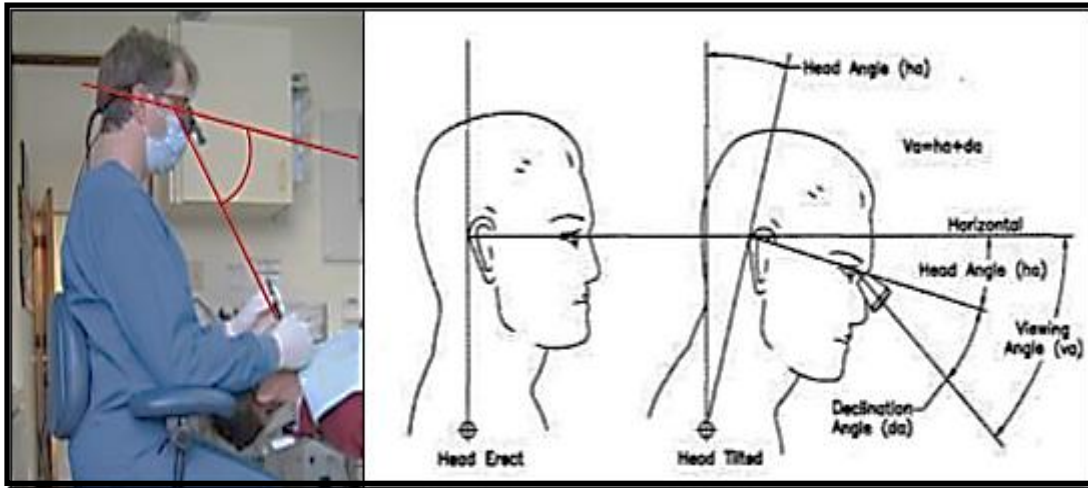


Fig. 34 : Angle de déclinaison. [46]

- **Position relative des loupes** : plus les loupes seront situées bas par rapport aux pupilles, moins la tête sera inclinée par la suite.



Fig. 35 : Position basse des loupes par rapport aux pupilles. [47]

La qualité des systèmes optiques se définit grâce à plusieurs points essentiels :

- **La définition de l'image** : Celle-ci influence directement le confort visuel. C'est pour cela l'image doit être nette et lumineuse.
- **Le poids** : Le verre minéral est une matière assez lourde. Donc il faut une bonne répartition du poids afin de permettre à l'utilisateur d'obtenir une sensation de légèreté.
- **Le design** : De plus en plus de fabricants optent pour un design sportif Oakley.
- **L'éclairage** : Facultatif à faible grossissement (x 2, x 2,5), Indispensable à plus fort grossissement. Lorsqu'on agrandi une image, on perd de la luminosité. Il est préférable d'utiliser l'éclairage coaxial (la lumière suit le même axe que l'axe visuel, il n'y a pas d'ombre), donc une meilleure visualisation. [23]

## 5.4. Le microscope opératoire

Le microscope opératoire en odontologie est constitué d'une partie optique et une partie mécanique.

### 5.4.1. La Partie optique

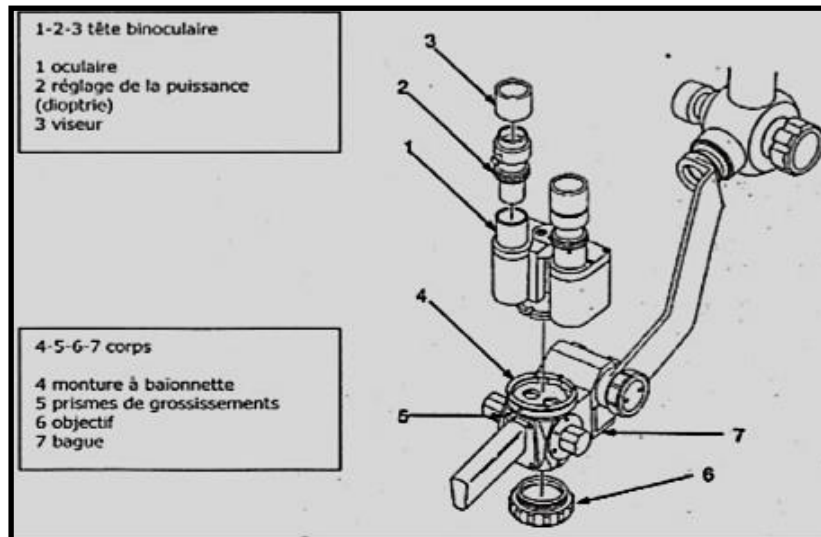


Fig. 36 : La partie optique d'après Global. [48]

Les microscopes opératoires ou stéréo microscopes sont basés sur la stéréoscopie : c'est à dire qu'ils fournissent une image à chaque œil à l'aide de la tête binoculaire, puis le cerveau les assemble afin d'en obtenir une seule. Ce mécanisme de « fusion binoculaire » procure une perception de relief.

- **La stéréoscopie de type Greenough** constitué de deux objectifs convergeant vers le point visé où le risque de fatigue de l'œil de l'opérateur.
- **La stéréoscopie de type galiléen** fondée sur l'association d'une loupe et d'un système optique binoculaire, Les images observées, œil par œil sont redressées par un assemblage de prismes entre l'objectif et l'oculaires, on a donc deux faisceaux parallèles et non plus convergents. les yeux de l'opérateur n'ayant pas besoin de converger, ils sont au repos ce qui permet des procédures plus longues sans risque de fatigue oculaire. [49][50]

➤

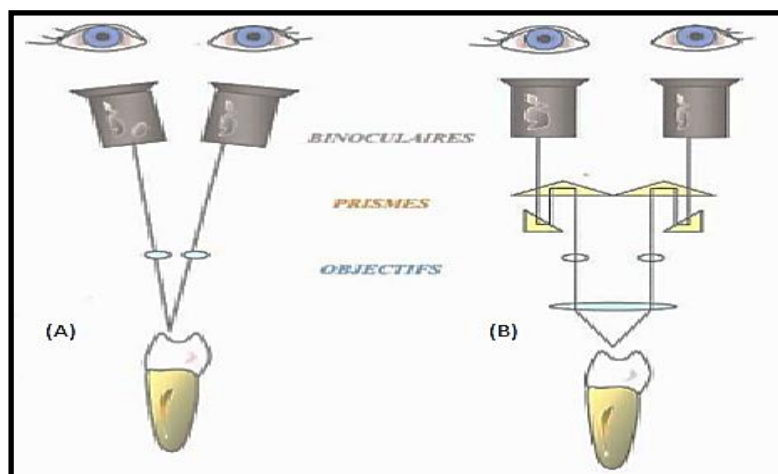


Fig. 37 : Système type Greenough (A), et système type Galiléen (B) D'après Mallet. [50]



### 5.4.1.1. Objectif

Les focales de l'objectif déterminant la distance du travail séparant le microscope du champ opératoire, sont facilement interchangeables. Les longueurs focales sont de 100 à 400 mm avec des graduations tous les 25 mm, néanmoins les longueurs focales les plus couramment retrouvées sont 200, 250 et 300 mm, on les choisit en fonction de la position du travail pour voir les objets net (200 le plus souvent en endodontie).

Généralement, les objectifs ont une focale importante et un grossissement faible car plus les longueurs focales augmentent moins le grossissement réalisé par l'objectif sera important [36]



Fig. 38 : Objectif de Microscope opératoire d'une focale de 200 mm [5]

### 5.4.1.2. Les prismes de grossissement

On les choisit en fonction des focales et des oculaires puisque ces prismes vont comme l'objectif et les oculaires participer au grossissement du microscope. [36]



Fig. 39 : Zoom à tourelle ou électrique (ZEISS®) [5]

### 5.4.1.3. La mise au point

Une mise au point importante se fait par élévation ou abaissement du fauteuil ; ou par déplacement vertical du microscope, avec réajustement de l'angle des oculaires.

Une mise au point fine se fait à l'aide d'une molette de mise au point fine situé sur l'objectif ou par zoom optique.



Fig. 40 : Mise au point fine (ZEISS®) [5]

#### 5.4.1.4. La tête binoculaire

Comme son nom l'indique la tête binoculaire est composée, elle est reliée au corps du microscope par des charnières articulées conférant un ou plusieurs degrés de liberté selon la complexité du système.

Elles ont les caractéristiques suivantes :

- Une focale de 100 à 125 mm,
- un grossissement x10 ou x12.5,
- une dioptrie variable de +8 à -8 et gravée sur l'oculaire. [5] [37]



Fig. 41 : la tête binoculaire (ZEISS®) [5]

#### 5.4.2. La Partie mécanique

Elle comprend deux parties :

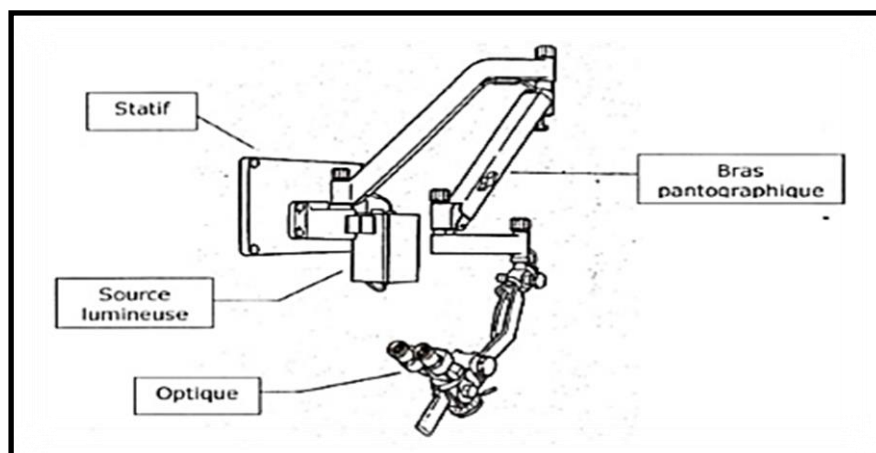


Fig. 42 : Les différentes parties de microscope D'après Global [48]

##### 5.4.2.1. Le bras pantographique

Un bras pantographique formé lui-même du bras rigide en rotation au tour du statif et un bras ciseau supportant la partie optique, cet élément qui conférera tous les degrés de libertés du microscope mais permettra de le rendre complètement immobile lors de l'acte opératoire.

Les freins contenus aux niveaux de chaque articulation du bras devront être réglés précisément en fonction du poids du microscope opératoire ainsi que les divers accessoires qui peuvent y avoir été adjoints. Aujourd'hui des freins électromagnétiques permettent par un simple relâchement du bouton, de verrouiller les différentes articulations du bras, afin d'éviter une perte du cadrage de l'image lors l'acte opératoire.

### 5.4.2.2. Le statif

Peut avoir différents supports :

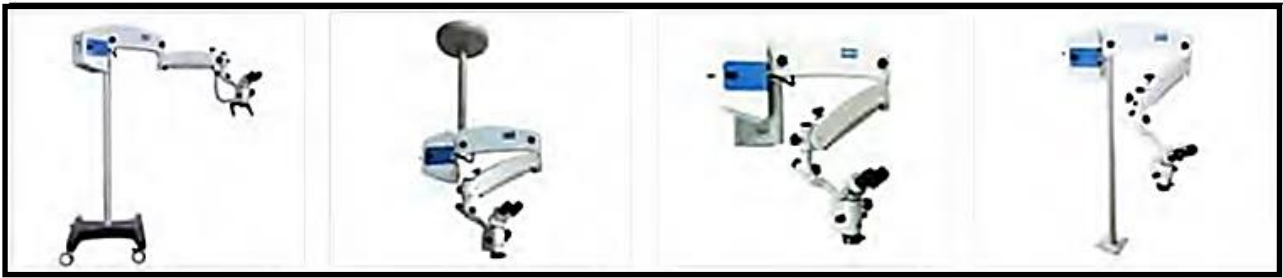


Fig. 43 : Différents supports pour microscopes opératoires [37]

- **Statif de sol** : Il s'agit d'un pied faisant contre poids, porté par plusieurs roulettes qui permettront son déplacement.
- **Statif mural** : Le statif est fixé à un mur positionné assez proche de la zone de travail. La palatine de fixation sera située au dos de l'opérateur dans l'axe du fauteuil, (cette version est choisie lorsque la hauteur de plafond ne permet pas une version plafond).
- **Statif de plafond** : Cette solution ancre le statif au niveau du plafond de la salle de soin ou la platine sera fixée, pour un droitier à 11h et légèrement décalée sur la droite du patient, (considéré comme le choix idéal dans l'exercice du chirurgien).
- **Statif colonne centrale** : La colonne centrale allant du sol au plafond permet de regrouper de nombreux éléments (tube- radio- scialytique écran- unit) et minimise l'encombrement.

De nombreux éléments peuvent être adaptés sur le MO de base en plus de l'objectif à focale variable. [5]

### 5.4.3. L'éclairage

La lumière est produite par une ampoule halogène, à quartz ou xénon (plus froid), montée à côté du microscope. La lumière est ensuite transmise par fibre optique ou jeu de prismes. L'éclairage est de type coaxial à la visée, la lumière est focalisée et répartie de manière à ce qu'aucune ombre ne gêne le praticien.

L'intensité lumineuse est réglée par un diaphragme car plus le grossissement est important plus la qualité de lumière à fournir est importante. [5]



Fig. 44 : B) Lumière Xénon (ZEISS®) C) Double iris (diaphragme) (ZEISS®) [5]

---

#### 5.4.4. Entretien

##### ➤ Prévention de la contamination, quel moyen ?

Toujours par des règles d'asepsie basique de manu portage, premièrement. Ensuite, les fabricants ont développé des housses stériles dans lesquelles on enveloppe le microscope. Une lentille transparente type bonnette se fixe sur l'objectif et des poignées et molettes stériles (à usage unique ou stérilisées) sont rajoutées sur le microscope. Cette protection permet de diminuer très fortement le risque de souillure de l'appareil lors des soins.

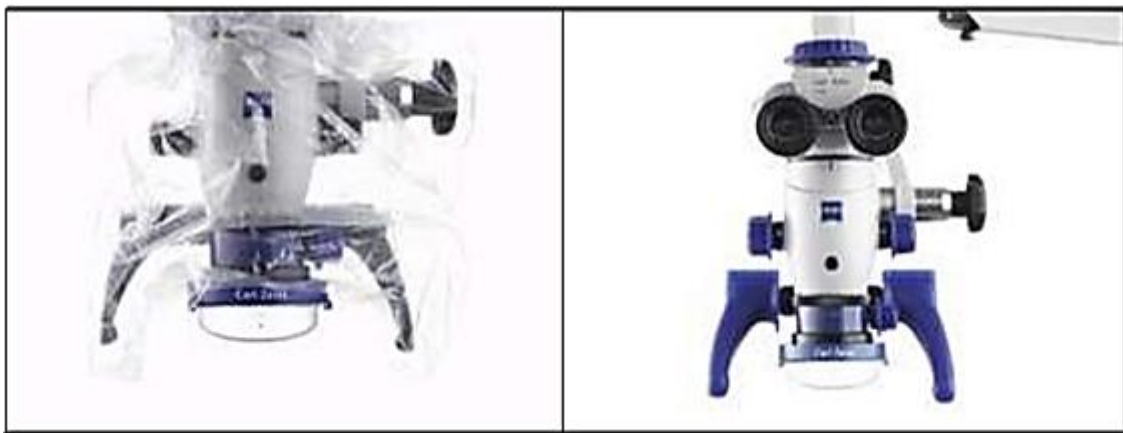


Fig. 45 : Housse, poignées et molettes stériles (ZEISS®) [5]

##### ➤ Comment décontaminer son microscope ?

Si malgré les protections le microscope devait être décontaminé, les règles à suivre sont :

- On nettoiera les optiques en utilisant un jet d'air pour éliminer la poussière ou une brosse fine avec du coton, par des mouvements circulaires du centre vers le périphérique.
- Les surfaces externes et support du microscope seront nettoyés avec des lingettes désinfectantes.
- Le système d'éclairage, on utilisera un coton sec et propre pour la fibre optique.
- L'état du microscope dépend surtout de sa manipulation douce et légère.

#### 5.4.5. Les critères de choix du microscope

- **Type d'exercice visé** : Grâce à ses forts grossissements, le microscope trouve son plein usage dans **l'endodontie exclusive et la micro chirurgie**. son taux d'utilisation croissant en est une bonne illustration. Pourtant, utilisé en majorité à faible grossissement, il constitue un excellent outil d'omni-pratique. Il permettra par exemple de réaliser des actes tels que **la micro préparation de cavité**, gérer des **complications de traitement endodontique** etc....
- **Modules complémentaires** : Tous les modules complémentaires ne sont pas indispensables lors de l'acquisition initiale d'un microscope .par exemple un double oculaire peut être avantageusement remplacé par un écran spécialement placé pour l'assistante, le diseur et la camera seront néanmoins nécessaires .il serait dommage de se priver de la possibilité de partage de l'image de haute qualité fournie par le microscope.

- **Quelle focale ?** Le choix de la focale est calé sur la taille et la position de travail du Médecin dentiste. plus il est petit, plus la focale doit être courte.
- **Quel statif ?** Recherchant les moins encombrants donc le statif plafonnier et le montage sur colonne sont les plus aptes.
- **Courbe d'apprentissage :** On doit prendre en considération, que la courbe d'apprentissage du microscope est assez longue, car le pouvoir grossissant important entraîne une perte totale de repères visuels, et nécessite de réapprendre ses positions de travail et ses déplacements manuels et digitaux, de un à plusieurs mois sont nécessaire pour se sentir à l'aise dans sa nouvelle pratique.
- **Coût:** Selon modèles, marques et modules complémentaires. [23]

#### 5.4.6. Caractéristiques des loupes et des microscopes opératoires

- La vision sous loupes binoculaires est assimilable à une vision grossie de près, ce qui implique un relâchement accommodatif mais impose le port de correction optique.
- La vision obtenue avec le microscope opératoire est assimilable à une vision de loin (à l'infini), ce qui permet de corriger le défaut visuel sphérique dans l'oculaire (myopie, hypermétropie).

Les mises en jeu de l'acuité visuelle et de l'accommodation sont différentes selon l'utilisation des loupes ou du microscope opératoire. [50]

### 5.5. Dispositifs d'observation

#### 5.5.1. L'endoscopie

L'utilisation de l'endoscopie en endodontie a été proposée dès 1979 (detch 1979) pour aider au diagnostic des fractures dentaires. En 1996 elle a été finalement proposée pour la microchirurgie endodontique, depuis cette date les progrès techniques ont permis la mise au point de petits endoscopes avec une meilleure angulation. [50]

Le système d'endoscopie se compose d'une caméra vidéo endoscopique munie d'un câble à fibre optique pour acheminer la lumière, relié à une unité multimédia. La camera à une forme de pistolet, pour faciliter sa préhension par l'opérateur, et est équipée d'objectifs interchangeables. En règle générale un objectif court est utilisé (6cm de long pour 3mm de diamètre). Le cadrage et la focalisation sont ajustés en temps réel par l'opérateur. L'unité multimédia permet le paramétrage et l'enregistrement numérique de l'endoscope. [51]

L'endoscopie permet un grossissement de plus grande clarté par apport au microscope et à la loupe, la visualisation d'un champ opératoire à différents angles et distances sans perdre la profondeur du champ, et la mise au point est possible. Il permet de visualiser d'une manière très précise les isthmes et les craquelures apicales au cours des chirurgies endodontiques. [50]

Néanmoins ce système est limité et utilise en complément des loupes et microscope car il doit se tenir d'une main ; il est donc difficile du début à la fin un traitement endodontique à l'aide de cette appareil, car il complique l'ergonomie du praticien en le privant d'une main.



---

De plus l'image retranscrite sur l'écran en deux dimensions la perte des reliefs et de la notion de profondeur, nécessite un apprentissage particulier pour le praticien. Enfin le coup de celui-ci est prohibitif pour un cabinet de ville conventionnel. [50]



**Fig. 46 : le système endoscopique.** [50]

### 5.5.2. Optique complémentaire

Les microscopes peuvent être équipés d'une optique supplémentaire d'observation. Un diviseur optique permet de dévier un certain pourcentage de la lumière de l'oculaire vers un périphérique tel qu'un appareil photo ou une caméra vidéo. Il sert d'un séparateur de faisceau qui peut être placé entre le tube binoculaire et le corps du microscope, le faisceau lumineux est généralement divisé sur deux (la moitié de la lumière est toujours disponible pour l'opérateur). [52]



**Fig. 47 : Le séparateur du microscope optique.** [53]

On peut aussi connecter à ce diviseur optique un tube d'observation auxiliaire, les oculaires annexés pour un travail en équipe peuvent être des binoculaires articulés ou monoculaires ou des écrans à cristaux liquides. Cependant si l'expérience est enrichissante pour ceux-ci elle leur en limite les libertés de mouvements, rendant obligatoire un travail à 6 mains.

Cette option permet à l'assistant ou l'aide opératoire, au même titre que l'opérateur d'observer en vision stéréoscopique le champ opératoire. Néanmoins le séparateur réduit l'intensité lumineuse sur les deux sorties optiques. [36]

- Une bonnette en caoutchouc repliable surmontant les oculaires permet une lecture avec des lunettes de vue.

- Les poignées facilitent le déplacement du microscope pendant l'intervention elles sont amovibles, stérilisables et de type soit axiales, soit guidon.
- Des filtres peuvent être adjoints sur l'objectif :
  - \***Le filtre vert** amplifie le contraste de tissus fortement vascularisés et met en évidence d'intimes structures vasculaires
  - \***Le filtre orange** est utilisé pour éviter la polymérisation prématurée des composites photo-polymérisable <sup>[5]</sup>
- Le diaphragme situé entre le tube binoculaire et l'objectif afin d'augmenter la profondeur de champ (multiplie fois 2).



Fig. 48 : Visualisation au MO avec et sans filtre. <sup>[53]</sup>

### 5.5.3. Appareil numérique et écrans

On pourra fixer sur la sortie du diviseur optique un appareil photo numérique ou une caméra vidéo, pour que l'assistante et le patient puisse voir des images du soin grâce à un écran. Sachant qu'une caméra vidéo peut être intégrée à l'intérieure du système optique du microscope, permettant de réduire d'une façon moins importante l'intensité lumineuse. <sup>[37]</sup>



Fig. 49 : Microscope associé à un appareil photo numérique. <sup>[37]</sup>

---

Les images seront diffusées sur un moniteur, qui peut être fixé à des endroits stratégiques sur le bras pantographique ou intégrées au plafonnier, afin de permettre à l'assistant de suivre l'intervention tout en observant l'intégralité du champ opératoire.



**Fig. 50 : Modèle avec moniteur.** [54]

Les écrans sont partout en salle d'attente, au bureau sur le microscope et sur l'appareil photo numérique. Cela permet de multiplier les possibilités d'observation. [53]

## **6. Apport des aides optiques en odontologie conservatrice**

### **6.1 Diagnostic**

#### **6.1.1. Détection précoce des caries**

Avec la visualisation améliorée sous aides optiques, les praticiens auront la capacité de diagnostiquer les lésions carieuses à des stades précoces avant qu'elles ne constituent même des cavités.

Le fort grossissement permet d'identifier des défauts de structures microscopiques tels que la modification des couleurs, les déminéralisations d'émail de couleur blanc crayeux, et évidemment des quantités minuscules de plaque collectées au sein de rainures, ce qui par conséquent nous donne la chance de réaliser des traitements préventifs à minima. [25] [55]

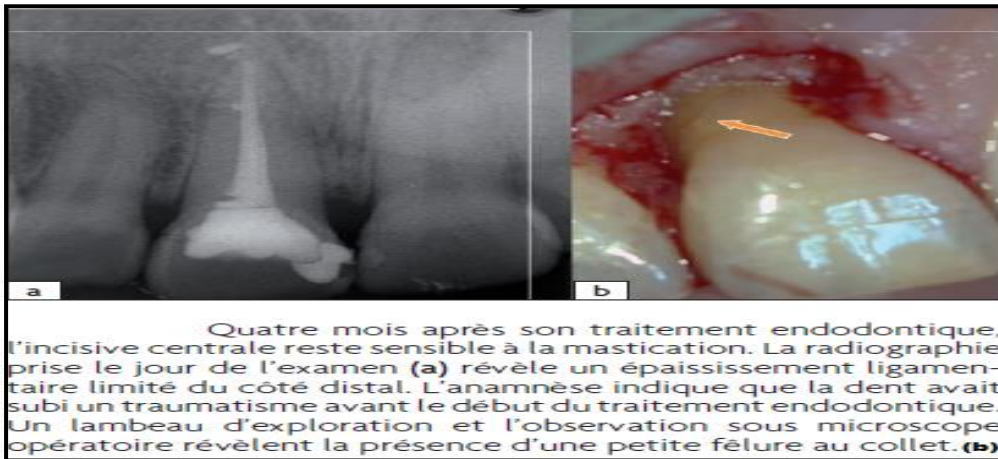
#### **6.1.2. Diagnostic des fêlures et fractures**

Le diagnostic des fêlures et des fractures se fait par un examen clinique coronaire et radulaire et peut être décelé par transillumination ou avec une lampe à photopolymériser.

Toutefois la présence d'une fêlure peut échapper à l'observation radiologique et aux tests cliniques ce qui implique l'utilisation des aides optiques.

L'apport du microscope réside dans la confirmation et la quantification de l'importance, du trajet et des limites anatomiques des fractures et des fêlures, ce qui influe toute les décisions thérapeutiques. [3][17] [36] [39] [53] [57] [58]





**Fig. 51 : fêlure visible sous microscope opératoire [57]**

➤ **Diagnostic des fêlures**

Les aides optiques donnent au praticien un accès à l'intégrité marginale des restaurations pour détecter les fêlures, dans certains cas elles peuvent être diagnostiquées sans dépôt de restauration coronaire, alors que dans certains cas le dépôt s'avère indispensable.



**Fig. 52 : Mise en évidence des fêlures sans dépôt de restaurations sous aides optiques. [57]**

L'examen après dépôt de la restauration sous aides visuelles avec l'utilisation de colorants constitue un moyen très utile pour mettre en évidence une fêlure au fond de la chambre pulpaire.

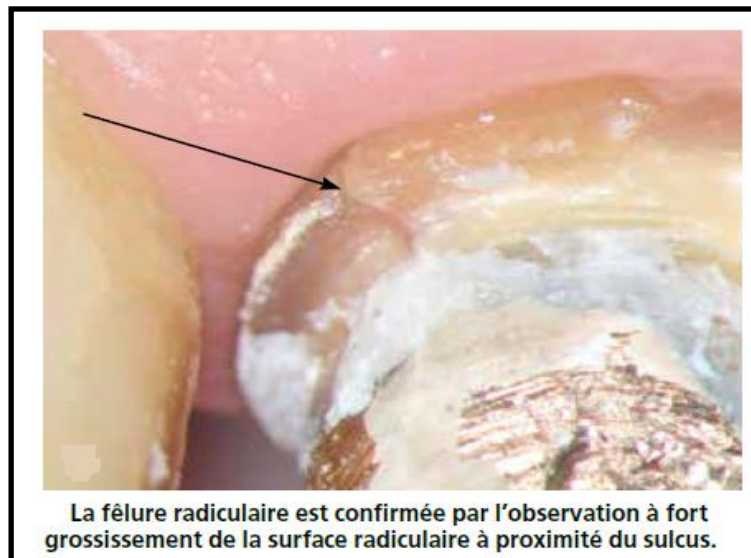


**Fig. 53 : Mise en évidence d'une fêlure sous MO après utilisation de bleue de méthylène après dépôt de la restauration <sup>[57]</sup>**

En utilisant le microscope, et pour une meilleur visibilité il est important de contrôler que la surface dentinaire est sèche.

- Si la surface est trop sèche la texture apparaîtra blanche et crayeuse, alors la fêlure ne peut pas être détectée.
- Si la surface est trop humide la réflexion de l'eau dans la surface va masquer la fêlure.

Les aides optiques sont des moyens efficaces pour détecter les fêlures radiculaire, lesquelles peuvent déterminer le pronostic de la dent.

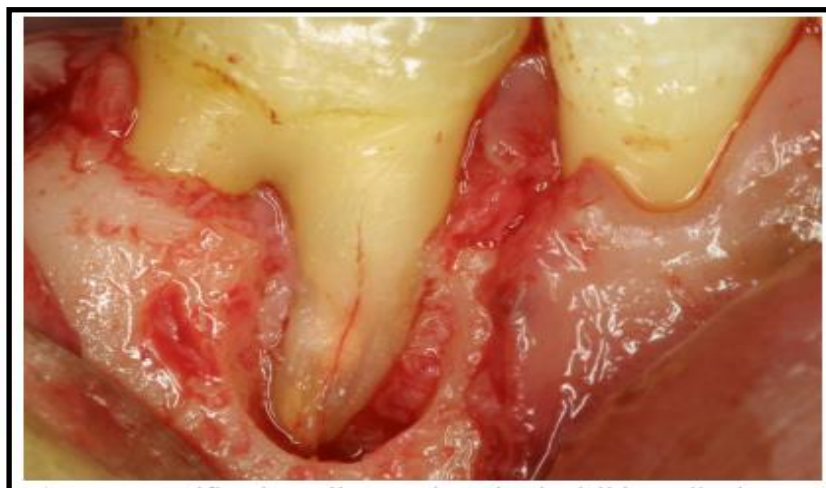


**Fig. 54 : confirmation d'une fêlure radiaire par microscope opératoire <sup>[3]</sup>**

#### ➤ Diagnostic des fractures

Les aides visuelles et spécialement le microscope opératoire constituent un excellent moyen de détection de fractures qui ne peuvent être visibles à l'œil nu.

Sous un grossissement de x 16 à x 24 avec la lumière focalisée, n'importe quelle fracture est décelée. Le bleue de méthylène et les autres colorants stagnant dans la fracture se révèlent d'une grande utilité pour les mettre en évidence d'une manière plus explicite, le CIONa peut aussi être utilisé, on observera alors des bulles.



**Fig. 55 : Fracture radiculaire visible sous aides optique après inclinaison d'un lambeau.**<sup>[56]</sup>

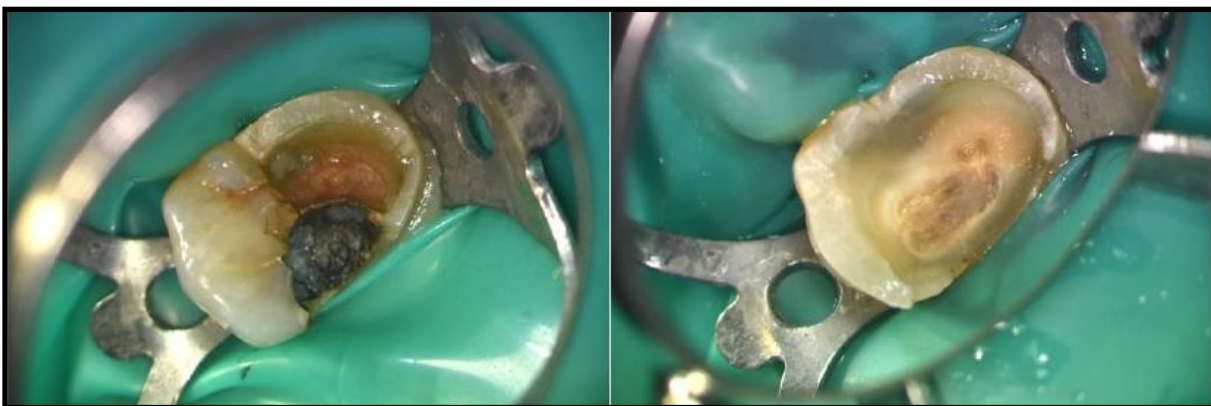
### **6.2 Préparation peu invasive des cavités d'obturation sous aides optiques**

Les aides optiques et principalement le microscope opératoire sont des outils précieux pour mieux visualiser les tissus dentinaires et favoriser l'économie tissulaire. L'apport de lumière coaxiale permet de mettre en évidence les différences de couleur entre la dentine primaire (claire) et la dentine réactionnelle (sombre). La progression instrumentale s'effectue alors avec précision selon le respect de cette particularité colorimétrique de la dentine réactionnelle, permettant alors de préserver au maximum les tissus dentaires sains réduisant ainsi la survenue d'échecs. Le contrôle des bords des préparations ainsi que les finitions sont facilitées pour les opérateurs.



**Fig.56 : préparation de cavité d'obturation avec économie tissulaire sous MO**<sup>[58]</sup>

**Cas des cavités profondes :** dans ce cas où la pulpe se voit par transparence l'utilisation d'aides visuelles surtout le microscope opératoire permet de bien visualiser et mieux apprécier l'état de la plaie dentinaire, donc mieux contrôler l'exérèse des tissus infectés, éviter le risque de sur-excavation, et éventuellement de bien protéger la pulpe et éviter tout risque d'effraction pulpaire.<sup>[59]</sup>



**Fig.57 : préparation d'une cavité profonde avant et après curetage carieux et observation de la dentine tertiaire.**<sup>[53]</sup>

### **6.3 Restauration précise**

La pratique des soins restaurateurs s'en trouve significativement bouleversée. Grâce aux aides optiques on réalise des minicavités et alors des miniobturations dentaires préservant ainsi la résistance mécanique des dents, moins susceptibles de se fracturer ultérieurement.



---

Sous aides visuelles la mise en place des matériaux de restauration dentaire, en particulier des matériaux adhésifs est également facilitée. Le contrôle de la mise en place du matériau augmente la possibilité pour l'opérateur de ne pas inclure de microbulles dans la reconstitution, la qualité des joints augmente, permettant des obturations plus étanches moins sujettes aux sensibilités post-opératoires et aux récives de caries. [39] [65]



Fig.58 : obturation esthétique après préparation de la cavité sous microscope. [60]

Enfin, après polymérisation, la finition et le polissage ainsi que l'élimination des excès de ces matériaux esthétiques sont facilitée par une aide optique, car la différenciation entre le matériau et la structure dentaire de même teinte, sera plus aisée. [36]

## 7. Apport des aides optiques en endodontie

### 7.1. Traitement orthograde de première intention

#### 7.1.1. La pose de la digue

La pose de la digue est un pré requis absolu à toute procédure endodontique en terme d'asepsie, elle facilite sensiblement les traitements sous aides opératoires.

Les teintes foncées (bleues et vertes) créent un environnement sombre autour de la dent augmentant les contrastes et améliorant le travail sous aide optique du type microscope opératoire. [18][61] [62]

#### 7.1.2. Réalisation de la cavité d'accès

##### ➤ Cavité d'accès simple

La cavité d'accès doit autoriser une vision franche de la chambre pulpaire et un accès facile vers le réseau canalaire à tous les niveaux, elle est sans aucun doute une des étapes capitales pour garantir un succès de traitement. **Les avantages du microscope opératoire sont particulièrement évidents dans ce domaine.**

La possibilité de sélectionner le grossissement, ainsi que la source de lumière coaxiale focalisée au centre du champ de travail, rendent possible une vue d'ensemble, et permet d'apprécier les différentes teintes dentinaires, et les volumes pour en déduire les différentes émergences et isthmes canalaires.

Cette différence de teinte s'appelle une « **carte dentinaire** » qui est appréciable à un grossissement de (**x10**) et peut voir :

- une dentine d'aspect bleu nacré qui borde les entrées canalaires.
- une ligne de dentine de couleur plus brune qui rejoint les entrées canalaires.
- une dentine d'un blanc crayeux qui délimite le plancher pulpaire.

Les teintes observables sous loupes binoculaires ou MO guideront ainsi pour éliminer les surplombs dentinaires et la dentine irritative, et vont permettre d'établir une carte topographique du plancher, afin d'avoir un accès optimal au réseau canalaire, et puis la réalisation d'une cavité d'accès adéquate, dont la forme est parfaite avec une préservation maximale des tissus sains.

Selon Bal: «**les endodontistes ont diminué la taille des cavités grâce au microscope opératoire, et ont découvert le respect absolu du parodonte apical**» [18] [40] [53] [63]



Fig. 59: Photo mettant en évidence la « carte dentinaire » du plancher pulpaire (x10), dentine axiale (blanc crayeux) et dentine du plancher pulpaire (brune), et les entrées canalaire sont reliées par une ligne brune. [40]

➤ **chambre pulpaire calcifié avec pulpolithes**

La sensation de chute, associée à l'entrée dans la chambre pulpaire, ne se produit pas en présence des tissus durs calcifiés ou de pulpolithes.

Lors de traitements initiaux, la démarcation peut s'exprimer sous la forme d'une ligne hémorragique correspondant au tissu pulpaire sous-jacent. **À ce stade, les aides optiques et principalement le microscope opératoire sont des outils précieux pour mieux visualiser les tissus dentinaires, calcifiés et pulpaire.**

La démarcation est élargie à l'aide d'inserts ultrasonores appropriés sous contrôle visuel constant.

Une étude radiographique préopératoire du cas ainsi que l'utilisation d'aides visuelles permettent une meilleure gestion de cette difficulté le plus souvent retrouvée dans les premières étapes du traitement. [64]



Fig. A.60 : Les contours du pulpolithe sont mis en évidence par l'exsudat hémorragique de la pulpe sous-jacente. [64]

Fig. B.60 : La zone de démarcation entre le pulpolithe et les parois canalaire est approfondie et élargie à l'aide d'inserts ultrasonores sous control visuelle. [64]

Fig. C.60 : Vue du plancher indemne après élimination du pulpolithe [64]

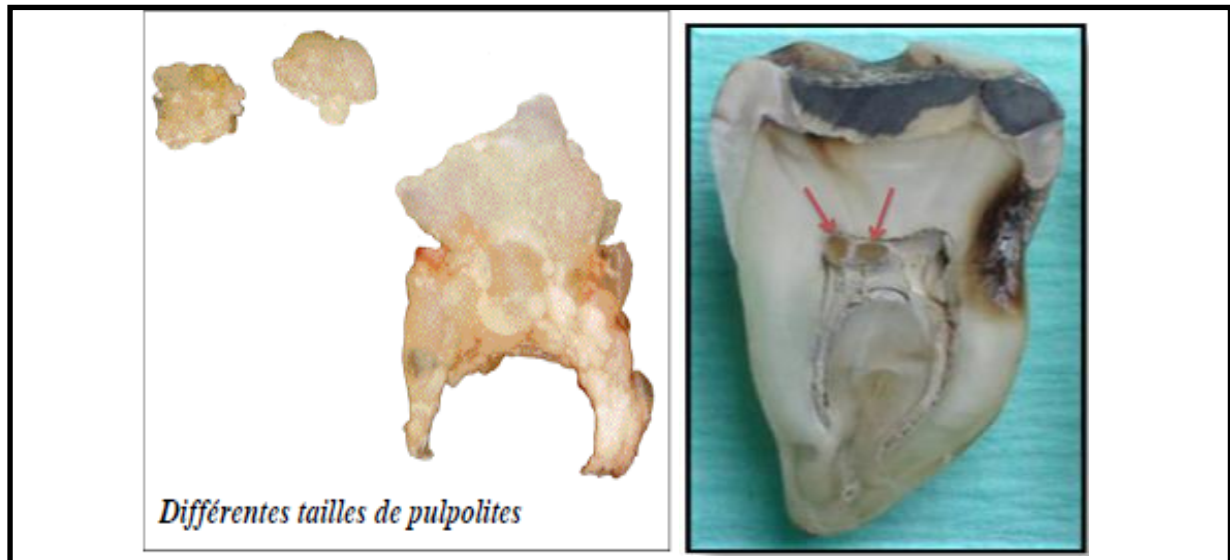


Fig.61 : présence d'une calcification de la chambre pulpaire et les différentes tailles des pulpolithes [65]

### 7.1.3. Localisation des orifices canaux

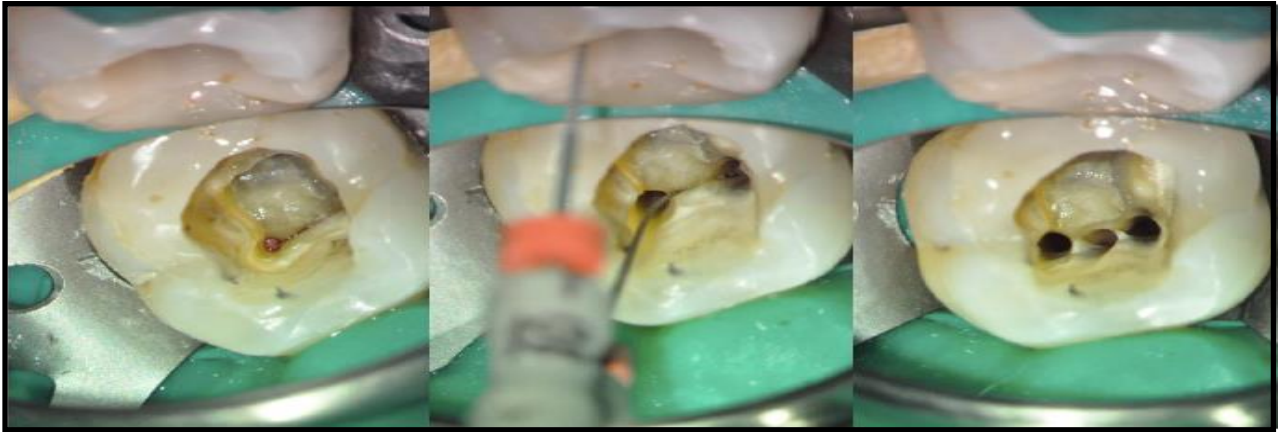
La connaissance de l'anatomie dentaire et les configurations canalaire les plus fréquentes est indispensable à la réalisation d'un traitement endodontique, Mais il faut également admettre qu'une infinité de variations sont possibles, **c'est pour cette raison que les endodontistes ont eu recours au matériels de fort grossissement.**

En effet, les différences de couleur des structures inspectées par microscope opératoire à grossissement (x6) vont permettre de repérer les orifices canalaire plus facilement et éviter la création de perforation ou faux-canal.

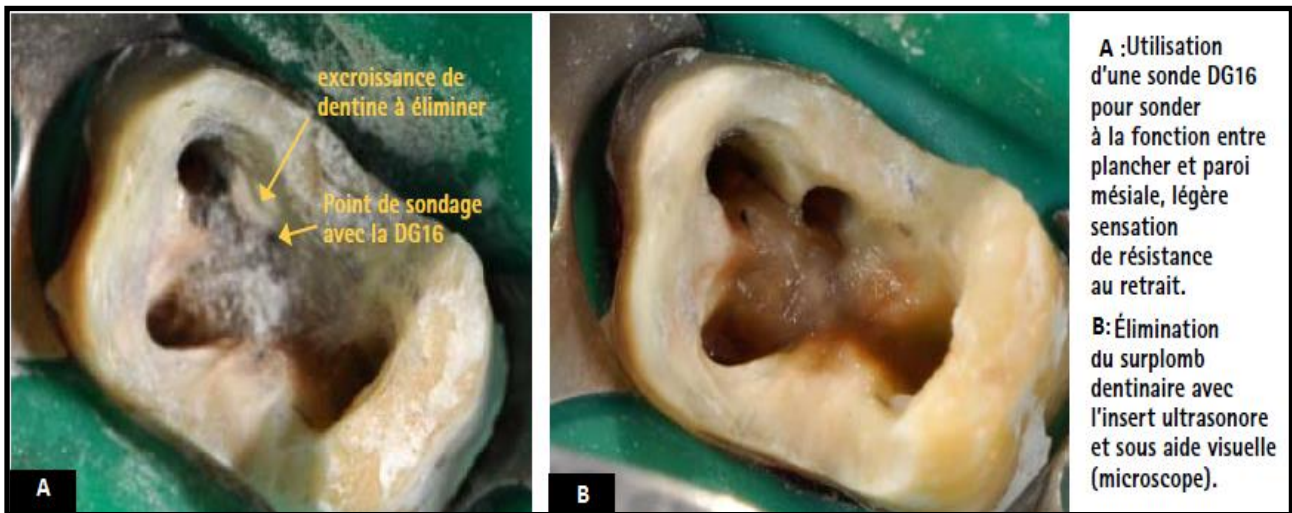
Une entrée canalaire est repérée par son ouverture emplies de tissu pulpaire hémorragique ou simplement par son aspect blanc fibreux qui sera digéré par l'action protéolytique de l'hypochlorite de sodium. Ses berges sont bordées d'une dentine à l'aspect bleu nacré. Parfois, une rupture au milieu de cette nacre détermine un sillon ou une ligne de dentine de teinte plus brune qui mène vers une entrée canalaire supplémentaire.

On pourra également utiliser le Bleu de Méthylène qui va aller se loger préférentiellement au niveau des orifices canalaire. [53] [63] [66]





**Fig.62 : localisation d'un canal surnuméraire lors de la préparation initial sous MO. [53]**  
**Grace aux outils de fort grossissement on peut détecter des orifices canaux supplémentaires** que l'on ne peut pas détecter à l'œil nu comme par exemple dans le cas de première prémolaire maxillaire et première molaire maxillaire.



**Fig.63 : la recherche de MV2 de la molaire maxillaire sous microscope opératoire. [67]**

#### 7.1.4. Mise en forme canalaire

La mise en forme initiale consiste à supprimer la courbure et les interférences dentinaires situées à la jonction de la cavité d'accès et de l'entrée du canal sans détériorer ou fragiliser la racine, dans le but de faciliter l'introduction d'instrument lors du cathétérisme. Grâce au matériel de fort grossissement (plus particulièrement le microscope opératoire), il est possible maintenant d'inspecter l'anatomie d'un canal rectiligne jusqu'au foramen apical, et apprécier la forme et le trajet d'un canal courbe jusqu'à la première courbure. L'inspection des canaux pulpaire dans le premier tiers radicaire permet une mise en évidence des bifurcations hautes en présence d'une anatomie à canaux divergents. Au tiers moyen il est possible de découvrir l'initialisation d'une courbure, d'une bifurcation ou d'un départ de faux canal.

**Toutes ces lectures permettent à l'opérateur une véritable représentation tridimensionnelle de l'anatomie canalaire. Celle-ci, couplée à la lecture radiographique, permet une plus grande compréhension de l'endodontie.**

Durant le parage canalaire le microscope a aussi son utilité. Il permet le contrôle de l'évacuation des débris pulpo-dentinaires créés par le passage successif des instruments



---

manuels et rotatifs. Il améliore la visualisation et l'éviction de la boue dentinaire accumulée sur les parois canalaires.

L'observation avec une aide optique du nettoyage des canaux radiculaires permet de juger la qualité de la préparation endodontique. [40] [53] [68]

### Remarque : en cas d'oblitérations canalaires

#### ➤ Cas des pulpolithes

Les pulpolithes sont des calcifications dont l'origine demeure inconnue mais leur prévalence est particulièrement élevée quel que soit le degré de maturité dentaire, Si une thérapeutique canalaires est entreprise, les pulpolithes doivent être totalement éliminés afin de s'assurer de la gestion complète du réseau canalaires. Une étude radiographique préopératoire du cas ainsi que **l'utilisation d'aides visuelles permettent une meilleure gestion de cette difficulté** le plus souvent retrouvée dans les premières étapes du traitement.

L'élimination des pulpolithes canalaires est très facilitée si une aide optique est utilisée, elle repose essentiellement sur l'insertion initiale de limes de petit calibre (K08, K10) précurbées, associées à une irrigation peropératoire abondante à l'hypochlorite de sodium (2,5 % à 5 %) et de chélatant, pour faciliter la pénétration des instruments endodontiques et l'élimination de la phase minérale des adhérences du pulpolithe. Leur renouvellement fréquent est recommandé au cours de l'acte endodontique. [37] [64] [65]

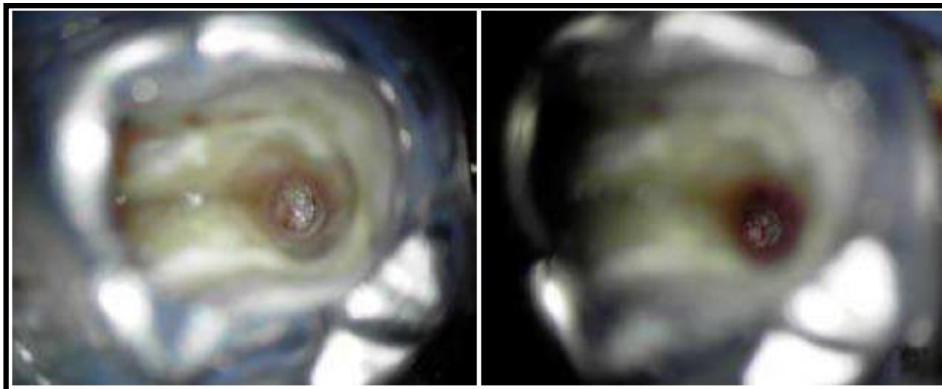


Fig.64 : photographie montre la présence d'un pulpolithe canalaires et visualisation directe du tiers apical après élimination du pulpolithe. [64]

#### ➤ Cas des dégénérescences calciques post traumatiques

Le rétrécissement de la lumière canalaires peut refléter une évolution réactionnelle ou réparatrice face à une agression extérieure ou dégénérescence calcique.

**Le traitement endodontique d'une dent oblitérée ne doit pas être considéré comme impossible à réaliser, surtout avec l'apparition des systèmes de fort grossissement.**

Le traitement endodontique d'une dent traumatisée n'est entamé que si la dent présente des signes positifs d'une infection d'origine endodontique, donc la recherche du canal doit être réalisée selon un protocole adapté avec une aide visuelle optique et radiologique. [37]

[64] [65]

### 7.1.5. Obturation Canalaires sous aides optiques

---

Le praticien recherche toujours à avoir une obturation tridimensionnelle complète et étanche, **de ce fait il peut contrôler le déroulement de chaque étape de l'obturation canalaire à l'aide de systèmes optiques.**

Après la mise en forme adéquate des orifices canalaires sous irrigation continue, le canal est bien nettoyer et sec, L'application du ciment canalaire dans la cavité d'accès du canal peut être vérifiée grâce à des grossissements faibles, en contrôlant le compactage de la gutta- percha et en éliminant les excès de ciment facilement sous microscope opératoire. Toutefois, le contrôle radiographique demeure une étape essentielle dans une obturation canalaire.

À noter que le recours à l'utilisation de système de grossissement s'avère indispensable surtout dans le cas de canal en C qui est particulièrement délicat à obturer. [36] [68] [69]

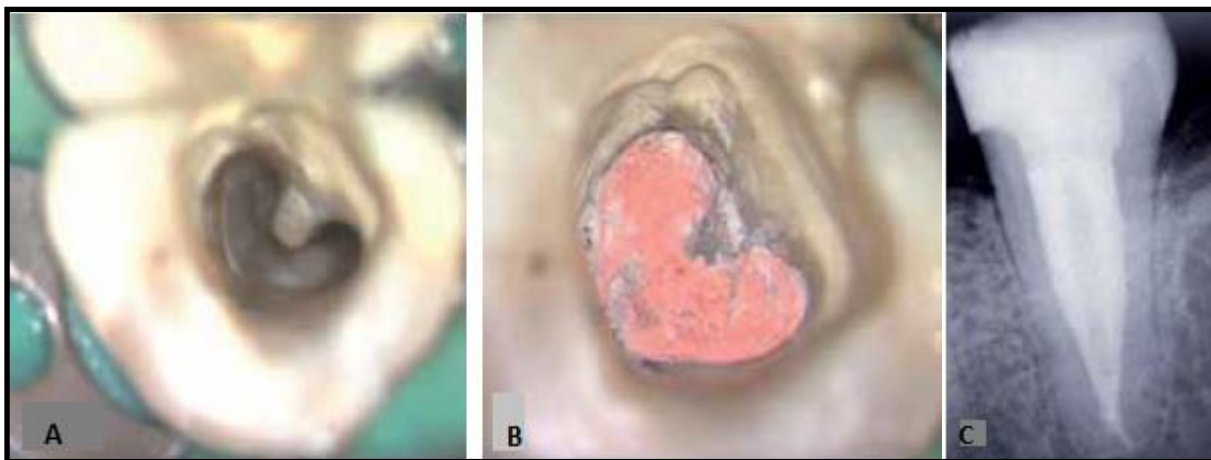


Fig. 65 A : Canal en C d'une 37mis en forme et nettoyé. [3]

Fig. 65 B : Obturation de la 37. [3]

Fig. 65 C : Radiographie de l'obturation de la 37. [3]

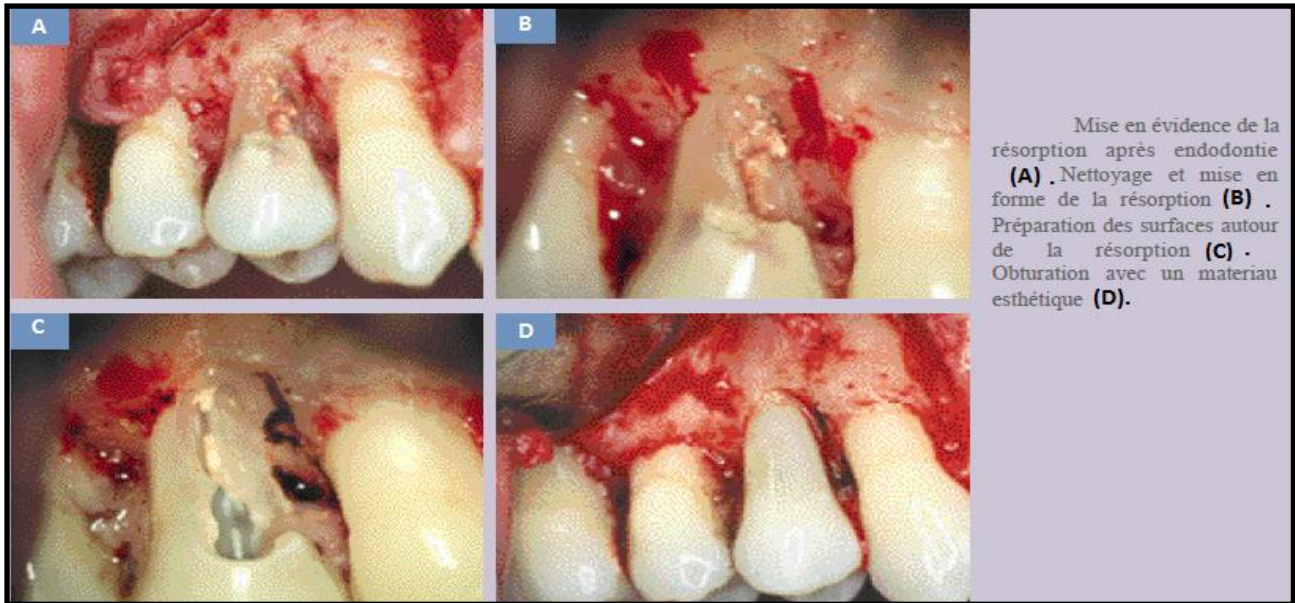
#### 7.1.6. Traitement des résorptions

Lors du traitement des résorptions, deux problèmes se posent à l'opérateur. Le traitement proprement dit de la résorption dentinaire et de son aspect en nid d'abeille (incluant la mise en place de l'hydroxyde de Calcium) et l'obturation de la résorption par un matériau hermétique (après dépose de l'Hydroxyde de Calcium).

Lorsque la résorption se trouve dans le tiers moyen ou coronaire du système canalaire, il est souvent possible de l'inspecter visuellement sous microscope opératoire et de prendre la décision entre un traitement à l'hydroxyde de calcium ou un alternatif comme par exemple une extrusion radiculaire.

**La réalisation sous microscope opératoire de tous ces actes permet une précision inégalée du geste et ce, sans délabrement dentinaire excessif, avec plus de précision à l'application de l'hydroxyde de calcium.**

Enfin, il permet de donner un pronostic plus fiable que si on se baser sur l'interprétation radiologique de la lésion. [18][36]



**Fig. 66 traitement de la résorption sous microscope opératoire [36]**

## 7.2. Traitement orthograde de seconde intention (non chirurgicale)

### 7.2.1. Apport du MO après accident de parcours lors du traitement ultérieur

Les accidents de parcours en endodontie sont le plus souvent des dommages iatrogènes d'origine instrumentale, infligés à l'anatomie endodontique lors des manœuvres instrumentales.

Très fréquents, ils passent assez souvent inaperçus pour l'opérateur tant au cours des manœuvres instrumentales que sur la radiographie du traitement.

On retiendra :

- L'oubli d'un canal
- La perforation
- La butée
- Les obstacles intra canaux [18]

#### 7.2.1.1. L'oubli d'un canal

Une complication peut être due à un canal oublié non traité par exemple le canal MV2 d'une molaire maxillaire [20], difficilement recherché **et localisé à l'œil nu** et qui a été toujours source de grand nombre d'échecs dans les traitements endodontiques [66], ou des canaux surnuméraires qui sont des canaux très fins qui peuvent présenter des isthmes intra canaux des bifurcations et des courbures [17]

Voici ci-dessous un tableau qui montre le nombre moyen de canaux par dent :

**Tableau 01 : le nombre moyens d'orifices canaux présents pour chaque dent [67]**

- NOMBRES MOYENS D'ORIFICES CANALAIRES PRÉSENTS DANS LA CHAMBRE PULPAIRE PAR TYPE DE DENT ET DE RACINE									
	Incisive centrale	Incisive latérale	Canine	Première prémolaire	Seconde prémolaire	Première molaire		Seconde molaire	
Maxillaire	1 o.c. 100 %	1 o.c. 100 %	1 o.c. 100 %	1 o.c. 15 % 2 o.c. 80 % 3 o.c. 5 %	1 o.c. 60 % 2 o.c. 40 %	Racine MV	1 o.c. 90 % 2 o.c. 10 %	Racine MV	1 o.c. 40 % 2 o.c. 60 %
						Racine DV	1 o.c. 100 %	Racine DV	1 o.c. 100 %
						Racine Pal.	1 o.c. 100 %	Rcine Pal.	1 o.c. 100 %
Mandibule	1 o.c. 90 % 2 o.c. 10 %	1 o.c. 90 % 2 o.c. 10 %	1 o.c. 80 % 2 o.c. 20 %	1 o.c. 98 % 2 o.c. 1,5 % 3 o.c. 0,5 %	1 o.c. 97,5 % 2 o.c. 2,5 % (division basse)	Racine Més	1 o.c. 20 % 2 o.c. 79 % 3 o.c. 1 %	Racine Més.	1 o.c. 30 % 2 o.c. 70 %
						Racine Dist.	1 o.c. 60 % 2 o.c. 40 %	Racine Dist.	1 o.c. 95 % 2 o.c. 5 %
						Radix Endomolaris	= jusqu'à 5 %	Racine en C	= jusqu'à 5 %

**Les aides optiques jouent un rôle important dans la recherche et l'identification de ces canaux surnuméraires et du canal MV2 de la première molaire maxillaire.**

Buhrley et Coll ne montrent pas de différence entre l'utilisation de loupes ou microscope cependant, Ils soulignent **la supériorité des aides visuelles par rapport à l'œil nu dans la découverte du MV2, et considèrent ce facteur comme essentiel.**

Baldassari – crus et Coll, montrent que l'utilisation du microscope augmente la capacité des cliniciens à détecter le MV2: à 85% contre 51% détectés à l'œil nu.

Selon l'étude d'Alaçam en 2008, la combinaison microscope et insert ultrasonore améliore la détection du MV2 avec un pourcentage atteignant 74%. Déjà en 1999, une étude clinique de référence conduite sur 8 ans et sur 1 096 premières molaires maxillaires par JJ Stropko aboutissait à des conclusions plus complètes. Le taux de découverte de MV2 passe de 73,2 % à 93 % avec : [66]

- l'utilisation fréquente et routinière du microscope
- l'utilisation d'instruments spécifiques à l'endodontie sous microscope

Le MV2 est généralement situé légèrement en mésial d'une ligne imaginaire reliant le MV1 au canal palatin (à environ 2 à 3 mm du MV1 en direction palatine).

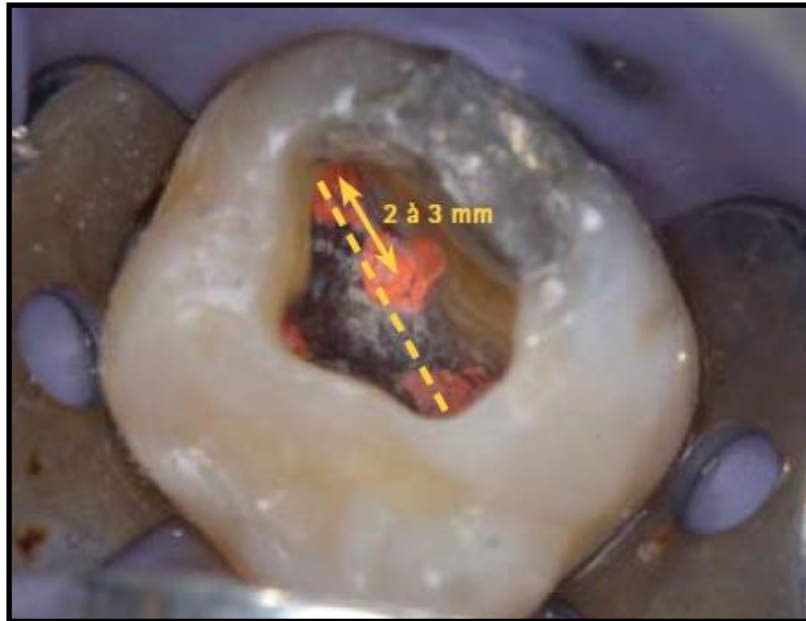


Fig. 67 : Position du MV2, en mésial de la ligne imaginaire reliant le MV1 au canal palatin. [66]

**Remarque :** L'observation d'une particularité de l'anatomie externe comme une cuspide supplémentaire de la dent à traiter, doit nous guider dans la recherche sous microscope d'un canal supplémentaire. [67]

#### 7.2.1.2. Perforation

Une perforation est la suite d'une instrumentation dans un faux canal crée. D'autre part une perforation du plancher pulpaire peut également avoir lieu lors de l'ouverture de la chambre pulpaire pouvant aboutir à une infection irréversible menant à l'extraction. [70]

##### ➤ Rôle des aides optiques dans le diagnostic des perforations

Une perforation peut avoir plusieurs localisations, on peut citer la perforation du tiers coronaire et du tiers moyen, la perforation du plancher pulpaire, la perforation par stripping et la perforation du tiers apical.

**Le microscope est d'un apport précieux dans la détection et la localisation des perforations se situant au-dessus des courbures apicales grâce à une vision direct.**

**Remarque :** Cependant il ne peut nous aider dans la résolution des perforations apicales sauf si une chirurgie endodontique par voie rétrograde est indiquée. [17]

##### ➤ Rôle des aides optiques dans le traitement des perforations

Une étude réalisée par Schmidt et coll. en 2016 a montré que l'utilisation des microscopes opératoires dans le traitement des perforations permet une meilleure adaptation marginale des matériaux de comblement [71], comme il est aussi de grande utilité pendant des étapes intermédiaires; **le MO permet d'appliquer et de déposer l'hydroxyde de calcium de façon précise.** [17]

##### ➤ Rôle des aides optiques dans la prévention des perforations

Les aides optiques sont également indispensables pour la prévention des perforations ; en effet il est essentiel de travailler avec une bonne visibilité des instruments, la loupe et le



microscope permettent cela, ainsi que l'utilisation de fraises long col et d'inserts à ultrason de faible diamètre permettent de travailler avec plus de visibilité et de précision et donc de diminuer le risque de perforation. [71]

L'image radiologique ci-dessous prise sur une dent 21, traitée initialement montre une fausse route qui a été à l'origine d'une parodontite apicale symptomatique et fistulisée. [72]

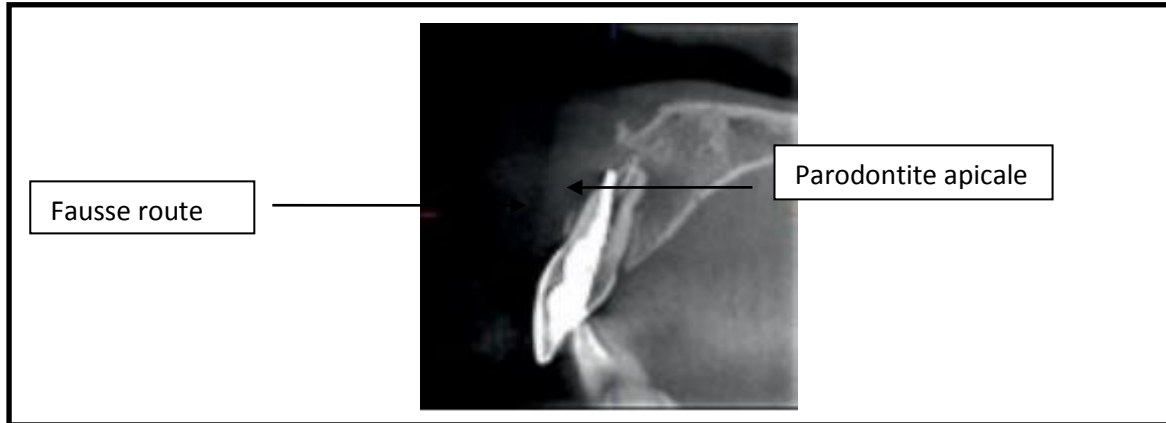


Fig. 68 : Un TVN sur 21. [72]

Après évaluation des différents paramètres cliniques de la dent, une décision de reprise de traitement a été prise.

Grace à la combinaison des aides optiques et la pointe ultrasonore la gutta percha qui a été poussée au de-là de la constriction apicale a été complètement enlevée et la dent a été bien désobturée.

Une vision direct sous fort grossissement a permis de sceller la perforation avec du MTA d'une manière ciblée en bloc avec le fond du canal radiculaire sur une longueur de 2 mm.

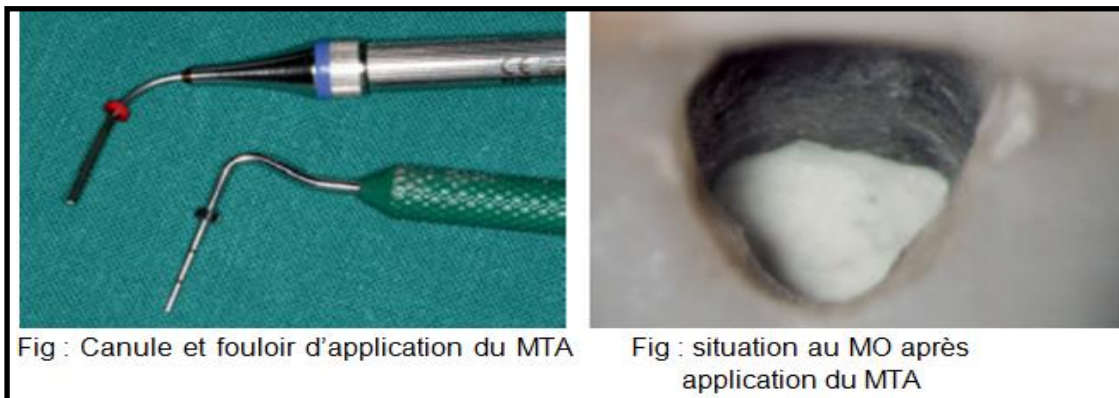


Fig.69 : canule et fouloir d'application du MTA et la situation au MO après application [72]

La MTA a été appliqué à l'aide d'une canule de taille convenable et a été condensé par des fouloirs.

Après prise du MTA la dent a été obturée complètement et quelques semaines plus tard il y'a eu une régression de la symptomatologie et le statut clinique a été nettement amélioré.



**Fig.70 : diminution de la tuméfaction et cicatrisation de la fistule** [72]

### **7.2.1.3. La butée**

La création d'une butée, autrement appelée marche, résulte d'un stripping dans une zone étroite souvent située au niveau de la courbure canalaire maximale ; un travail en force répété à ce niveau et un manque de flexibilité entraîne la déviation de l'instrument du canal et le blocage de l'instrument. [71]

Le MO facilite la mise en évidence du surplomb et des interférences situés au niveau de la cavité d'accès ou au niveau de l'entrée canalaire. La suppression du surplomb et la mise en forme de tout le segment canalaire en amont de la butée, permet un déplacement de l'orifice canalaire en direction opposée. **Ceci améliore alors la visualisation de la butée sous microscope et permet ainsi de donner un axe de pénétration instrumentale selon une direction favorable au franchissement de la butée.** [17]

### **7.2.1.4. Les obstacles intracanaux**

#### **7.2.1.4.1. Désobturation des matériaux d'obturation initiale**

Pour mobiliser les moignons scellés, les résidus de ciment, la gutta percha et les cônes d'argent tout en conservant la dentine radiculaire, il est nécessaire d'utiliser des inserts ultrasonores en donnant une excellente visibilité sous aides optiques, ce qui améliore grandement la capacité de retraiter les canaux. [57]

Les pâtes dures difficilement solubles comme les pâtes résineuses nécessitent des techniques invasives, on utilisera un fraisage combiné aux inserts ultrasonores et un solvant de type diméthyle formamide.

**Ici l'aide optique trouve toute son indication dans le guidage des instruments coupants diminuant ainsi le risque de butées, de fausses routes ou de perforation.** [19]

Comme **cette aide optique peut être d'une grande utilité lorsque nous** utilisons des limes manuelles de Hedstrom torsadée et passées latéralement autour d'un cône d'argent ou d'un instrument fracturé, lors du retrait. [73]



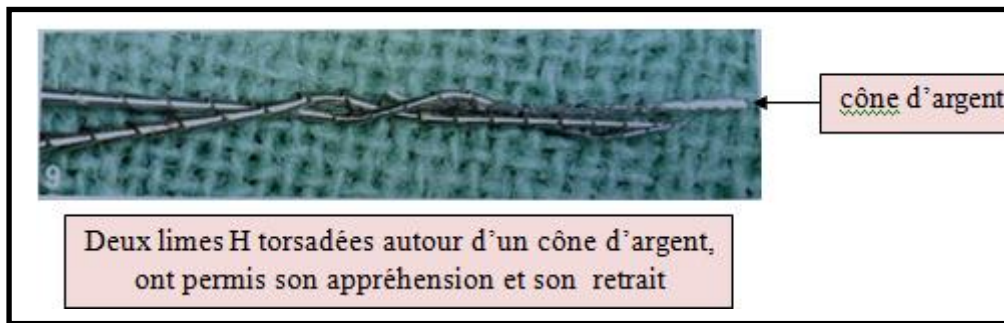


Fig.71 : cône d'argent retiré du canal à l'aide de deux limes H torsadées [73]

En fin de désobturation la propreté des canaux sera contrôlée sous grossissement et si nécessaire une nouvelle phase de nettoyage sera répétée. Enfin, l'utilisation **d'un microscope opératoire**, d'instruments à ultrason d'irrigants, de limes NI-TI rotatifs et de matériaux d'obturation appropriés augmente la capacité à atteindre la guérison après retraitement. [53]

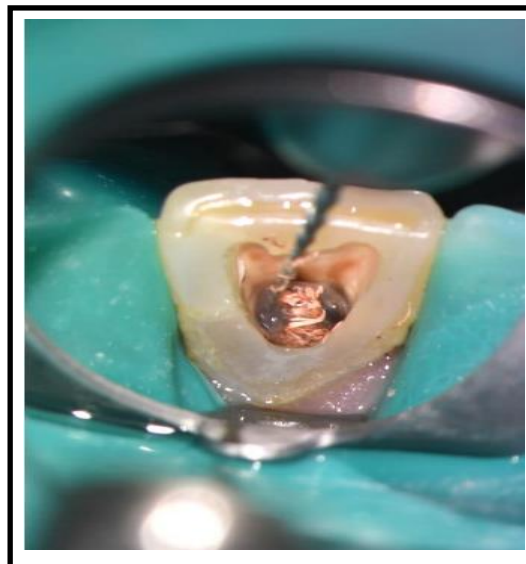


Fig.72 : mise en évidence du matériau d'obturation retiré lors de la désobturation sous fort grossissement. [53]

#### 7.2.1.4.2. Désobturation des restaurations corono- radiculaires (RCR)

Les dents à retraiter sont souvent porteuses de restaurations corono-radiculaires ; il est essentiel de savoir les desceller en vue d'aborder le système canalaire.

Ces restaurations peuvent être des screw-post, des tenons en fibre de carbone, en métal ou des inlays-core.

Plusieurs facteurs concourent au succès de la dépose du tenon et influencent le résultat parmi eux, la mise à disposition des équipements d'agrandissement, d'illumination et des générateurs à ultrasons. [74]

En outre l'utilisation du microscope opératoire ou au moins de lunettes loupes permet l'élimination plus aisée de toute la dentine cariée et des résidus de matériaux d'obturation coronaire. Ces aides optiques assurent, d'autre part l'examen précis du plancher pulpaire afin de vérifier son intégrité. Les pulpolithes, les surplombs, les canaux supplémentaires sont ainsi repérés avant la pénétration canalaire. [74]

D'autre part l'aide optique est importante dans le positionnement des inserts ultrasonores et procure un travail de précision conservateur qui diminue le risque de perforation et préserve la structure des dents adjacentes. [74]



Fig.73 : dépose d'ancrage métallique sous grossissement. [53]

Sous grossissement, l'utilisation des trépanns qui composent les trousse de Gonon et Thomas et qui sont utilisés en alternance avec les vibrations ultrasonores nous permet avec aisance le retrait des tenons et même les instruments fracturés. [75]

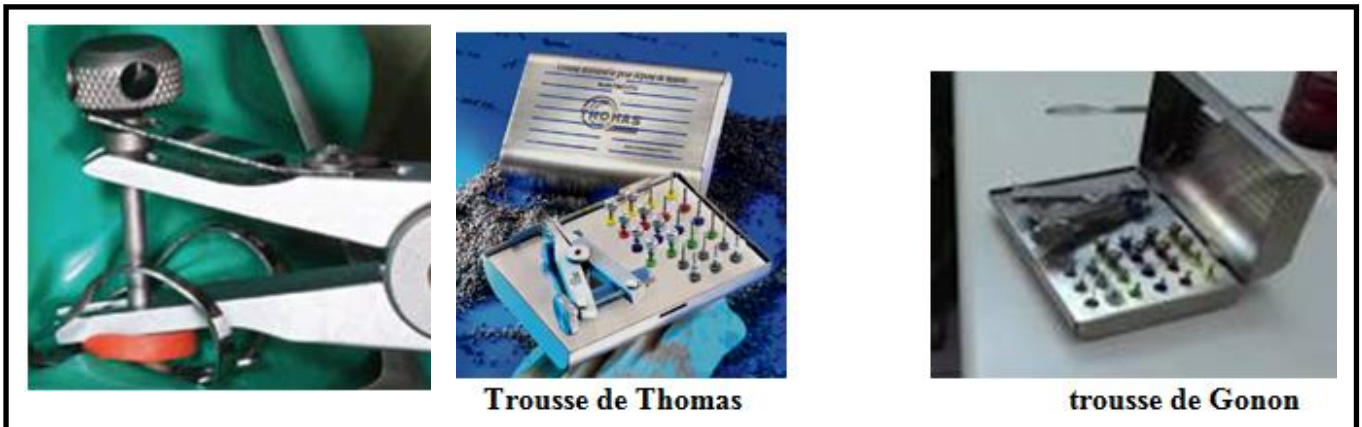


Fig. 74 : différents trousse utilisée pour le retrait des tenons et des instrument fracturés.[75]

#### 7.2.1.4.3. Retrait d'instrument fracturé

Lors du traitement endodontique et notamment en présence de dents avec une anatomie complexe, il arrive parfois qu'un instrument endodontique se fracture, ce n'est pas forcément un problème, l'instrument est stérile et il ne présente pas de risque de rejet ou de corrosion.

L'instrument dentaire empêche parfois le nettoyage correct du canal qui engendre indirectement un problème infectieux. La plupart du temps il est possible de nettoyer l'ensemble du canal en passant à coté de cet instrument, cependant il est parfois nécessaire de déposer l'instrument par un traitement endodontique classique ou par une chirurgie. [53]

---

**Des nouvelles techniques ont été développées reposant sur des technologies nouvelles en particulier les aides optiques et les ultrasons.**

Lorsqu'il est possible de passer latéralement le long de l'instrument, il est dès lors libéré des parois canalaires et préhensible par un système de préhension.

Pour passer latéralement, on peut utiliser des limes manuelles de profil K (associés à des gels chélatant ou à des lubrifiants) ou des inserts ultrasonores type CT4 ou ET. [75]

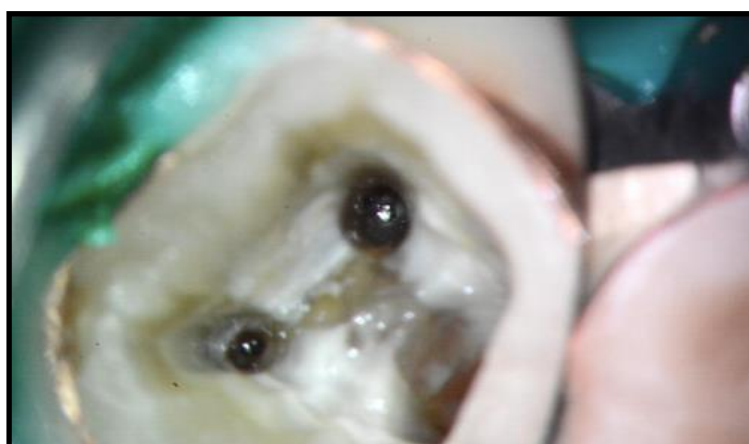


**Fig. 75 : inserts ultrasonores.** [75]

Lorsque le passage le long de l'instrument est impossible, la dentine enserrant l'instrument doit être éliminée sur quelques millimètres de manière à libérer l'instrument sur sa partie supérieure. [74]

**Et ceci ne peut se faire qu'avec l'apport d'une aide optique.**

En effet Sous aides optiques on peut visualiser l'espace éventuel entre l'instrument et la paroi canalaire et tester la mobilité éventuelle du fragment et donc d'évaluer les possibilités de franchissement et de dégagement in situ.[75] La nécessité d'une aide optique se fait encore plus ressentir lorsque la position de l'instrument fracturé se trouve dans la partie apicale ou médiane de la racine. [74]



**Fig.76 : instrument fracturée intracanaire sous grossissement** [53]

### **7.2.2. Complexité anatomique**

L'anatomie radicaire est un critère important à étudier avant toute réintervention. En effet la présence de courbures importantes ou complexes, dont la négociation est rendue difficile par le traitement précédent peut être une contre-indication du retraitement classique et une indication de la chirurgie endodontique. [17]

### 7.3. Apport des aides optiques en Odontologie pédiatrique

Contrairement à ce à quoi on s'attendrait, les moyens de fort grossissement s'avèrent d'une grande utilité lors des traitements dentaires en pédodontie.

#### ➤ Traitement conservateur

En odontologie pédiatrique, le travail consiste le plus souvent à réaliser, sur les dents temporaires, des tailles plus réduites que sur les dents définitives. **Le microscope opératoire rend la mise en œuvre plus aisée pour l'opérateur.**

Le suivi d'un scellement de fissures est particulièrement impressionnant, du fait que, de par sa constitution naturelle, le système des fissures se caractérise par une morphologie très fine qu'il est difficile d'évaluer à l'œil nu. **Le recours au MO permet un meilleur contrôle de la surface mordancée, ainsi que l'élimination plus ciblée de bulles d'air et/ou d'excès de résine de scellement.**

**La visualisation pour le petit patient des actes effectués en direct, pourrait permettre une dédramatisation de l'acte opératoire.** [36] [66]

#### ➤ Traitement d'apexification

Lors de la réalisation d'un traitement d'apexification avec de l'Hydroxyde de Calcium ou d'obturation d'apex largement ouvert à l'aide de MTA®, la visualisation des matériaux à l'aide d'un MO permet leur pose et leur dépose avec précision au niveau du tiers inférieur du canal. Cela aide à limiter les débordements au-delà de l'apex. [36] [66]

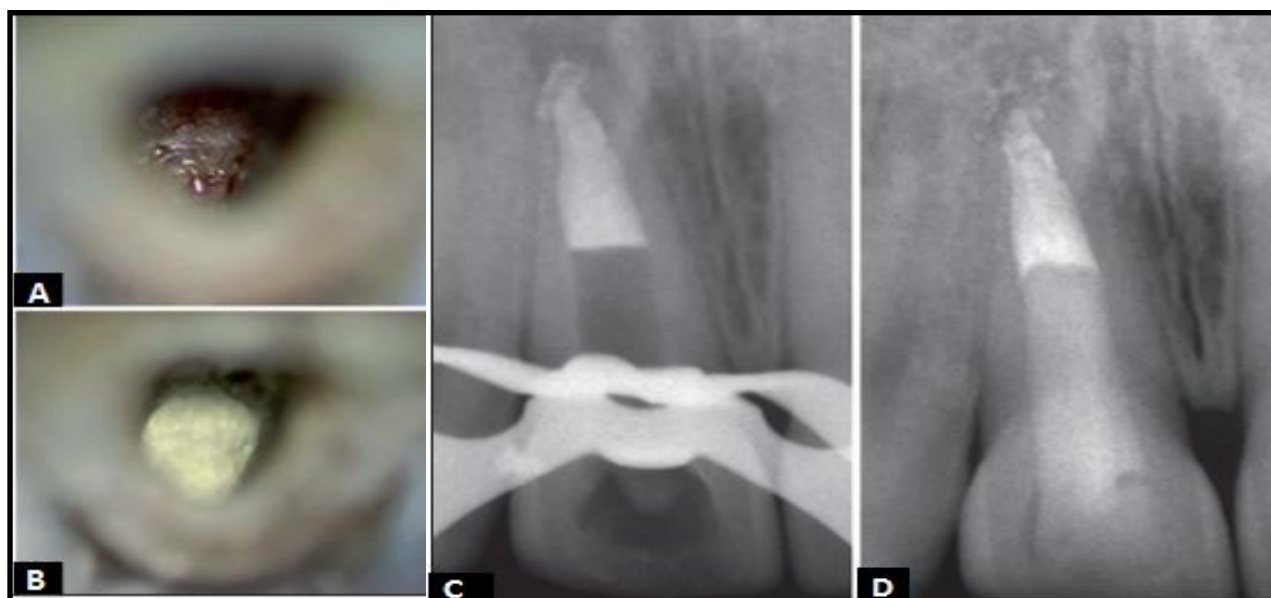


Fig.77A : Vue clinique des tissus apicaux au microscope. [76]

Fig.77B : Vue clinique du bouchon de MTA après placement à l'apex. [76]

Fig.77C : Radiographie de contrôle du bouchon apical de MTA. [76]

Fig.77D : La restauration corono-radriculaire fibrée et collée est placée lors d'une autre séance. Elle assure la consolidation de la dent. [76]

---

## 7.4. Apport des aides optiques dans la chirurgie endodontique

### 7.4.1. La chirurgie endodontique apicale

La chirurgie apicale est le débridement d'une lésion d'origine endodontique et l'obturation du réseau canalaire par voie rétrograde. La modernisation et l'amélioration des techniques de chirurgie apicale endodontique ont été autorisées grâce à l'apparition des dispositifs de grossissement comme les loupes binoculaires ou les microscopes optiques qui ont apporté des changements radicaux rendant la chirurgie moins intrusive et minimalement invasive. [36] [77] [78]

**Dès lors il ne s'agit plus de chirurgie apicale mais d'une microchirurgie endodontique apicale à retro.**

#### 7.4.1.1. La visibilité

##### 7.4.1.1.1. Le grossissement

Pendant longtemps les interventions de chirurgie endodontique ont été réalisées à l'œil nu et concernaient principalement les secteurs antérieurs.

Le besoin de traiter les secteurs postérieurs avec une grande précision et une visibilité accrue a amené les médecins dentistes à s'équiper de systèmes de grossissement. Les loupes binoculaires sont apparues (on rappelle que ce n'est qu'à partir de 1990 qu'est introduit l'usage du microscope opératoire en chirurgie endodontique).

Bien que l'agrandissement confortable de travail se situe autour d'un grossissement x10, les grossissements plus importants permettent une observation extrêmement précise.

Aujourd'hui, les meilleurs médecins-endodontistes sont capables d'obturer l'ensemble de la hauteur du système canalaire par voie apicale: on parle de chirurgie endodontique. [79]

##### 7.4.1.1.2. L'éclairage

**Le second avantage du microscope opératoire est la très haute qualité de l'éclairage qu'il procure avec une absence totale d'ombre quelle que soit l'anfractuosité du site examiné.**

**C'est un avantage déterminant en endodontie chirurgicale qui permet de contrôler la cavité osseuse et d'examiner le canal traité.** Cet examen est réalisé à l'aide de micro miroirs qui, en conjonction avec le microscope opératoire, permettent de visualiser les apex des racines. **Le microscope autorise ainsi des interventions dans des sites très difficiles d'accès avec beaucoup de sérénité.** [80]

##### 7.4.1.1.3. Nécessité d'hémostase

L'hémostase est un corollaire indispensable pour une bonne visibilité et des conditions de travail optimales. Des bandes de compresses stériles et si le saignement persiste, le sulfate ferrique est un agent hémostatique de choix. [81]

### 7.4.2. Techniques actuelles de la chirurgie endodontique

Les étapes permettant une chirurgie endodontique sont essentiellement réalisées sous MO avec différents grossissements pour prévenir les complications post-opératoires et obtenir une bonne cicatrisation :

A noter que les premières étapes sont réalisées sous un grossissement faible: 2,5x à 8x.



---

#### 7.4.2.1. L'Anesthésie

Toutes les anesthésies seront réalisées avec un dispositif d'agrandissement optique afin de contrôler précisément le site d'injection (et éviter l'injection intravasculaire). [82]

#### 7.4.2.2. L'Incision et le Lambeau

Plusieurs types de lambeaux peuvent être envisagés en microchirurgie endodontique. La conception des berges microchirurgicales et la gestion chirurgicale des tissus mous sont également grandement améliorées par une approche microscopique, lors de la réalisation des incisions pour mieux contrôler leur tracé.

La capacité d'effectuer la chirurgie avec une plus grande précision, de pratiquer des incisions plus précises, et d'utiliser des instruments plus petits, conduisant à une gestion moins traumatique des tissus mous et aussi à une cicatrisation rapide et primaire des plaies, et une diminution de la douleur et des complications postopératoires, mais aussi à un bien meilleur pronostic que les interventions traditionnelles.

L'aspect final de la zone opérée après le processus de microchirurgie est tout simplement supérieur par rapport au résultat final des moyens de fonctionnement traditionnels. [5] [83] [84] [85] [86]

#### 7.3.2.3. L'Ostéotomie

L'ostéotomie est réalisée à minima de 3 ou 4 mm mais doit néanmoins permettre un accès instrumental (micro-instruments : curettes, inserts ultrasonores) convenable. L'utilisation des aides visuelles nous permet la détermination clinique et facile de la position de lésion apicale et donc le point de forage.

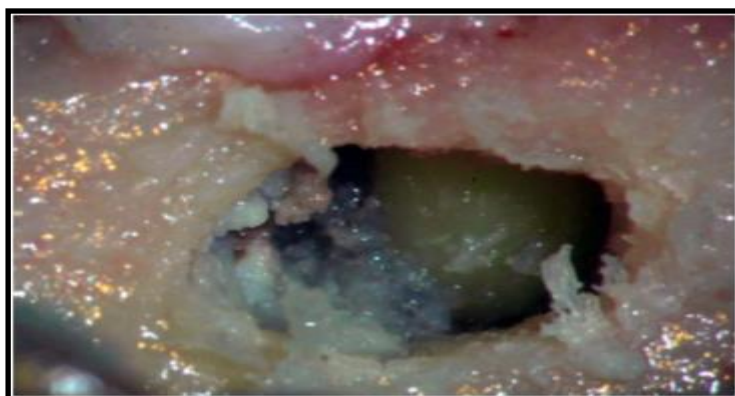


Fig.78 : Ostéotomie. L'apex radiculaire est visible. [87]

A noter que les étapes suivantes sont réalisées à l'aide d'un grossissement moyen: x10 à x16.

#### 7.4.2.4. L'exérèse de la lésion

Distinguer les différentes structures anatomiques, comme distinguer le nerf alvéolaire inférieur ou le paquet vasculo-nerveux, aussi distinguer l'os de la racine n'est pas toujours aisé; Le microscope opératoire constitue alors un atout majeur pour déceler les différences clinique :

- L'os est blanc, tendre et saigne au contact de la sonde.

- 
- tandis que le ciment a une couleur plus jaunâtre, plus sombre et plus dure au sondage. [87]

#### 7.4.2.5. La résection apicale

Ce temps opératoire constitue le deuxième temps du traitement étiologique des parodontites apicales, après l'exérèse de la lésion apicale. Cette opération vise à éliminer l'apex de la racine en cause.

La section radiculaire est réalisée à l'aide d'une fraise 170L montée sur contre angle à grande vitesse ou pièce à main et sous spray réfrigérant. L'utilisation de cette fraise facilite la réalisation d'une section à un angle de 45 à 60° de l'axe de la racine, **mais compte tenu de la miniaturisation instrumentale et de l'optimisation visuelle apportée par les dispositifs modernes d'agrandissement visuels, un tel angle n'est pas nécessaire en microchirurgie endodontique puisque il n'a aucune justification biologique** et plus l'angle de résection augmente, plus le nombre de tubuli dentinaires sectionnés augmente donc plus le risque d'échec liés au manque d'étanchéité de l'endodonte augmente. Par ailleurs, un angle augmenté entraîne une ostéotomie plus large donc une cicatrisation osseuse plus longue et un risque augmenté d'une communication endo-parodontale. [88] [87] [89]

Une fois la résection apicale réalisée, il est indispensable d'inspecter la surface radiculaire réséquée à l'aide du microscope opératoire à un degré d'agrandissement de 25 fois. Cette inspection a pour but d'observer la forme de section transversale des canaux (ronde, ovale, en S, en fer à cheval...), de déceler les résidus de matériaux d'obturation, les débris pulpaire, la présence de fracture verticale, d'isthmes canaux et de vérifier la section complète du ou des apex radiculaire. [85] [90]

Une étude rapportée par Rubinstein et Kim [1999] a confirmé la guérison dans 96,8% des cas à court terme, et 91,5% dans le suivi à long terme est bien au-delà des taux de succès des procédures d'apicectomie conventionnelles. Une autre étude indique une divergence encore plus grande de 44,2% à 60% pour la méthode traditionnelle et de 91,1% pour les techniques microchirurgicales. [5] [84]



Fig.79 : Vue sous microscope d'une résection apicale et l'obturation rétrograde. [78]



---

A noter que Les étapes suivantes sont réalisées à l'aide d'un grossissement fort : x20 à x26.

#### 7.4.2.6. La préparation canalaire à rétro

L'inspection sera conduite à l'aide d'un micro-explorateur. Ainsi, il est aisé de mettre en évidence les isthmes et les canaux accessoires.

Avant l'introduction du MO en chirurgie endodontique, la préparation apicale était réalisée avec des micro-fraises montées sur des contre-angles à micro-tête. A l'aide de ces instruments, il était difficile de respecter l'axe des canaux. La préparation apicale est actuellement effectuée à l'aide des pointes ultrasonores car l'émergence de nouveaux instruments microchirurgicaux a permis de compenser les insuffisances des systèmes rotatifs et de potentialiser la qualité de préparation. **Ces instruments sont miniaturisés donc nécessitent d'être utilisés avec un dispositif de grossissement visuel** ; on parle alors d'instruments micro-ultrasonique.

Certains praticiens utiliseront des grossissements inférieurs (x10, x16) afin d'introduire les pointes ultrasonores mais une inspection à fort grossissement devra alors être conduite par la suite.

Les instruments ultrasonores sont utilisés en vision indirecte ce qui dégage le champ de vision. Il est possible de contrôler l'axe de la préparation, de supprimer les matériaux d'obturation et/ou la boue dentinaire présents sur les parois canalaires. L'absence d'élimination de ces débris diminue l'étanchéité des matériaux d'obturation.

La préparation apicale est examinée de nouveau à l'aide d'un micro-explorateur. Il est nécessaire de vérifier l'absence de débris résiduels. La longueur de la préparation doit être d'au moins 3 mm pour que le matériau d'obturation assure une étanchéité suffisante.

La capacité du chirurgien à générer une surface radiculaire propre et lisse est améliorée par le grossissement. Il permet également une approximation conjointe des berges, qui est obligatoire pour la guérison et la régénération. [91] [92] [93] [94]

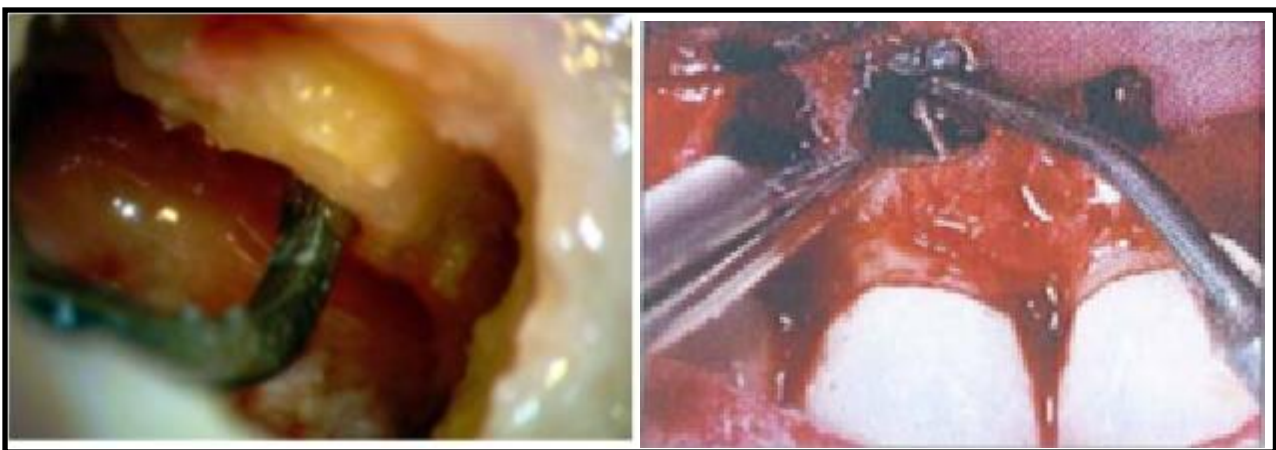


Fig.80 : Préparation a retro avec un instrument ultra-sonique [95]

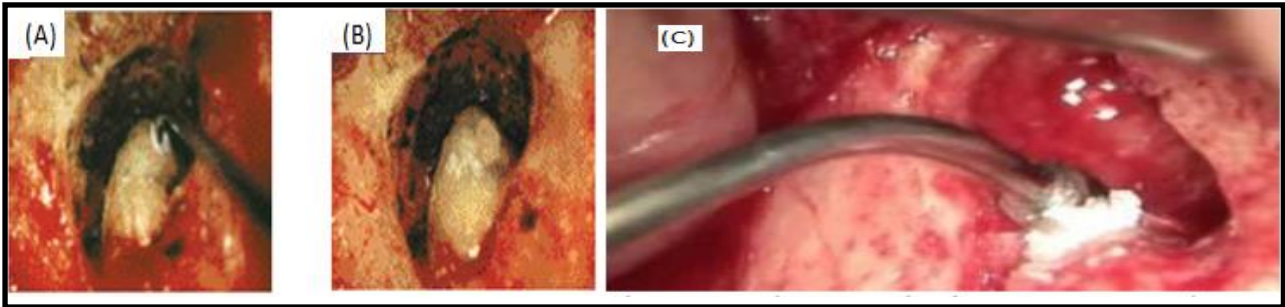
**Tableau 2 : avantages procurés par les micro-instruments ultrasoniques pour la préparation à retro, par rapport à l'usage d'une fraise montée sur contre-angle.** [82] [87] [94] [97]

Impératifs de la préparation à retro	Les micro-instruments ultrasoniques	Les instruments rotatifs : les fraises montées sur contre angle
Accès visuel et instrumental à la région péri-apicale	Favorable grâce à la microscopie instrumentale permettant l'usage de dispositifs d'agrandissement visuel	Difficile voire impossible en cas d'ostéotomie étroite
Qualité de la préparation canalaire a retro	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Optimisé par les micro-instruments : l'énergie des oscillions effectue un nettoyage mécanique des parois canales, améliore l'évacuation des débris</li> <li>- Préparation effective jusque dans les isthmes</li> <li>- Réalisation de cavités rétentes grâce à des embouts en « T »</li> </ul>	La préparation canalaire n'est pas intégrale puisque certains endroits sont inaccessibles à la fraise : la désinfection est incomplète
Respect du profil canalaire	Le système piézo-électrique et les instruments fins et flexibles (si alliage de titane) autorisent un respect strict du profil canalaire	Un dispositif de préparation rotatif ne respecte pas le profil naturel des axes canaux (non-respect des isthmes, courbures...)
Contrôle instrumental	Amélioré grâce au dispositif d'agrandissement visuel	Le risque de perforation est important lorsque l'axe canalaire n'est pas rectiligne

#### 7.4.2.7. L'Obturation à rétro

Une fois le canal mis en forme à rétro, il est asséché à l'aide de cônes de papier ou de micro-seringue. Pendant cette phase, le matériau (IRM, Super EBA, MTA...) est mis en

place dans la cavité à retro, **sous un fort grossissement optique** (de 14 à 28 fois la réalité) et condensés dans la cavité à l'aide de micro fouloirs. **Les dispositifs d'agrandissements permettent une précision de geste d'obturation selon l'axe de la préparation canalaire, et même de vérifier la densité du matériau.** [96]



**Fig.81 : Lésion péri-apicales (obturation canalaire a retro (A), (B) et (C))** [36]

#### 7.4.2.8. La fermeture du site opératoire

Avant de refermer le site opératoire, il convient d'inspecter la cavité osseuse à l'aide du microscope opératoire sous fort grossissement puis de la nettoyer, en retirant les dispositifs d'hémostase et les débris tissulaires et de matériaux d'obturation.

Il convient aussi de parer les parois de la cavité osseuse pour créer un saignement qui sera à l'origine de la formation du caillot sanguin. **Les sutures par points simples sont effectuées sous grossissement optique faible** (de 4 à 8 fois la réalité). [82] [97]

**Le tableau suivant résume les différents cas de figure :**

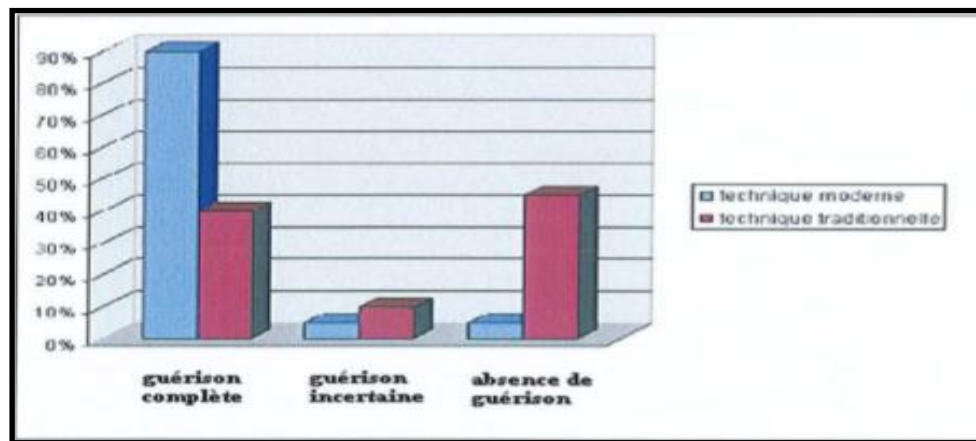
**Tableau 3 : Grossissement en fonction des étapes chirurgicales**

Agrandissement	Etapes chirurgicales
Faible (x2.5 a x8)	Repérage du site chirurgical, Anesthésie, Incision, Alignement de l'insert chirurgical, Ostéotomie
Intermédiaire (x10 a x16)	La plupart des étapes chirurgicales dont L'hémostase, L'exérèse du tissu de granulation ; La détection des apex, La résection apicale
Fort (x16 a x26)	Inspection de la surface radiculaire après résection apicale, Débridement canalaire a retro, Obturation a retro, Observation des détails anatomiques

Notons qu'il est inutile d'agrandir plus de trente fois la réalité car le moindre mouvement du praticien ou du patient (liée à sa respiration par exemple) rend l'image inexploitable. [98]

#### 7.4.3. Pronostic et résultats de la chirurgie endodontique sous MO

Depuis l'introduction du MO par CARR dans les années 1990, la chirurgie endodontique a fait de véritables progrès dans les étapes opératoires et dans le pronostic post-opératoire. Plusieurs études révèlent le taux de succès, assez faible, de ces interventions avant l'apparition des ultrasons et du microscope: seulement 50% des dents soignées présentaient une guérison satisfaisante. [79]



**Fig.82 : Comparaison du taux de succès des techniques traditionnelles et des techniques modernes assistées par MO [79]**

Le MO apporte de nombreux avantages à la chirurgie endodontique que l'on peut résumer ainsi: [79]

- Une ostéotomie réduite;
- Le retrait facilité d'éléments cassés ou perdus au niveau péri apical;
- Le repérage des ramifications apicales et le scellement adéquat;
- Une diminution de la durée et de l'intensité des douleurs post-opératoires

## 8. Développement d'instruments spécifiques

Le travail sous microscope requiert des instruments **soit spécifiques soit détournés** de leur utilisation première. L'important est de **libérer le champ opératoire**, on choisit donc toujours des instruments qui libèrent le champ de vision grâce à **leur petite taille et à leur angulation sur axe et/ou sur champ**.

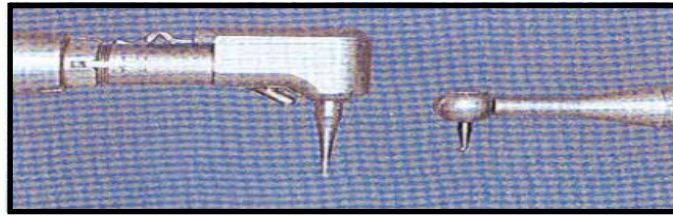
### 8.1. Instruments manuels et contre angles (micro instrumentations)

#### ➤ Champ opératoire :

Obligatoire avec l'aide d'un microscope, la pose d'une digue est un confort supplémentaire avec l'utilisation de loupes binoculaires. [40]

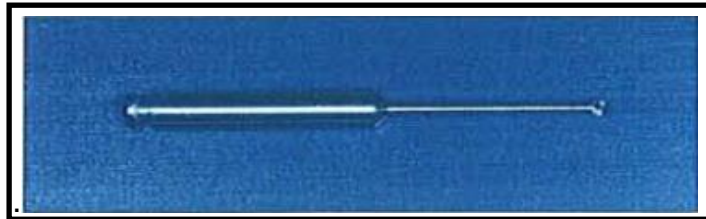
#### ➤ Les contre-angles et fraises :

- **Les contre-angles** à tête miniaturisée sont utilisés pour permettre un accès aisé au site opératoire et faciliter la vision du praticien. Le travail à l'aide de turbine est plus difficile du fait de sa vitesse de rotation élevée et de la présence du spray.

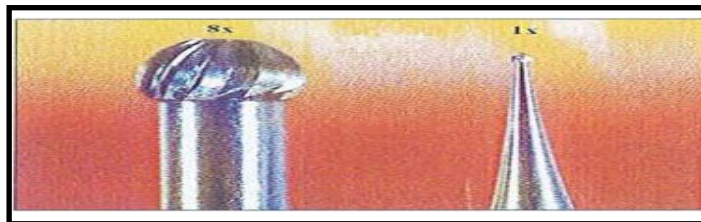


**Fig.83 : comparaison d'un contre-angle classique et d'un contre-angle miniaturisé.** <sup>[99]</sup>

- **Les fraises** de choix sont des fraises rondes à col long ou extra-long. Elles sont en carbure de tungstène et sont proposées par Maillefer® sous le nom de «Long Neck (LN) » ou par Komet® <sup>[99]</sup>



**Fig.84 : Fraise Long-Neck** <sup>[99]</sup>

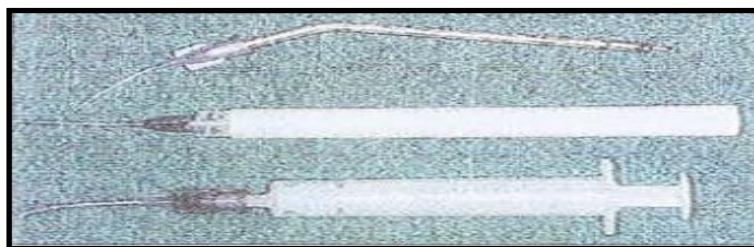


**Fig.85 : simulation de l'impression visuelle ressentie lors de l'observation d'une fraise boule à grossissement 8x** <sup>[99]</sup>

➤ **Autres instruments**

- **Les irrigateurs de précision**

Sont précieux durant les interventions sous MO. L'irrigateur de Stropko® est monté sur seringue (Des seringues avec des pointes fines)



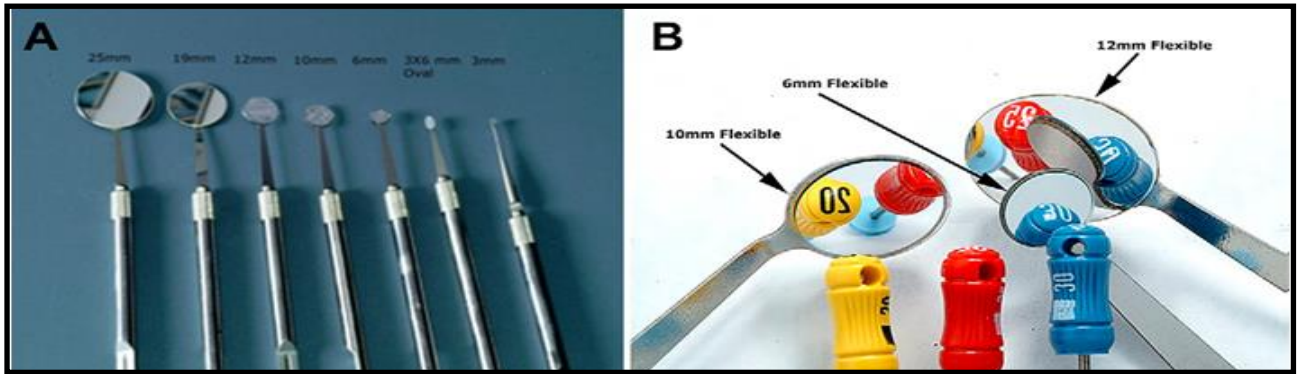
**Fig.86 : irrigateur de Stropko® et micro seringues** <sup>[99]</sup>

- **Le miroir**

La vision indirecte se trouve dans 80% des cas. La vue de la chambre pulpaire via le MO sera réfléchi par le miroir.

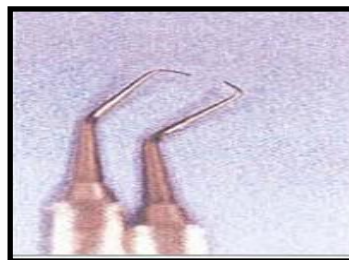
Lorsqu'on utilise les aides visuelles dans les chirurgies endodontiques des micro-miroirs de différentes tailles et formes sont proposées. <sup>[19]</sup>





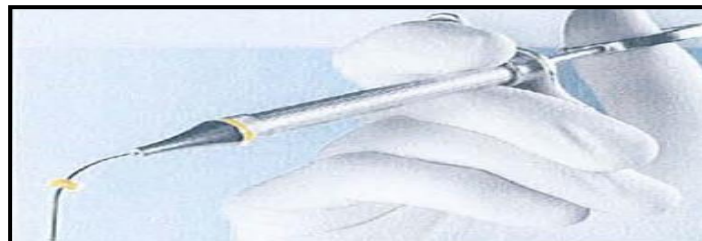
**Fig.87 : comparaison de la taille d'un miroir de bouche et d'un micro-miroir.** [19]

- **Sondes :** la sonde DG16 micro-sondes ophtalmologique ou encore les Micro Opener®,



**Fig.88 : microsondes** [99]

Des pistolets à pointe fine sont également disponibles pour appliquer avec précision le matériau d'obturation. [99]



**Fig.89 : pistolet pour MTA.** [99]



**Fig.90 : micro-bistouri avec lame inclinable.** [99]

Les mini-lames de bistouris, Les ciseaux de microchirurgie, Les micro-sutures, Les aiguilles en microchirurgie, les fils en polypropylènes (fils de sutures résorbables synthétiques de diamètre compris entre 7.0 et 10.0. [99]

- **Micro-fouloirs :** Pour les obturations de micro cavités en restauratrice, ou pour obturation endodontique à retro. [19]
- **Micro-précelle :** en microchirurgie notamment. [19]
- **Micro-décolleur de Molt :** idem. [19]



Fig91 <sup>[19]</sup> : A : micro-fouloirs (à gauche) comparé à une taille classique (à droite)  
 B : micro-précelle (BOMTEMPI®)  
 C : micro-décolleur de Molt (en haut) comparé à une taille classique (en bas).

## 8.2. Instruments ultrasonores

**Les inserts Ultrasonores** : utilisés en endodontie, ils sont utilisés sans spray afin de conserver une bonne visibilité du site opératoire. Ils peuvent être droits, courbés, à pointe mousse ou travaillante selon les besoins de l'acte pour dégager la vision et permettre un travail conservateur dans l'axe canalaire. <sup>[38][100]</sup>



Fig.92 : inserts ultrasonores pour traitement endodontique ortho grade <sup>[99]</sup>

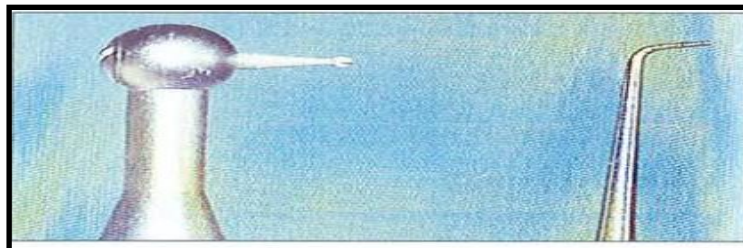


Fig.93 : comparaison de l'extrémité d'un insert à ultrasons avec une micro-tête de chirurgie endodontique <sup>[99]</sup>

### ➤ Les limes

Ces limes angulées permettent **une excellente vision**.

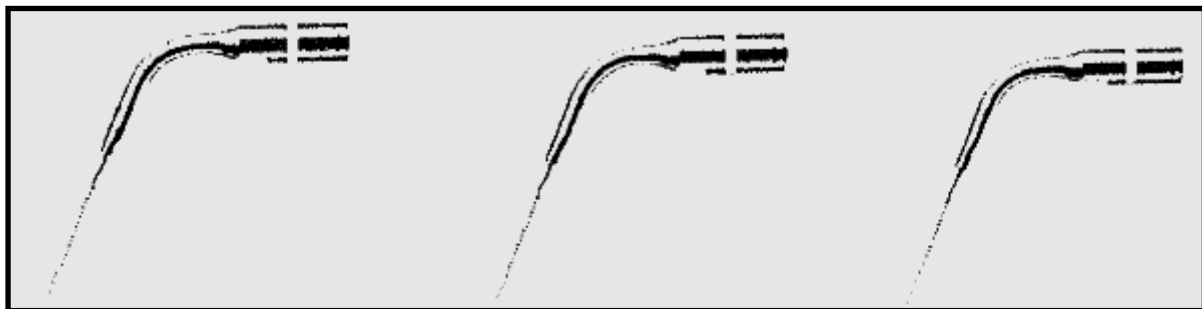


Fig.94 : limes ultrasonores. <sup>[99]</sup>

## 9. Impacts sur l'organisation du travail du médecin dentiste

### 9.1 : Ergonomie



---

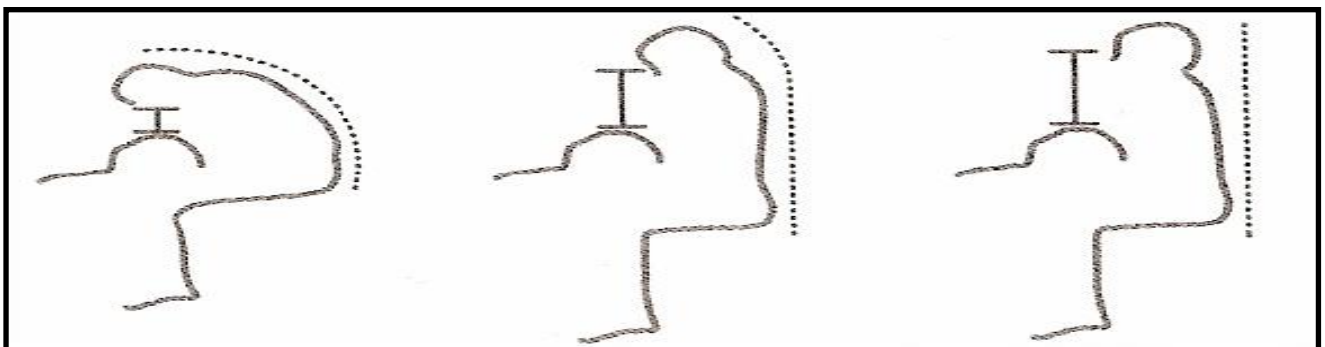
Une définition simple de l'ergonomie est qu'elle consiste à adapter le travail, les outils et l'environnement à l'homme (et non l'inverse). Ce qui est ergonomique est donc ce qui est adapté.

Cette inadaptation se traduit soit par une diminution du confort de travail, et de la santé via des troubles musculosquelettiques (**TMS**), de la sécurité, soit par un problème de production en qualité ou en quantité.<sup>[101]</sup>

Même si cette position ergonomique de travail est optimale quant à l'habileté manuelle et la réduction de la fatigue oculaire, la distance œil / travail est de 40 à 50 cm, donc bien trop élevé. On met ici en évidence la difficulté d'associer une bonne position de travail avec une bonne vision du champ opératoire, **d'où l'indication des aides visuelles.** <sup>[18]</sup>

Les chirurgiens-dentistes souffrent du dos et du cou et ces douleurs sont attribuées, dans de nombreux cas, à leur position de travail. **L'utilisation des aides visuelles contribue à diminuer ce risque de douleurs neuromusculaires.** Cependant, il semble que, bien choisis et ajustés, les systèmes de grossissement peuvent effectivement diminuer les pathologies neuromusculaires.

Il est alors important que le praticien détermine son environnement et sa position ergonomique idéale, avant de faire son choix vers un système d'aide visuelle. Il y a très souvent une adéquation entre position de travail idéal et acuité visuelle, le praticien non équipé d'aide visuelle a tendance à se rapprocher de son champ de travail. **L'aide visuelle, en éloignant l'opérateur de l'objet, permet de redresser la posture et d'optimiser la position de travail.** Le positionnement de la lumière est aussi un facteur d'ergonomie important et de nombreux opérateurs oublient que, lors de l'utilisation de loupes, le champ lumineux ne doit pas s'écarter de plus de 15° de leur champ optique. <sup>[50]</sup>



**Fig. 95 : posture dorsale / vice de posture de l'opérateur : A gauche : position courbée, telle qu'elle est souvent observée, Au milieu : utilisation de lunettes-loupe, A droite : travail avec le MO, avec un dos bien droit.** <sup>[18]</sup>

## **9.2 : Posturologie et santé de travail**

### **9.2.1 : Position du praticien**

La posture correcte du corps et le confort de l'opérateur sont nécessaires, car la tension musculaire peut provoquer le tremblement des mains. Il est recommandé que le praticien travaille assis dans la zone de 9 à 13 heures. Il ajuste son siège de sorte que les hanches soient à 90° par rapport au sol, que les genoux soient à 90° par rapport aux hanches, et que les avant-bras soient aussi à 90° par rapport au bras. Les avant-bras de l'opérateur devraient reposer confortablement sur des accoudoirs réglables, et ses pieds devraient être à plat au sol. Cela permet de travailler avec le dos bien droit et en position neutre,

---

sans même incliner la tête. Comme le regard se porte à l'infini, il en résulte un grand confort visuel. La lumière omniprésente réduit aussi la fatigue visuelle.

- le microscope opératoire est amené en position telle que le praticien puisse adopter une position confortable, dos droit (fig.96)
- la hauteur du fauteuil et la position de la tête sont modifiées de façon à ce que la zone souhaitée se définisse avec précision. [18][17]

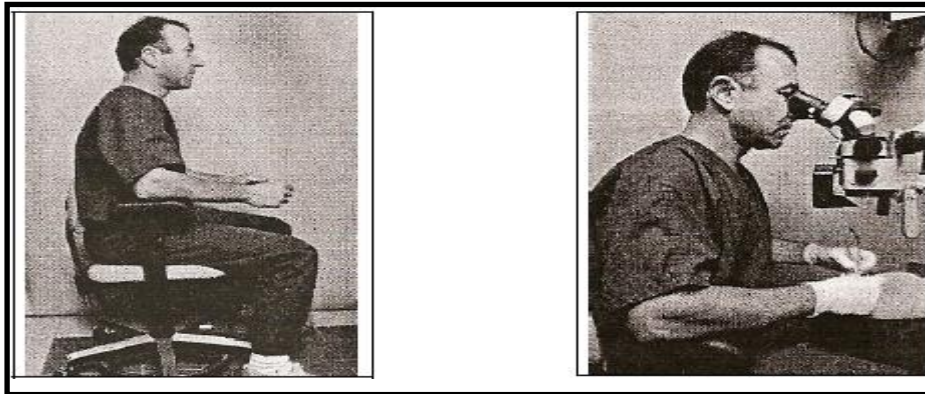


Fig.96 : la position idéale sans MO et avec MO d'après Robinstein [18]

### 9.2.2. Réglage du microscope et des loupes binoculaires

Lors de la prise en main d'un appareil d'aide visuelle, microscope opératoire ou loupes, quelques réglages sont impératifs pour réaliser un acte opératoire.

- **Loupe :**

Les loupes seront adaptées à la vision de prêt de chaque individu. Cette vision varie au cours de l'âge et l'opérateur devra régulièrement changer de loupes afin de les adapter à ses modifications de vision de près au cours du temps (presbytie), sauf s'il porte des lunettes adaptées à sa vue sous le dispositif de loupe.

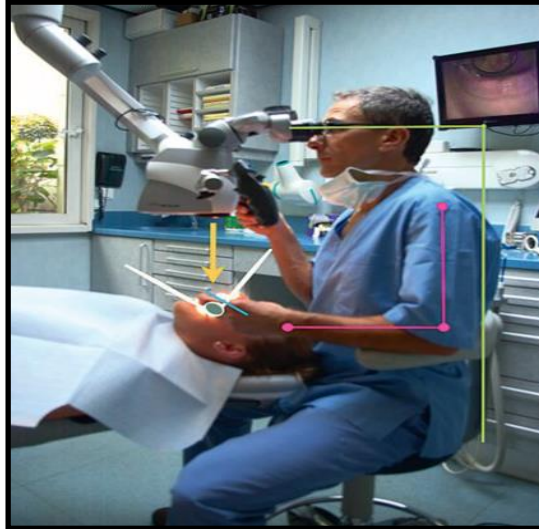
Il faut s'assurer que la lumière adjointe aux loupes soit bien ajusté à la vision, faute de quoi cela engendrerait des zones d'ombre sur l'objet observé. [18] [19] [23]



Fig. 97: amélioration de la posture avant et après le Port de la loupe [102]

- **Microscope :**

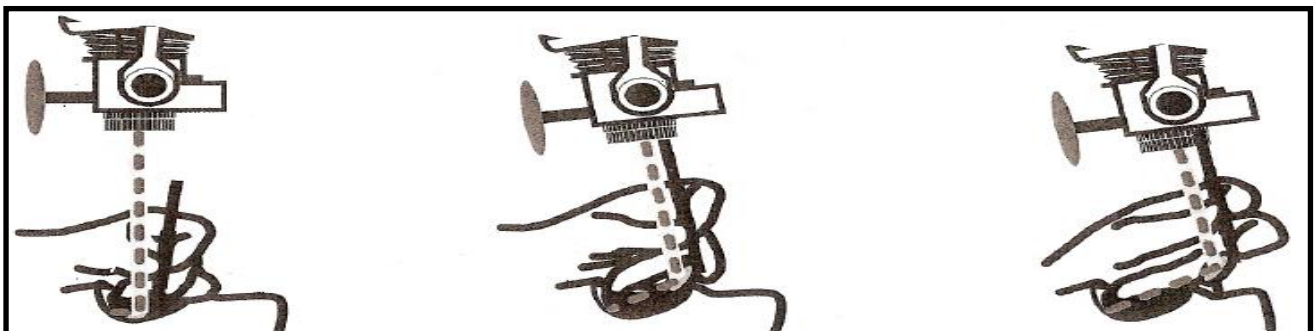
La tête est droite et c'est là le principal avantage ergonomique du microscope, elle n'est fléchie que de 0° à 5° ce qui rend la posture totalement neutre. La position de l'opérateur doit être toujours autour de 12h alors que la position 9h est à proscrire. [23]



**Fig.98 : position ergonomique à dos droit sous microscope opératoire** [103]

### 9.2.3. Position des mains

La main gauche de l'opérateur est toujours occupée à tenir le miroir. Le travail à l'aide d'un miroir représente une petite difficulté au début de l'apprentissage, le positionnement ne paraissant pas toujours évident par rapport à certains accès. Les angles de vue se trouvent cependant très rapidement. Il est parfois nécessaire de placer le miroir hors bouche ou loin de la dent à traiter pour observer indirectement certains aspects de la dent ou pour laisser libre accès à l'instrumentation (fig99). Le miroir permet la mise au point fine du MO et du champ visuel en réalisant une variation d'angulation et de position. [23]



**Fig.99: représentations schématiques de différentes positions du miroir.** [18]

## 9.3. Ressources humaines

Réaliser un soin sous microscope sans assistance opératoire est fortement déconseillé. Le champ visuel du praticien ne contient aucune information quant à l'environnement proche de la zone de soin, il est alors très difficile de changer d'instrument au cours d'un soin sans détourner le regard d'où la nécessité de la présence des assistants(es) [18] [23] [40]

### 9.3.1. Travail à quatre mains

Le travail à quatre mains est une coopération entre le praticien et l'assistant(e) pour réaliser certaines tâches. Celui-ci assis à côté du praticien doit, d'une part, veiller à

---

maintenir un champ opératoire clair en écartant les tissus mous (lèvres, langue, joues et éventuellement des lambeaux) et en aspirant les liquides. Et d'autre part, il doit faire passer efficacement les instruments et les matériaux au praticien. Il peut aussi être directement actif lors du soin dans certain cas comme pour la polymérisation des composites.

Cette méthode de travail permet d'être plus efficace et facilite le travail tout en réduisant le stress.

- Nous rappelons que le travail à six mains (avec deux assistants (es)) peut également être mentionné, il est utile pour les actes complexes comme pour les chirurgies. [40]



Fig.100 : travail à quatre mains [23]

fig.101 : travail à six mains [23]

#### 9.4. Communication et image de praticien

**Les aides optiques nous donne la possibilité de modifier rapidement des fichiers vidéo et de les intégrer dans des programmes tels que Windows Movie Maker et PowerPoint et le flux vidéo en direct ouvre de formidables possibilités de partage d'informations et de discussions avec des collègues. [25]**

### 10. Discussion

En accord avec les données de la littérature et ce qu'on a vu précédemment dans notre étude, l'utilisation des aides optiques en odontologie conservatrice et endodontie a apporté beaucoup d'avantages au praticien, La productivité, ainsi que la précision sont augmentées par le travail sous matériel de fort grossissement.

#### ➤ Avantages

De nombreuses études ont démontré une amélioration significative lors d'opérations de précision, particulièrement en endodontie car le travail s'effectue dans des volumes de profondeur de quelques millimètres pour la cavité d'accès, et de 10 à 20 mm pour l'espace canalaire. Les aides optiques se justifient notamment pour :

- profiter d'une image agrandie ;
- optimiser les détails ;
- Préservation anatomique et économie de la structure dentaire ;
- assurer la précision du geste pour éviter toute cause d'échec ;
- préserver une vision sans fatigue ;



- conserver une distance de travail ergonomique, et maintenir une bonne posture ;
- augmentation du pourcentage de la localisation des canaux principaux cachés et accessoires ;
- Contrôle du nettoyage de la chambre pulpaire et les parois canalaires ;
- Une meilleure prise en charge des calcifications, des dents traumatisées, fractures instrumentales et des perforations, sans oublier la chirurgie apicale ;
- La nécessité et le bénéfice d'intégrer précocement l'usage d'aides optiques au cursus des chirurgiens-dentistes ne peut pas être cachée. Partant de l'hypothèse que les aides optiques réduisent les troubles musculo squelettiques, on peut les considérer comme un moyen de prévention devant être mis en place le plutôt possible.

Dans toutes les disciplines de la chirurgie-dentaire, exercer équipé d'aides visuelles apporte des bénéfices en autorisant de nouveaux actes et en améliorant la précision d'autres.

#### ➤ **Inconvénients**

Toutefois, comme tous matériels à la disposition du médecin dentiste les aides optiques ont des avantages comme ils ont des inconvénients **en cas de mauvaise utilisation**. Cette mauvaise utilisation entraîne des répercussions sur la santé du praticien et augmente les risques lors des situations suivantes :

- Torsion dorsale ;
- Angulation des épaules ;
- Coude levé en cours de traitement ;
- Lumière du scialytique éloigné de la ligne de visibilité du praticien ;
- Champ opératoire rapproché du visage ;
- la durée des actes est lente lors de la phase d'apprentissage du travail sous aide optique ;
- l'investissement financier qui est considéré comme un amortisseur pour la plupart des praticiens.

#### ➤ **Recommandations :**

Pour pallier à ces inconvénients, on propose les recommandations suivantes :

- Utilisation correcte des matériels de fort grossissement selon les recommandations du fabricant et les règles de l'ergonomie et posture de travail.
- Il faut réaliser régulièrement un acte pour que sa qualité d'exécution soit satisfaisante, et la durée des actes sera plus courte.
- La formation continue joue un rôle essentiel pour améliorer la courbe d'apprentissage, et dans la diffusion des aides visuelles avec une très large majorité de praticiens qui ont connu ces outils grâce à la formation professionnelle continue.

Cette formation consiste à :

- en premier lieu, Le praticien doit participer à des conférences. Traditionnellement le temps d'une journée, le médecin dentiste assiste à une conférence type magistrale puis effectue une série de travaux pratique sur modèles.

---

- secondairement, le praticien fera venir le revendeur directement au cabinet. Il y est alors possible de tester en conditions réelles le matériel et de choisir celui répondant le plus à ses besoins. Le praticien est en droit de solliciter un prêt journalier, afin de confirmer ou corriger son choix initial.

Il peut également contacter plusieurs fabricants et comparer les produits et les solutions ergonomiques proposées, ainsi, son choix sera de plus pertinent.

- La formation initiale ne semble pas jouer un rôle notable dans l'apprentissage sur microscope opératoire, de la même façon que pour les loupes. <sup>[40]</sup><sup>[41]</sup>



---

## 11. Conclusion

« **La thérapie exacte nécessite une vision exacte** ». Les facultés de l'œil humain sont limitées alors que la dent et son environnement sont de petites tailles. Différents systèmes de grossissement sont apparus comme un nouveau recours et ont été progressivement introduits en odontologie.

Au fil de ce travail nous avons défini les bases de l'optique physiologique et géométrique, retracé l'histoire des aides optiques que sont les loupes et microscopes opératoires, étudié leur constitution et leur fonctionnement, et enfin fait l'apport de leur utilisation en Odontologie Conservatrice et Endodontie.

Les téléloupes, et particulièrement le microscope optique offrent de nouvelles possibilités d'investigation, de diagnostic et de traitement, notamment en endodontie par voie orthograde et rétrograde.

Cet énorme changement dans la précision clinique, apporte une révolution dans le domaine de l'Odontologie Conservatrice et Endodontie, la motivation, l'enseignement, et l'information du patient avec un taux de réussite plus élevé.

On peut, dès lors, envisager sereinement des actes qui étaient autrefois incertains, comme le traitement de dents avec des canaux radiculaires aberrants, les reprises de traitement, le traitement de canaux calcifiés, le traitement des perforations, l'éviction d'instruments fracturés, ainsi que l'identification des fractures et des fêlures, causes d'échec invisibles à l'œil nu.

Les aides optiques vont amener un confort visuel et postural qui améliorera le quotidien du médecin-dentiste en réduisant le stress et indirectement les TMS.

Un nombre restreint mais croissant de cliniciens fournissent des traitements endodontiques et restaurateurs basés sur la visualisation microscopique directe.

Comme toujours dans nos disciplines médicales, le choix de l'usage d'un outil est guidé par le rapport bénéfices/risques.

Lorsqu'un praticien place dans la balance, l'ensemble des avantages à recourir à l'usage d'aides visuelles d'une part, et l'ensemble des inconvénients d'autre part ; il apparaît qu'elle penche plutôt du côté des avantages

**Aujourd'hui, l'utilisation d'aides optiques grossissantes est un atout majeur en Odontologie conservatrice – Endodontie.**

# *ANNEXES*

**Liste des abréviations**

**OCE** Odontologie Conservatrice - Endodontie

**MO** Microscope Opérateur

**AAE** L'association Américaine Des Endodontistes

**TTL** Through The Lens

**LED** Light-Emitting Diode

**DGS** Direction Générale de la Santé

**MV1** Mesio-Vestibulaire 1

**MV2** Mesio-Vestibulaire 2

**MTA** Mineral Trioxyde Aggregate

**NI TI** Nickel- Titan

**TMS** Troubles Musculo Squelettiques

**Table des figures**

<b>Figure</b>	<b>Titre</b>	<b>Page</b>
<b>01</b>	Le microscope: (A) de Sourdille, (B) de G. Holemngren, (C) de Nylen Pearsen	<b>5</b>
<b>02</b>	Phénomène d'absorption à travers un corps non transparent	<b>6</b>
<b>03</b>	Phénomène de diffraction à travers une fente étroite et figure de diffraction observée sur un écran	<b>6</b>
<b>04</b>	Illustration d'un dioptré Plan.	<b>7</b>
<b>05</b>	schéma de la réflexion, réfraction, dispersion et diffusion de la lumière	<b>7</b>
<b>06</b>	Coupe frontale passant par la partie antérieure de la fosse nasale droite d'après Rougier et Maugery	<b>8</b>
<b>07</b>	Coupe sagittale de l'œil	<b>8</b>
<b>08</b>	Accommodation oculaire	<b>9</b>
<b>09</b>	Trajet lumineux avec convergence des rayons sur la rétine	<b>9</b>
<b>10</b>	le champ visuel humain	<b>10</b>
<b>11</b>	comparaison de contraste entre MO (a) loupe (b) et l'œil nu (c)	<b>11</b>
<b>12</b>	L'accommodation de l'œil emmétrope	<b>12</b>
<b>13</b>	Punctums proximum et remotum	<b>12</b>
<b>14</b>	Convergence des yeux en fonction de la distance des objets	<b>13</b>
<b>15</b>	vision des yeux en trois dimensions	<b>14</b>
<b>16</b>	Image qui permet de visualiser la distance de travail, la profondeur et le champ de vision.	<b>14</b>
<b>17</b>	la différence entre lentilles convergente et divergente	<b>15</b>
<b>18</b>	Trajet lumineux au travers d'une lentille convergente. O : centre optique F : foyer objet F' : foyer image X : l'axe optique.	<b>15</b>
<b>19</b>	la distance focale d'après Mallet	<b>16</b>
<b>20</b>	principe de Kepler	<b>16</b>
<b>21</b>	Mise au point, objet au foyer	<b>17</b>
<b>22</b>	Loupes à monture type lunettes	<b>18</b>
<b>23</b>	Origine d'aberration visuelle le stigmatisme	<b>19</b>
<b>24</b>	Intérêt d'un diaphragme pour supprimer les aberrations	<b>19</b>
<b>25</b>	l'effet d'un diaphragme	<b>19</b>
<b>26</b>	Eléments constitutifs d'une monture type lunette. Par KEPLER®	<b>20</b>
<b>27</b>	Eléments constitutifs d'une monture casque. Par ZEISS®	<b>20</b>
<b>28</b>	Système Flip-up par KEELER® et ZEISS	<b>21</b>
<b>29</b>	système loupe incorporés ancien et moderne marque Orasoptic	<b>21</b>
<b>30</b>	Différents systèmes d'éclairage.	<b>22</b>
<b>31</b>	Capuchons stérilisables (KEELER®) et Gaines de protection stérilisables (ZEISS®)	<b>22</b>
<b>32</b>	Matériels et Technique de nettoyage des surfaces optiques	<b>23</b>
<b>33</b>	Réglage de la distance inter-pupillaire, une seule image doit apparaître.	<b>24</b>
<b>34</b>	Angle de déclinaison.	<b>25</b>
<b>35</b>	Position basse des loupes par rapport aux pupilles.	<b>25</b>

## ANNEXES

<b>36</b>	La partie optique D'après Global.	<b>26</b>
<b>37</b>	Système type Greenough (A), et système type Galiléen (B) D'après Mallet.	<b>26</b>
<b>38</b>	Objectif de Microscope opératoire d'une focale de 200 mm	<b>27</b>
<b>39</b>	Zoom à tourelle ou électrique	<b>27</b>
<b>40</b>	Mise au point fine (ZEISS®)	<b>27</b>
<b>41</b>	la tête binoculaire (ZEISS®)	<b>28</b>
<b>42</b>	Les différentes parties de microscope D'après Global	<b>28</b>
<b>43</b>	Différents supports pour microscopes opératoires	<b>29</b>
<b>44</b>	B) Lumière Xénon (ZEISS®) C) Double iris (diaphragme) (ZEISS®)	<b>29</b>
<b>45</b>	Housse, poignées et molettes stériles (ZEISS®)	<b>30</b>
<b>46</b>	le système endoscopique.	<b>32</b>
<b>47</b>	Le séparateur du microscope optique.	<b>32</b>
<b>48</b>	Visualisation au MO avec et sans filtre.	<b>33</b>
<b>49</b>	Microscope associé à un appareil photo numérique.	<b>33</b>
<b>50</b>	Modèle avec moniteur.	<b>34</b>
<b>51</b>	fêlure visible sous microscope opératoire	<b>35</b>
<b>52</b>	Mise en évidence des fêlures sans dépôt de restaurations sous aides optiques.	<b>35</b>
<b>53</b>	Mise en évidence d'une fêlure sous MO après utilisation de bleue de méthylène après dépôt de la restauration	<b>35</b>
<b>54</b>	confirmation d'une fêlure radiculaire par microscope	<b>36</b>
<b>55</b>	Fracture radiculaire visible sous aides optiques après inclinaison d'un lambeau.	<b>36</b>
<b>56</b>	préparation de cavité d'obturation avec économie tissulaire sous MO	<b>37</b>
<b>57</b>	préparation d'une cavité profonde avant et après curetage carieux et observation de la dentine tertiaire.	<b>37</b>
<b>58</b>	obturation esthétique après préparation de la cavité sous microscope.	<b>38</b>
<b>59</b>	Photo mettant en évidence la « carte dentinaire » du plancher pulpaire (x10), dentine axiale (blanc crayeux) et dentine du plancher pulpaire (brune), et les entrées canalaires sont reliées par une ligne brune.	<b>39</b>
<b>60</b>	Fig. A.60 : Les contours du pulpolithe sont mis en évidence par l'exsudat hémorragique de la pulpe sous-jacente. Fig.B.60 : La zone de démarcation entre le pulpolithe et les parois canalaires est approfondie et élargie à l'aide d'inserts ultrasonores sous contrôle visuel. Fig. C.60 : Vue du plancher indemne après élimination du pulpolithe	<b>39</b>
<b>61</b>	présence d'une calcification de la chambre pulpaire et les différentes tailles des pulpolithes	<b>40</b>
<b>62</b>	Radiographie rétro-alvéolaire montrant la présence d'une calcification de la chambre pulpaire de la 36 et 37.	<b>40</b>
<b>63</b>	la recherche de MV2 de la molaire maxillaire sous microscope opératoire.	<b>41</b>
<b>64</b>	photographie montre la présence d'un pulpolithe canalaire et visualisation directe du tiers apical après élimination du	<b>42</b>

## ANNEXES

	pulpolithe.	
<b>65</b>	Fig. 65 A : Canal en C d'une 37 mis en forme et nettoyé. Fig. 65 B : Obturation de la 37. Fig. 65 C : Radiographie de l'obturation de la 37.	<b>43</b>
<b>66</b>	traitement de la résorption sous microscope opératoire	<b>43</b>
<b>67</b>	Position du MV2, en mésial de la ligne imaginaire reliant le MV1 au canal palatin.	<b>45</b>
<b>68</b>	Un TVN sur 21.	<b>46</b>
<b>69</b>	canule et fouloir d'application du MTA et la situation au MO après application	<b>46</b>
<b>70</b>	diminution de la tuméfaction et cicatrisation de la fistule	<b>47</b>
<b>71</b>	cône d'argent retiré du canal à l'aide de deux limes H torsadées	<b>48</b>
<b>72</b>	mise en évidence du matériau d'obturation retiré lors de la désobturation sous fort grossissement	<b>48</b>
<b>73</b>	dépose d'ancrage métallique sous grossissement.	<b>49</b>
<b>74</b>	différents trousse utilisée pour le retrait des tenons et des instruments fracturés	<b>49</b>
<b>75</b>	inserts ultrasonores.	<b>50</b>
<b>76</b>	instrument fracturée intracanalire sous grossissement	<b>50</b>
<b>77</b>	Fig.77A : Vue clinique des tissus apicaux au microscope. Fig.77B : Vue clinique du bouchon de MTA après placement à l'apex. Fig.77C : Radiographie de contrôle du bouchon apical de MTA. Fig.77D : La restauration corono-radulaire fibrée et collée est placée lors d'une autre séance. Elle assure la consolidation de la dent.	<b>51</b>
<b>78</b>	Ostéotomie. L'apex radulaire est visible	<b>53</b>
<b>79</b>	Vue sous microscope d'une résection apicale et l'obturation rétrograde.	<b>54</b>
<b>80</b>	Préparation a retro avec un instrument ultra-sonique	<b>55</b>
<b>81</b>	Lésion péri-apicales (obturation canalaire a retro (A), (B) et (C))	<b>57</b>
<b>82</b>	Comparaison du taux de succès des techniques traditionnelles et des techniques modernes assistées par MO	<b>58</b>
<b>83</b>	comparaison d'un contre-angle classique et d'un contre-angle miniaturisé.	<b>58</b>
<b>84</b>	Fraise Long-Neck	<b>59</b>
<b>85</b>	simulation de l'impression visuelle ressentie lors de l'observation d'une fraise boule à grossissement 8x	<b>59</b>
<b>86</b>	irrigateur de Stropko® et micro seringues	<b>59</b>
<b>87</b>	comparaison de la taille d'un miroir de bouche et d'un micro-miroir.	<b>59</b>
<b>88</b>	microsondes	<b>60</b>
<b>89</b>	pistolet pour MTA.	<b>60</b>
<b>90</b>	micro-bistouri avec lame inclinable.	<b>60</b>
<b>91</b>	Fig91 : A : micro-fouloirs (à gauche) comparé à une taille classique (à droite) B : micro-précelle (BOMTEMPI®)	<b>60</b>



## ANNEXES

	C : micro-décolleur de Molt (en haut) comparé à une taille classique (en bas).	
<b>92</b>	inserts ultrasonores pour traitement endodontique ortho grade.	<b>61</b>
<b>93</b>	comparaison de l'extrémité d'un insert à ultrasons avec une micro-tête de chirurgie endodontique	<b>61</b>
<b>94</b>	limes ultrasonores.	<b>61</b>
<b>95</b>	Fig. 95 : posture dorsale / vice de posture de l'opérateur : A gauche : position courbée, telle qu'elle est souvent observée, Au milieu : utilisation de lunettes-loupe, A droite : travail avec le MO, avec un dos bien droit.	<b>62</b>
<b>96</b>	la position idéale sans MO et avec MO d'après Robinstein	<b>63</b>
<b>97</b>	amélioration de la posture avant et après le Port de la loupe	<b>63</b>
<b>98</b>	position ergonomique à dos droit sous microscope opératoire	<b>64</b>
<b>99</b>	représentations schématiques de différentes positions du miroir (PERRIN et coll., 2000).	<b>64</b>
<b>100</b>	travail à quatre mains	<b>65</b>
<b>101</b>	travail à six mains	<b>65</b>

**Table des tableaux**

<b>Tableau</b>	<b>Titre</b>	<b>Page</b>
<b>01</b>	Tableau de nombre moyens d'orifices canalaires présents pour chaque dent	<b>44</b>
<b>02</b>	Avantages procurés par les micro-instruments ultrasoniques pour la préparation à retro, par rapport à l'usage d'une fraise montés sur contre-angle.	<b>56</b>
<b>03</b>	Grossissement en fonction des étapes chirurgicales	<b>57</b>

## *Références Bibliographiques*

## Références bibliographiques

---

- [1] **Germain M., Missana M., Bonvalot S.** Microchirurgie vasculaire en Europe : les débuts, le développement, les indications.  
e-mémoire de l'Académie National de Chirurgie, Institu Gustave Roussy ; 2008, 7, (3).
- [2] **Boulangier J.** La célébrité mondiale d'un otologiste nantais Maurice Sourdille, université de Nantes 2004.
- [3] **Lourant A.** Le microscope opératoire en endodontie Applications cliniques(CPEA)  
L'information dentaire N°96, 2016.
- [4] **HOWARD S SELDEN, DDS.** The Dental Operating Microscope and Its Slow Acceptance.  
Copyright par American association of endodontists (AAE) Vol 28 n3; Mars 2002
- [5] **Guary B., Carr dds., Carlas AF.** Murgel The use of the operating microscope in endodontics  
N°;54(2):191-214; année 2010.
- [6] **Mellal A.** Application pratique de l'anatomie humaine : Appareils de relation.  
Tome 2, Editions Publibook, 2010 ; Pp : 443.
- [7] **Becherrawy T.** Optique géométrique.  
Editions de Boeck Université N : 74, 2005 ; Pp : 406.
- [8] **Roth A, Gomez A, Péchereau A.** La réfraction de l'œil: Du diagnostic à l'équipement optique.  
Elsevier Masson; ISBN : 1762-0384, 2007 ; Pp : 420.
- [9] **Yves Le Grand.** Optique physiologique : Lumière et couleurs, Efficacité lumineuse spectrale indique les valeurs normalisées.  
Tome 2, Paris, Masson 1972 ; Pp : 08
- [10] **Balland B.** Optique géométrique: Imagerie et instruments.  
PPUR presses polytechniques et universitaires, Romande, 2007 ; Pp : 880.
- [11] **Guillerand A.** Optique géométrique – Chapitre 1 : Bases de l'optique géométrique et lois de Descartes.  
BCSPT1A Lycée Hoche; 2017-2018 ; Pp : 06
- [12] **Jacquin M O.** Cours d'optique géométrique : Application à la photographie.  
DEUG SMa2 [ojacquin@spectro.ujf-grenoble.fr](mailto:ojacquin@spectro.ujf-grenoble.fr); Année 2004-2005 ; Pp : 28.
- [13] **Bely P-Y, Christian C, Roy J-R.** 250 réponses à vos questions sur l'astronomie.  
Editions Le gerfaut. N : 433. 2008 ; Pp : 304.
- [14] **Rougier J, Maugery J.** Ophtalmologie pour praticien.  
Paris : Masson, 1997 ; Pp : 1-18
- [15] **ORSSAUD C.** rappels anatomique ORL  
Impact internet ophtalmol ORL, chapitre 18, 1995 ; Pp: 7-8
- [16] **LAROUSSE.** Encyclopédie Larousse.  
<http://www.larousse.fr/encyclopedie>

## Références bibliographiques

---

- [17] **MAXIME G.** Développement Et Applications Des Systemes De Grossissement En Endodontie  
Thèse N : T/OD/N/2007/0711D, Université Henri Poincare-Nancy I ; 2007
- [18] **MORTIER G.** Le Microscope Opérateur : Applications En Endodontie Non Chirurgicale.  
Thèse N : 25, UNIVERSITÉ DE NANTES ; 2006.
- [19] **MAXIME C.** Les Aides Optique : Impacts Sur L'organisation Du Travail Et Sur La Sante Du Chirurgien-Dentiste.  
Thèse N : 026, UNIVERSITÉ DE NANTES ; 2013.
- [20] **HEINE S.** Les 7 paramètres de la vision dynamique.  
Cours en section optique à l'IFAPME ; année 2010.
- [21] **Dr LAVIGNE C., Dr LA MIREL C.** Ophtalmologie  
Collège national français des enseignants de médecine interne ; année 2013
- [22] **YSSAAD FESSELIER R.** Analyse psychophysique du champ visuel Détection, Identification. Effet de groupement et Apprentissage Perceptif [archive],  
Thèse de doctorat de psychologie N°658, 28 septembre 2001
- [23] **MAXIME C.** étude comparatif : Comment choisir ses loupes ?  
Article chirurgie tribune The World's Chirurgical Newspaper Édition Française Chirurgie Tribune ; Mai 2016 ; Pp02
- [24] **ZANLONGHI X.** Sensibilité au contraste : étude comparative des appareillages actuels, coupe d'œil  
Thèse N °32-1991; année 2015
- [25] **UTPAL KUMAR D., SUBHASIS D.** Dental Operating Microscope in Endodontics -A Review- IOSR Journal of Dental and Medical Sciences. *E-ISSN: 2279-0853, p-ISSN: 2279-0861. Volume 5, Issue 6 (Mar- Apr. 2013); Pp 01-08*
- [26] **ED A., PECHEREAU J.** La réfraction  
Thèse N°65-b684, Ecole D'orthoptie de Nantes ; année 2006
- [27] Le guide de la vue : santé et innovations pour vos yeux illustration adaptée.  
Site web: [www.guide-vue.fr](http://www.guide-vue.fr)
- [28] **GATINEL D.** chirurgie réfractive, myopie (<https://www.gatinel.com/chirurgie-refractive/myopie-5/>)
- [29] **VERCHER JL.** Les mouvements de vergence. Institut français de l'éducation 2005-2006  
Site web: <http://acces.ens-lyon.fr/acces/thematiques/neurosciences/actualisation-des-connaissances/vision/comprendre/VisionMarseille/vergence>
- [30] **Moreau A.** Comment on voit en relief.  
La perception du relief, Institut pascal ; année 2011
- [31] vision binoculaire ; pourquoi voit en on 3D ?  
Site web: <http://3d-tpe.e-monsite.com/pages/pourquoi/pourquoi-voit-on-en-3d.html>



## Références bibliographiques

---

- [32] **FOURMOND M.** La vision, Thème 1: Chapitre 1 : Les lentilles minces, 2018 ; Pp : 03  
<https://pc-fourmond.webnode.fr/a1-st2s/theme-1-la-vision/chapitre-1-les-lentilles-minces/>
- [33] Cours d'optique géométrique  
<http://www.ma-prepa-concours.com>
- [34] **MALLET JP.** L'aide visuelle en odontologie.  
Inf. Dent Cahier Formation medico-dentaire continue ,2002 ; Pp : 15-25.
- [35] <https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Monocular.png>
- [36] **MALLET JP.** Micro dentisterie et systèmes optiques  
Rev Odon Stomate, Paris, mai 2002 ; Pp : 86-97-102.
- [37] **ISKANDER S.** L'interets Des Aides Optiques En Chirurgie Dentaire : Analyse D'un Questionnaire.  
Thèse N : 3055, Université Toulouse Iii – Paul Sabatier ; 2015.
- [38] **SIMON S, MACHTOU P, PERTOT W-J.** ENDODENTIE - CHAPITRE 21 : AIDES VISUELLES EN ENDODENTIE.  
Inf. Dent ISBN : 1294-0585, 2012;Pp.: 451- 463
- [39] **Mallikarjun S-A, et al.** Magnification in dental practice: How useful is it? , Volume 2  
J Health Res and Rev, Department of Periodontics, Sri Sai College of Dental Surgery, India, May - August 2015; Pp.: 41.
- [40] **MAYRAS R.** Les aides optiques à la disposition du Chirurgien-dentiste.  
Thèse N : 018, Université Claude Bernard-Lyon I U.F.R. D'odontologie ; 07 juillet 2016.
- [41] **JORASCOPTIC** : SUPERIOR VISUALIZATION ; OPTIQUES : Choix du grossissement ; Galiléen HR et HDL
- [42] **Goure J-P, Verrier I.** Sources lumineuses pour l'instrumentation optique.  
EGEM optoélectronique, Lavoisier 2011; Pp : 111– 153
- [43] **DIRECTION GENERALE DE LA SANTE.** Ministère De La Sante Et Des Solidarités.  
Guide de prévention des infections liées aux soins en chirurgie dentaire et en stomatologie.  
Deuxième édition. Juillet 2006. <http://www.sante.gouv.fr>
- [44] **ZEISS** (Laboratoire). The clean Microscope.  
<http://www.zeiss.com>
- [45] **SUNELL S.** Selecting surgical telescopes for dental hygiene practice.  
CJDH, 2005; Pp.:54-66.
- [46] **CHRISTENSEN GJ.** Magnification in Dentistry, useful tool or another gimmick.  
J Am Dent Assoc, PMID: 14719762, 2003; 134:1647-1650.
- [47] **VALACHI B.** Ergonomics and injury in the dental office.  
PMID: [25184007](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/25184007/)<http://www.ineedce.com>

## Références bibliographiques

---

- [48] **GROON WY.** Innovative uses of ultrasonic énergie for the action of problem aticroot canal obstructions.  
Compendium 1992, chapitre 13 ; Pp: 650-658
- [49] **APOTHEKER H.** A microscope for use in Dentistry  
Journal Microsurg, 1981;Pp: 7-10
- [50] **MALLET JP., DEVEAUX E.** Aides visuelles en endodontie.  
ISBN : Vol 6684 ; 12 /04/2012
- [51] **CAMPARD G.** thérapeutiques chirurgicales des lésions periapicales.  
Thèse N°33 université de nantes ; 31/05/2007.
- [52] **BERTRAND G., khayat, DDS,MSD.** The use of magnification in dentistry Practical periodontics and asthetic dentistry.  
vol 10 n; 1 janvier 1998. Pp 137-144
- [53] **FAVRELLE B.** Quelle Place Pour La Photo Et La Vidéo Sous Microscope opératoire en endodontie.  
Thèse Université Du Droit Et De La Sante De Lille 2 Faculté De Chirurgie Dentaire, année 2016
- [54] Pour vous et vos patients : Leica M320 pour la dentisterie.  
Site web : [Www.leica\\_microsysteme.Com](http://Www.leica_microsysteme.Com)
- [55] **TASSERY H., SLINAMI A., ACQUAVIVA M., CAUTAIN C., BEVERINI M.N.,TERRER E.** Méthodologie Du Diagnostic En Cariologie Apport Des Nouvelles Technologies, *Réalités Cliniques 2014.*  
ISBN : Vol. 25, n°2 : pp. 129-137 .Aout 2014
- [56] **CALDERÓN M G., TORRES LAGARES D.** The application of microscopic surgery in dentistry.  
Med Oral Patol Oral Cir Bucal, N°12:E311-6;année 2007 . Pp315.
- [57] **HERROUET.J.** les fêlures coronnaires diagnostic,traitement et prévention.  
Thèse N°11 ; 2010
- [58] **CARON G.** Oblitération canalaire cas particuliers des dents traumatisées.  
L'information Dentaire n° 32 – 23 septembre 2009 ; Pp1754
- [59] **BOUCHER Y., TOLEDO R.** Pathologie pulpaire et péri apicale et traitement de l'urgence. Endodontie  
ISBN : N° ISSN 129480585 ; année 2012
- [60] **LAFARGUES JJ.** La micro dentisterie, du rêve à la réalité ?  
ADF ; année 2005
- [61] **PERRIN P., JACKY D., HOTZ P.**Pratique Quotidienne : Formation Complémentaire ;  
Le Microscope Opératoire Au Cabinet Dentaire Généraliste.  
rev mens suisse odonto stomatol. Vol 110 : 9/2000; Pp956
- [62]**CARON G.** Champ opératoire, préparation pré-endodontique et cavité d'accès.  
ISBN : N°6684\_.indb ; 01/08/12

## Références bibliographiques

---

- [63] **VOISIN F.** La minéralisation pulpaire étiologies conséquences et thérapeutiques. Thèse N° 2012 LYO 1D 009. Université Claude Bernard-Lyon 1 U.F.R. D'odontologie. Année 2012
- [64] **CARON G., MARTIN D.** Oblitérations canalaires les pulpolithes. L'information dentaire N° 1 - 6 janvier 2010 ; Pp 02-03
- [65] **KARIMI Z., CHALA S., NASSRI S., SAKOUT M., ABDALLAOUI F ;** Les dégénérescences calciques et leurs impacts sur la qualité du trtendodontique AOS 2016 | © EDP Sciences Pathologie; DOI: 10.1051/aos/2016044IAOS 2016|© EDP Sciences .Pp06
- [66] **BRONNEC.F.** Localisation des orifices canalaire. Réalités Cliniques *Vol. 17 n° 4*, 1Université Paris 7 ; année 2006.
- [67] **LAURENT A.,** Le MV2 de la première molaire maxillaire. L'information Dentaire N° 31, 21 septembre 2011 ; p 04 – 05
- [68] **SIMON S., SAUTIER J-M.** concepts cliniques en endodontie. Economie tissulaire et traitement endodontique INSP N° 6684\_.indb 40 ; Année 2005
- [69] **CANTATORE G.** concepts cliniques en endodontie ; Obturation canalaire et préservation radriculaire ; Pp 77
- [70] **Boulic. R :** Transport canalaire : expérimentation préliminaire relative à une nouvelle méthode d'exploration en imagerie 3D.Univ : Bretagne occidentale. 13/12/2013 pp 29/30.
- [71] **Blanquart. C :** Thèse : traitement non chirurgicale des perforations iatrogènes par la pose de .bio dentine : Réalisation de fiche pédagogique. 6 Septembre 2017 page 40.
- [72] **Buttel. L; Weiger. R; Krastl. G :** Réparation d'une perforation radriculaire avec le MTA : étude de cas. Rev Mens Suisse odontostomatol. Vol 123. 6/2013. 558/559/560
- [73] **POMMEL L., BUKIET F., CODERC G.** retraitement orthograde. Info dent N°22\_2 ; juin 2010 ; Pp99-104
- [74] **TOURABINEJAD M., WALTON R E., FOUAD A., LEVY G.** endodontie ; Principe et pratique. Traduction française : **LEVY G., ELSEVIER MASSON** \_ISBN :978-2-294-75645-1 ; 2016.
- [75] **COUVERCHEL C., BRONNEC F., CARBON G., SHAEFFER G.** procédure de reintervention pour la dépose des restaurations coronoradiculaires des dents déulpées Réalité clinique vol 22 n1pp77/78 ; année 2011
- [76] **POMMEL L., PERTOT W-J.** Obturation de l'endodonte. ISBN: N°6684\_.indb 243;année 01/08/12
- [77] **Von Arx T.** Apical surgery: A review of current techniques and out come. Saudi Dent Journal, 2011; Pp:9-15.

## Références bibliographiques

---

- [78] **Jouanny G, Khayat B.** La chirurgie endodontique : une solution très conservatrice. Clinic Focus, Le Fil Dentaire. 2010;(56):26-8.  
[https://www.lefildentaire.com/images/stories/ClinicFOCUS/lfd56\\_clinic\\_jouanny.pdf](https://www.lefildentaire.com/images/stories/ClinicFOCUS/lfd56_clinic_jouanny.pdf)
- [79] **TSEISIS L, ROSEN E.** Rétrospective evaluation endodontic treatment: traditional versus modern technique.  
Journal Endod, 2006, chapitre : 32, Pp : 412-416.
- [80] **KHAYAT B.** Microdentisterie - L'endodontie sous microscope.  
Inf. Dent., 1996, Pp: 921-922
- [81] **CARR G.B.** Advanced techniques and Visual enhancement for endodontic surgery.  
Endod. Rep, 1992, chapitre I, Pp : 6-9
- [82] **CASTELLUCCIA.** Avancées technologiques en chirurgie endodontique.  
Réalités cliniques, 2001 ; Pp : 213-225
- [83] **Shanelec DA.** Periodontal Microsurgery.  
Journal Esthet Restor Dent, 2003 ; Pp:118-123.
- [84] **Clauder T.** The Dental Microscope: An Indispensable Tool in Endodontic Practice.  
An Editorial Forum for Dental Professionals II, published by Carl Zeiss Meditec AG, Jena, Germany.
- [85] **RUBINSTEIN R.** The anatomy of the surgical operating microscope and operating positions.  
Dent. Clin. North Am. 1997 ; Pp : 391-413.
- [86] **Belcher JM.** Perspectiva sobre la microcirugía Periodontal.  
Int J Periodon Rest Dent, Vol : V, Núm. 3, 2001; Pp :191-6.
- [87] **KIM S, KRATCHMAN S.** Modern Endodontic Surgery Concepts and Practice  
A Review. Journal Endod, 2006 ; Pp :601-623.
- [88] **VON ARX T.** Failed root canals : The case for Apicoectomy (periradicular surgery)  
Journal Oral Maxillofac Surg, 2005 ; Pp : 832-837.
- [89] **FRIEDMAN S.** Pronostic du traitement des parodontites apicales.  
Réalités clinique, 2001; Pp :227-237.
- [90] **MANDEL E., FRIEDMAN S.** Endodontic retreatment: à rational approach to root canal reinstrumentation.  
Journal. Endod, 1992, volume II ;Pp : 565-569.
- [91] **Andrade PF, Grisi MF, Marcaccini AM, et al.** Comparison between micro and macrosurgical techniques  
Journal Periodontol, 2010; Pp :1572-9
- [92] **Fernandes PG, Reino DM, Souza SL, et al.** The treatment of localized gingival recessions using coronally positioned flaps and enamel matrix derivative.  
Journal Periodontal, 2010 ; Pp : 1572-9

## Références bibliographiques

---

- [93] **GLUSKIN A., RUDDLE C., ZINMAN E.** Thermal injury through intraradicular heat transfer using ultrasonic deviees: precautions and practical preventive strategies. Journal. Am. Dent. Assoc. N : 1286-1293, 2005; Pp : 136.
- [94] **IQBAL MK, KRATCHMAN S.** Microendodontic Ultrasonic Instruments. Dentistry Today, 2004 ; Pp :104-110.
- [95] **MALLET J.P., ROUSSEL T.**Le ré intervention en endodontie : la voie chirurgicale. Réalités Cliniques, 2000, u ; Pp : 295-305.
- [96] **TORABINEJAD M., HONG c.u, LEE S.J., MONSEF M., PITT FORD T.R.** Investigation of mineral trioxide aggregate for root-end filling. Journal. Endod., 1995, 2L ; Pp : 603-608.
- [97] **VON ARX T.** Chirurgie periradicualire-2éme partie. Schweiz Monatsschr Zahn Med, 2000 ; Pp :981-992.
- [98] **RUBINSTEIN R, TORABINEJAD M.** Contemporary Endodontic Surgery. CDA. Journal, 2004 ; Pp :485-492
- [99] **KHAYAT B.** Innovations technologiques en endodontie chirurgicale. Réalités Cliniques, 1996 ; Pp : 341-350
- [100] **Plotino G, Pameijer CH, Grande NM, Somma F.** Ultrasonics in endodontics A review of the literature. Journal Endos, 2007 ; Pp : 81-95.
- [101] **Blanc D.** Astreinte musculosquelettique chez le chirurgien-dentiste: étude electromyographique et goniométrique  
Thèse N°35 :69-42, Université Toulouse 03 Paul Sabatier faculté de chirurgie dentaire ; année 2013
- [102] the eight keys to selecting great seating for long-term  
Site web: [Health/http://desergo.com/articles/8-keys/](http://desergo.com/articles/8-keys/)
- [103] Microchirurgia e microscopia operatoria  
Site web: <https://www.studiodentisticovenuti.it / servizi / microchirurgia-stereomicroscopio/>

*« Le gain de notre étude, c'est en être devenu  
meilleurs et plus sage »*

– MONTAIGNE –



ABDELOUAHAD Nor El houda – AMEUR Somia– CHAHED Sabrina –  
HAMAMOUCHE Sara – HADJ MELIANI Issam

Intitulé de Mémoire :

« L'apport de l'aide optique en Odontologie Conservatrice et Endodontie »

## Résumé

### En français :

**La thérapie exacte nécessite une vision exacte.** Depuis une trentaine d'années, les systèmes de grossissement sont apparus dans la pratique de l'odontologie et surtout en endodontie. Les télescopes, et particulièrement le microscope opératoire offrent de nouvelles possibilités d'investigation, de diagnostic et de traitement. Après des rappels sur l'histoire et l'introduction des systèmes de grossissement, on a exposé les critères de choix des aides visuelles et l'apprentissage nécessaire à son utilisation. On insiste ensuite sur l'apport de ces systèmes dans les traitements endodontiques initiaux, dans la prise en charge des complications endodontiques et dans le développement de la chirurgie endodontique réalisée exclusivement sous système de grossissement. **Seuls qui peuvent voir l'invisible peuvent faire l'impossible.**

### En anglais :

**Exact therapy requires exact vision.** For about thirty years, magnification systems have appeared in the practice of dentistry and particularly in endodontics. Telescopes, and especially the operating microscope offer new possibilities for investigation, diagnosis and treatment. After reminders on the history and introduction of magnification systems, the criteria for the choice of visual aids and the learning required for its use were presented. We then insist on the contribution of these systems in initial endodontic treatments, in the management of endodontic complications and in the development of endodontic surgery performed exclusively under a magnification system. **Only those who can see the invisible can do the impossible.**

### En Arabe :

العلاج الدقيق يتطلب رؤية دقيقة. منذ ثلاثين عاما، ظهرت أنظمة التكبير في ميدان طب الأسنان وخاصة في علاج الجذور ولبها. توفر التلسكوبات، وخاصة المجهر الجراحي، إمكانيات جديدة للتحري والتشخيص والعلاج. بعد تذكيرات حول تاريخ و ظهور أنظمة التكبير، تم تقديم معايير اختيار المساعدات البصرية والتعلم المطلوب لاستخدامها. ثم الالحاح على مساهمة هذه الأنظمة في العلاجات الأولية و إدارة المضاعفات اللبية وفي تطوير الجراحة اللبية التي يتم إجراؤها حصرياً في ظل نظام التكبير. فقط من يستطيع أن يرى غير المرئي يستطيع أن يفعل المستحيل.

**Mots clés : Aides optiques, Microscope opératoire, Loupes binoculaires**

Promotrice : Pr Z. Hadji-Ould Rouis

Jury :

Président : Dr M.SAHI

Examinatrice : Dr A.ZAIDI

UNIVERSITÉ SAAD DAHLEB  
BLIDA 1

Faculté de Médecine

Année Universitaire 2017-2018

*« La nécessité est mère de l'invention »*

– PLATON –

*Remerciement :*

*On remercie dieu le tout puissant de nous avoir donné la santé et la volonté d'entamer et de terminer ce mémoire.*

*Tout d'abord, ce travail ne serait pas aussi riche et n'aurait pas pu voir le jour sans l'aide et l'encadrement de*

***M<sup>me</sup> le Pr Z. HADJI-OULD ROUIS***

*Nous tenons à la remercier très chaleureusement pour nous permettre de bénéficier de son encadrement,*

*Et pour les conseils qu'elle nous a prodigués, la patience, la confiance qu'elle nous a témoignés, ont été déterminants dans la réalisation de notre travail de recherche.*

*Nos vifs remerciements vont également aux membres du jury; Nous sommes conscients de l'honneur que nous a fait **Dr M.SAHI** en étant président du jury et **Dr A.ZAIDI** d'avoir accepté d'examiner ce travail, et pour l'intérêt qu'ils ont porté à notre recherche en acceptant d'examiner notre travail et de l'enrichir par leurs propositions.*

*.Nos remerciement s'adresse également à tous nos enseignants pour leurs générosités et la grande patience, dont ils ont su faire preuve malgré leurs charges académiques et professionnelles durant les années des études.*

*Nos profonds remerciements vont également à toutes les personnes qui nous ont aidés et soutenue de près ou de loin.*

## ***Dédicace***

***Avant tous je commence par remercier DIEU pour m'avoir donné la force et la conscience dans les moments difficiles d'éditer ce mémoire.***

*Je dédie ce mémoire à*

***Ma mère***, qui a œuvré pour ma réussite, de part son amour, son soutien, tous les sacrifices consentis et ses précieux conseils, pour toute son assistance et sa présence dans ma vie, reçois à travers ce travail aussi modeste soit-il, l'expression de mes sentiments et de mon éternelle gratitude.

***Mon père***, qui peut être fier et trouver ici le résultat de longues années de sacrifices et de privations pour m'aider à avancer dans la vie. Puisse Dieu faire en sorte que ce travail porte son fruit ; Merci pour les valeurs nobles, l'éducation, les sacrifices et le soutien permanent venu de toi.

***Que Dieu vous préserve santé et longue vie.***

Mon frère ***DHAYOU*** ; mes sœurs ***ZANOUBIA*** et ***MARMAR*** ; je remercie également tous les membres de ma famille qui m'ont soutenue durant tous mon cursus, mes tantes mes oncles mes cousines et mes cousins.

Je tiens à remercier la famille de mon oncle ***LAKHDDHER*** ; ma tante ***MBARKA***, sa fille et ses fils chacun en son nom pour leurs bon accueil et soutien.

***Je vous dis que je vous aime tous et que dieu vous protège et vous garde pour moi.***

À mes chères amies ***BOUABDELLAH IMANE***, ***BERKANE HIBA***, ***DEKAR SAMRA*** je vous remercie tous pour votre aide et votre soutien et même votre attention durant toute l'année et votre fidélité pour notre amitié, puisse ce travail témoigne de ma profonde affection et de ma sincère estime.

Je remercie M<sup>R</sup> ***KHALIL BOUDJEMLINE*** pour son soutien et sa générosité de m'avoir permis de faire mes stages au sein de l'établissement qu'il dirige ainsi que toutes personnes qui travaillent là-bas et qui m'ont aidé dans ma formation.

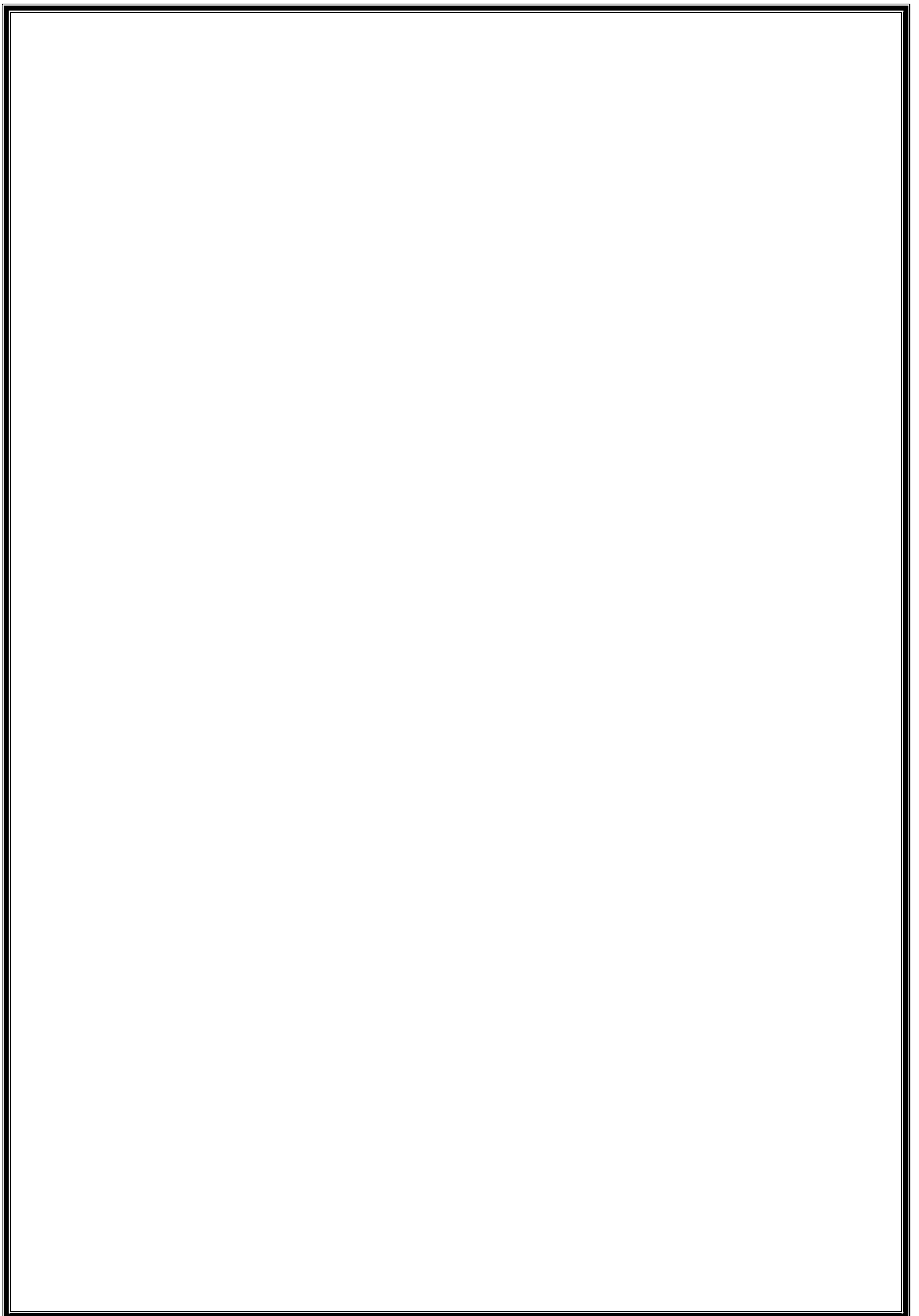
Un dédicace spéciale pour ma chère amie ***SARA HAMAMOUCHE « SARSOURTI »*** je te dis que tu es plus qu'une amie tu es une sœur pour moi merci d'être toujours à mes côtés ; notre amitié fait déjà 6 ans durant lesquelles on a partagé de bonnes et de mauvaises souvenirs, de la joie et de la souffrance et inshallah cette amitié resteras pour éternité

***Ce travail est un témoignage de mon attachement et de mon amour pour une personne qui était toujours avec moi durant tous mon cursus à :***

***AMINE GASMI..*** je te remercie pour ton encouragement et ton soutien moral et financier. Tu es la bouffée d'oxygène qui me ressourçait dans les moments pénibles, de solitude et de souffrance. Merci d'être toujours à mes côtés, par ta présence, par ton amour dévoué et ta tendresse.

***Je prie dieu le tout puissant pour qu'il te donne bonheur et prospérité et pour qu'il te garde pour moi.***

***ABDELOUAHAD NOR ELHOUDA***



*Dédicace :*

*En préambule à ce mémoire nous remercions ALLAH qui nous aide et nous donne la patience et le courage durant ces longues années d'étude.*

*Nous souhaitons adresser nos remerciements les plus sincères aux personnes qui nous ont apporté leur aide et qui ont contribué à l'élaboration de ce mémoire ainsi qu'à la réussite de cette formidable année universitaire.*

*A ma chère mère, tu m'as comblé avec ta tendresse et affection tout au long de ma vie, tu n'as cessé de me soutenir et de m'encourager durant toutes les années de mes études, tu a toujours été présente à mes cotés pour me consoler quand il fallait. Reçoit ce travail en signe de ma vive reconnaissance et ma profonde estime.*

*Que dieu tout puissant te préserve, t'accorde la santé, bonheur, et te protège de tout mal.*

*A mon cher père, tu as su m'inculquer le sens de la responsabilité, de l'optimisme et de la confiance en soi face aux difficultés de la vie.*

*Tes conseils ont toujours guidé mes pas vers la réussite. Ta patience sans fin, ta compréhension et ton encouragement sont pour moi le soutien indispensable que tu as toujours su m'apporter. Je te dois ce que je suis aujourd'hui et ce que je serai demain et je ferai de mon mieux pour rester ta fierté et ne jamais te décevoir.*

*A mes chères sœurs FARAH et MANAL qui m'ont assisté dans ces moments difficiles, par leurs encouragements permanents, et leur soutien moral et qui n'ont cessé d'être pour moi des exemples de persévérance de courage et de générosité.*

*A toute ma famille et mes amies, surtout ma très chère amie ABDELOUAHAD Nor El houda pour leur soutien tout au long de mon parcours universitaire, Que ce travail soit l'accomplissement de vos vœux tant allégués, et le fruit de votre soutien infaillible,  
Merci d'être toujours là pour moi.*

*Puis je tiens à remercier notre promotrice : Pr Z. HADJI-OULD ROUIS pour la qualité de son encadrement exceptionnel, pour sa patience, sa rigueur, son précieux conseil et sa disponibilité durant notre préparation de ce mémoire.*

*Enfin, je tiens également à remercier toutes les personnes qui ont participé de près ou de loin à la réalisation de ce travail.*

*M<sup>lle</sup> HAMAMOUCHE sara*



*Je rends grâce à Dieu de m'avoir donné le courage, la volonté ainsi que la conscience  
d'avoir pu terminer mes études.*

*Je dédie ce modeste travail :*

*A mes très chers père et mère, pour toute leur tendresse et pour leurs nombreux  
sacrifices .Que dieu me les garde.*

*A tous ceux qui m'ont aidé de loin ou de près durant mes études.*

*A toute ma famille spécialement mes frères Ahmed, Abd el Kader, et Rafik, mes  
sœurs Samia, Faiza et Fatima ainsi qu'à tous mes oncles et tantes.*

*A tous les professeurs et enseignants qui ont collaboré à ma formation depuis Mon  
premier cycle d'étude.*

*A tous le personnel qui travaille au sein de la Clinique Zabana*

*A toutes mes amies, et tous mes amis de 6eme année*

*Médecine dentaire.*

*CHAHED SABRINA*

## *Dédicaces*

*Tout d'abord, je tiens à remercier le bon Dieu le tout Puissant de m'avoir donné la force et le courage de mener à bien ce modeste travail, également je remercie infiniment mes parents, qui m'ont encouragé et aidé à arriver à ce stade de ma formation.*

*A la mémoire de ma mère. J'aurai bien voulu que tu sois parmi nous en ce jour mémorable. Que la clémence de Dieu règne sur toi et que sa miséricorde apaise ton âme...*

### *Je dédie ce travail*

*À mes chers parents qui peuvent trouver ici le résultat de longues années de sacrifices. Merci pour les valeurs nobles, les conseils précieux, l'éducation, le soutien permanent venu de vous, et votre assistance et présence dans ma vie. Que dieu vous protège, vous procure bonne santé et longue vie, que la réussite soit toujours à ma portée pour que je puisse vous combler de bonheur.*

*Pour celle que j'aime beaucoup et qui m'a soutenue tout au long de ce projet : ma femme **AMEUR SOMIA**, et bien sûr A mes frères **OUSSAMA** et **NASSIM**, ma chère petite sœur **LINA**.*

*A toute ma famille,*

*A Mes Chers Amis Et Collègues,*

*A tous mes enseignants tout au long de mes études,*

*A tous ceux qui me sont chers et que j'ai omis de citer. Et à tous ceux qui ont contribué de près ou de loin pour que ce projet soit possible, je vous dis **Merci**.*

***HADJ MELLANI ISSAM***

## *Dédicaces*

*Que ce travail témoigne de mes respects :*

***A mes chers parents,***

*Aucune dédicace ne saurait exprimer mon respect, mon amour éternel et ma considération pour les sacrifices que vous avez consenti pour mon instruction et mon bien être.*

*Je vous vous remercie pour tout le soutien et l'amour que vous me portez depuis mon enfance et j'espère que votre bénédiction m'accompagne toujours.*

*Que ce modeste travail soit l'exaucement de vos vœux tant formulés, le fruit de vos innombrables sacrifices, bien que je ne vous en acquitterai jamais assez.*

*Que dieu, le très haut, vous accorde santé, bonheur et longue vie et face en sorte que jamais je ne vous déçoive*

***A la mémoire de mon grand-père et ma grande mère,***

*J'aurais tant aimé que vous soyez présentes, Que la clémence de Dieu règne sur vous et que sa miséricorde apaise vos âmes...*

***A ma grande mère,***

*Qui m'a accompagné par ses prière, sa douceur, puisse dieu lui prête une longue vie et beaucoup de santé et bonheur dans les deux vies*

***A mes sœurs MAYESSA, SARIA et mes frères MUHAMMED et ABDULLAH MOUSSA,***

***A mes amies SAMIHA BEN MOKHTAR, KHADEDJA BOUCHERITE, NADIA SEDDIKI et HADJER BOURADJI,***

*Elles vont trouver ici le témoignage d'une fidélité et d'une amitié infinie.*

***A la mémoire de Mon cher médecin TALEB RACHIDE,***

***A mes professeurs,***

*Leur générosité et leur soutien m'oblige de leurs témoigner mon profond respect et ma loyale considération.*

*Une spéciale dédicace a cette personne qui compte déjà énormément pour moi, et pour qui je porte beaucoup de tendresse et de respect.*

***A TOI HM ISSAM / ALAA***

***AMEUR SOMIA***

---

# Sommaire

1. Introduction .....	04
2. Objectifs .....	04
3. Historique .....	04
3.1. L'apparition de la microchirurgie en général.....	04
3.2. Histoire du microscope en médecine dentaire.....	05
4. Généralités .....	06
4.1. Quelques définitions d'optique .....	06
4.2. Caractéristiques physiologiques et physique de l'optique.....	07
4.2.1. L'œil.....	07
4.2.2. Formation d'une image.....	09
4.2.3. Paramètres de la vision.....	10
4.3. Principes généraux des systèmes optiques.....	15
5. Les aides visuelles en odontologie conservatrice – endodontie.....	17
5.1. Définition des aides optiques .....	17
5.2. Les loupes simples ou lunettes loupes.....	18
5.3. Les téléloupes ou les loupes binoculaires.....	18
5.3.1. Partie optique.....	18
5.3.2. Partie mécanique.....	19
5.3.2.1. Support.....	19
5.3.2.2. Systèmes de fixation.....	20
5.3.2.3. Eclairage.....	21
5.3.3. Entretien.....	22
5.3.4. Critères de choix d'une loupe.....	23
5.4. Le microscope opératoire.....	26
5.4.1. La Partie optique.....	26
5.4.1.1. Objectif .....	27
5.4.1.2. Les prismes de grossissement .....	27
5.4.1.3. La mise au point.....	27
5.4.1.4. La tête binoculaire.....	28
5.4.2. La Partie mécanique .....	28
5.4.2.1. Le bras pantographique .....	28
5.4.2.2. Le statif.....	29

5.4.3. L'éclairage .....	29
5.4.4. Entretien .....	29
5.4.5. Les critères de choix des aides optique .....	30
5.4.6. Caractéristiques des loupes et des microscopes opératoires.....	30
5.5. Dispositifs d'observation .....	31
5.5.1. L'endoscopie .....	31
5.5.2. Optique complémentaire.....	32
5.5.3. Appareil numérique et écrans .....	33
6. Apport des aides optiques en odontologie conservatrice .....	34
6.1. Diagnostic .....	34
6.1.1. Détection précoce des caries.....	34
6.1.2. Diagnostic des fêlures et fractures.....	35
6.2. Préparation peu invasive des cavités d'obturation sous aides optiques.....	37
6.3. Restauration précise .....	37
7. Apport des aides optiques en endodontie .....	38
7.1. Traitement orthograde de première intention .....	38
7.1.1. La pose de la digue.....	38
7.1.2. Réalisation de la cavité d'accès .....	38
7.1.3. Localisation des orifices canalaires .....	40
7.1.4. Mise en forme canalair.....	41
7.1.5. Obturation Canalair sous aides optiques .....	42
7.1.6. Traitement des résorptions .....	43
7.2. Traitement orthograde de seconde intention (non chirurgicale).....	44
7.2.1. Apport du MO après accident de parcours lors du traitement ultérieur.....	44
7.2.1.1. L'oubli d'un canal .....	45
7.2.1.2. Perforation .....	45
7.2.1.3. La butée .....	47
7.2.1.4. Les obstacles intracanalaires.....	47
7.2.1.4.1. Désobturation des matériaux d'obturation initiale.....	48
7.2.1.4.2. Désobturation des restaurations corono- radiculaires.....	48
7.2.1.4.3. Retrait d'instrument fracturé.....	49
7.2.2. Complexité anatomique .....	51
7.3. Apport des aides optiques en Odontologie pédiatrique .....	52
7.4. Apport des aides optiques dans la chirurgie endodontique.....	52

7.4.1. La chirurgie endodontique apicale.....	52
7.4.1.1. La visibilité.....	52
7.4.1.1.1. Le grossissement .....	52
7.4.1.1.2. L'éclairage .....	52
7.4.1.1.3. Nécessité d'hémostase.....	52
7.4.2. Techniques actuelles de la chirurgie endodontique .....	52
7.4.2.1. L'Anesthésie.....	53
7.4.2.2. L'Incision et le Lambeau.....	53
7.4.2.3. L'Ostéotomie.....	53
7.4.2.4. L'exérèse de la lésion .....	53
7.4.2.5. La résection apicale.....	54
7.4.2.6. Débridement canalaire.....	54
7.4.2.7. L'Obturation à rétro.....	56
7.4.2.8. La fermeture du site opératoire.....	57
7.4.3. Pronostic et résultats de la chirurgie endodontique sous MO.....	57
8. Développement d'instruments spécifiques.....	58
8.1. Instruments manuels et contre angles (micro instrumentations).....	58
8.2. Instruments ultrasonores .....	61
9. Impacts sur l'organisation du travail du médecin dentiste .....	61
9.1. Ergonomie.....	61
9.2. Posturologie et santé de travail .....	62
9.2.1. Position du praticien .....	62
9.2.2. Réglage du microscope et des loupes binoculaires.....	63
9.2.3. Position des mains.....	64
9.3. Ressources humaines.....	64
9.3.1. Travail à quatre mains.....	64
9.4. Communication et image de praticien.....	65
10. Discussion .....	65
11. Conclusion.....	68
12. Références bibliographiques	
13. Annexes	



---

## 1. Introduction

L'OCE est un art de micro-précision avec ses diverses thérapeutiques qui consistent essentiellement à travailler sur un système canalaire dont le volume ne dépasse pas quelques millimètres cube.

Cette petite taille du champ opératoire impose au praticien une attention et une concentration tout au long de la journée.

Malheureusement l'œil humain n'est pas adapté à ce type d'effort et encore moins de façon répétée et quotidienne ainsi qu'un plateau technique simple et conventionnel ne suffit pas pour avoir l'acuité visuelle et le degré de précision suffisants.

**Les systèmes de grossissement se sont imposés comme la solution idéale.**

La technologie optique a pu résoudre non seulement les problèmes de vision mais aussi les soucis de postures et apporter à notre profession plusieurs d'autres gains pour n'en citer que quelques-uns aujourd'hui le microscope et les loupes binoculaires font partie intégrante de l'arsenal thérapeutique du médecin dentiste.

L'endodontiste d'aujourd'hui pratique les soins les plus précis et meilleurs possible pour ses patients d'une façon moins fatigante avec un taux de réussite très élevé.

## 2. Objectifs de l'aide optique

- Avoir une vision des images réelles agrandie, nettes, sans aucune déformation.
- Permettre une précision, rapidité et confort dans notre pratique quotidienne en totale liberté.
- Favorise l'utilisation continue en évitant toute fatigue visuelle (l'endodontie).
- Permettre d'observer, enregistrer et partager des clichés photos et des films en haute définition.
- Améliorer notre champ de vision sur un terrain réduit pour plus de performance dans notre traitement.

## 3. Historique de l'aide optique

### 3.1. L'apparition de la microchirurgie en général

L'invention du microscope servit initialement pour des recherches para cliniques jusqu'en 1921 ou le chirurgien otologiste suédois Carl Olof Nylen l'utilisa au cours d'une intervention d'oreille. <sup>[1]</sup>

A la même époque HOLMEGREN suivit l'idée de son assistant et utilisa une loupe binoculaire opératoire.

Aussi Maurice Sourdille a été amené à concevoir le premier microscope véritablement conçu pour la microchirurgie qui fournit une distance de travail de 25 cm alors qu'au paravent les distances étaient plus courtes. <sup>[2]</sup>

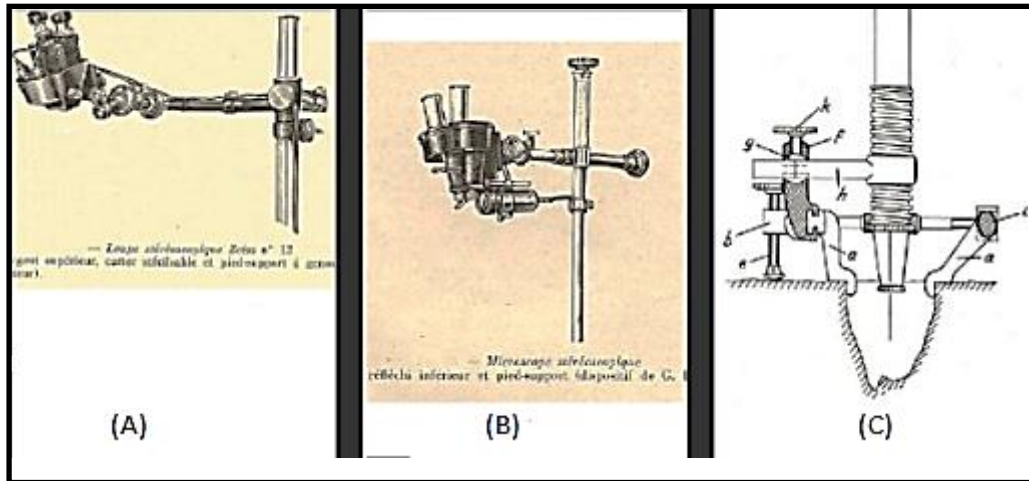


Fig. 1 : Le microscope: (A) de Sourdille, (B) de G. Hølemgren, (C) de Nylén Pearsen [2]

Jacobson, en 1942 a développé les micros sutures vasculaires et les micros transplants. C'est Cobbett en Angleterre qui appliqua en 1969 l'usage du microscope à la transplantation lors de celle d'un gros orteil pour reconstruire un pouce amputé. En 1976, la microchirurgie digestive a été introduite et dominée par Germain. En 1974, Ostrup et Fridrickson ; débutèrent la reconstruction osseuse avec la microchirurgie. L'histoire de la microchirurgie venait de prendre son essor, elle sera précisée pour la reconstruction de l'extrémité cervico-faciale des membres du tronc, l'utilisation des lambeaux, des transplants osseux. [1]

### 3.2. Histoire du microscope en médecine dentaire

L'utilisation du microscope opératoire en odontologie a été proposée en France dès la fin des années 1960 par les docteurs Boussens et Duramen. [3]

Apotheker et Jako en 1978 réunissent leurs efforts et publient les premières études, et réalisent les premiers articles concernant l'utilisation du MO en chirurgie dentaire. [4]

C'est en 1981 qu'Apotheker introduit le premier microscope opératoire en odontologie, qui était mal configuré et mal équilibré sur un seul pied et qui présentait un seul agrandissement (x8), et une distance focale fixe de 250 mm, c'était un microscope dérivé de la chirurgie ophtalmologique et qui ne permettait pas une utilisation routinière : il n'a pas eu donc une acceptation au sein de la communauté dentaire surtout pour ses mauvaises qualités ergonomiques.

En 1991 Gary Carr a présenté un MO avec un optique Galiléen associé à un éclairage coaxiale, il avait un changeur de grossissement : 5 grossissements discrets (3.5x \_30x) avec un montage stable et équilibré, plafonnier ou murale, il était ergonomiquement conseillé pour les dentistes. [5]

D'autres endodontistes tels Ruddle Stopko et Kim vont promouvoir au cours des années 1990 l'endodontie microscopique, lors du traitement initial, du retraitement ortho grade ou du traitement endodontique chirurgical. En 1998 l'Association Américaine des Endodontistes (AAE) impose l'utilisation du microscope opératoire, au sein des programmes post-universitaires. [3]

---

## 4. Généralités

### 4.1. Quelques définitions d'optique

#### ➤ Optique physiologique

La vision est le phénomène par lequel l'être vivant intègre les informations venues du système visuel pour répondre à ses besoins. L'œil a pour rôle de capter les rayons lumineux, de les focaliser et enfin de projeter l'image sur la rétine qu'il renferme.

L'œil est donc assimilable à une lentille convergente située à une distance fixe d'un écran (rétine), va traiter la grande majorité de l'information visuelle, c'est la zone d'acuité maximale de l'œil. Le reste de la rétine participe à la vision périphérique ou nocturne. [6]

#### ➤ Optique géométrique

L'optique géométrique étudie la propagation de la lumière et la formation des images en utilisant la notion des rayons lumineux et les lois empiriques de propagation rectiligne, de réflexion et de réfraction. [7]

#### ➤ Absorption

Constitue le phénomène par lequel un matériau non totalement transparent atténue toute onde électromagnétique le traversant. [8]

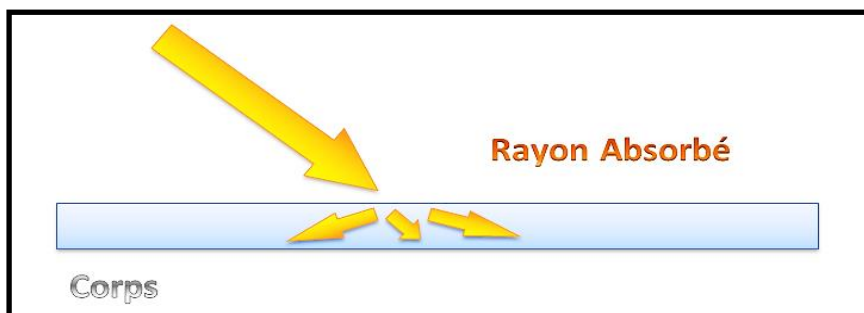


Fig. 2 : Phénomène d'absorption à travers un corps non transparent [9]

#### ➤ Diffraction

Modification des propriétés d'une onde lorsqu'on limite sa propagation par un obstacle (fente étroite par exemple). [10]

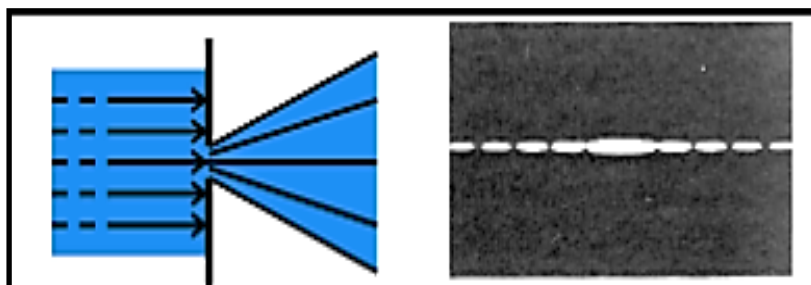


Fig. 3 : Phénomène de diffraction à travers une fente étroite et figure de diffraction observée sur un écran [11]

#### ➤ Diopre

C'est l'ensemble de deux milieux transparents, homogènes et isotropes, d'indices différents et séparés par une surface parfaitement lisse. [10]

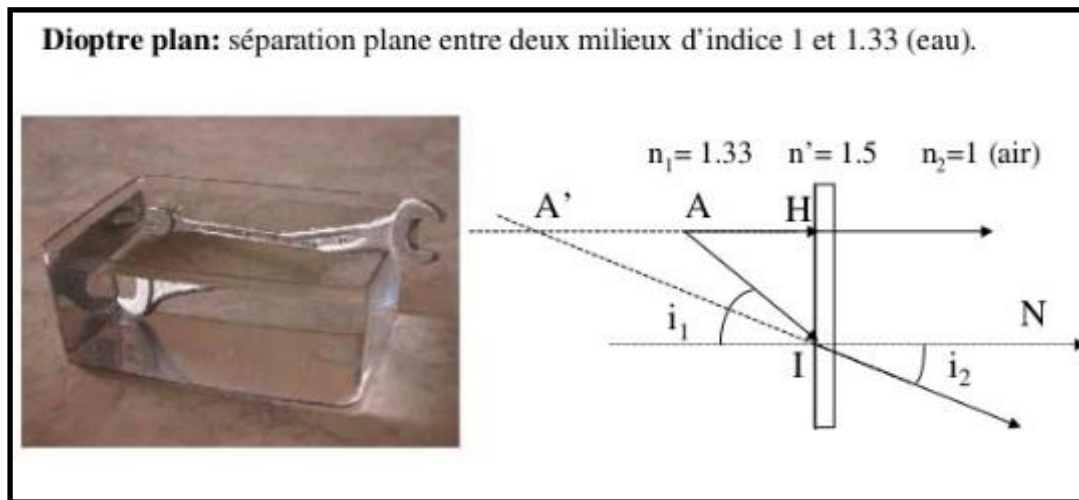


Fig. 4 : Illustration d'un dioptre Plan. <sup>[12]</sup>

➤ **Réflexion**

C'est la capacité que possède une surface lisse à réfléchir une partie des rayons lumineux avec un angle égal à l'angle d'incidence. <sup>[13]</sup>

➤ **Réfraction**

C'est la capacité que possède un milieu matériel isotrope homogène et transparent à dévier le trajet des rayons lumineux. <sup>[13]</sup>

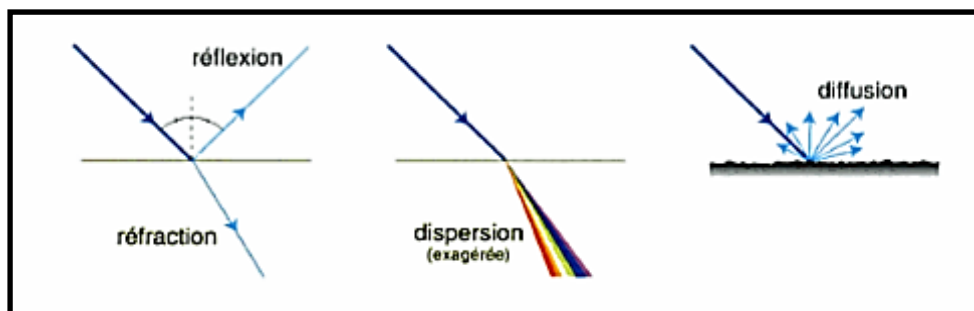


Fig. 5 : schéma de la réflexion, réfraction, dispersion et diffusion de la lumière <sup>[13]</sup>

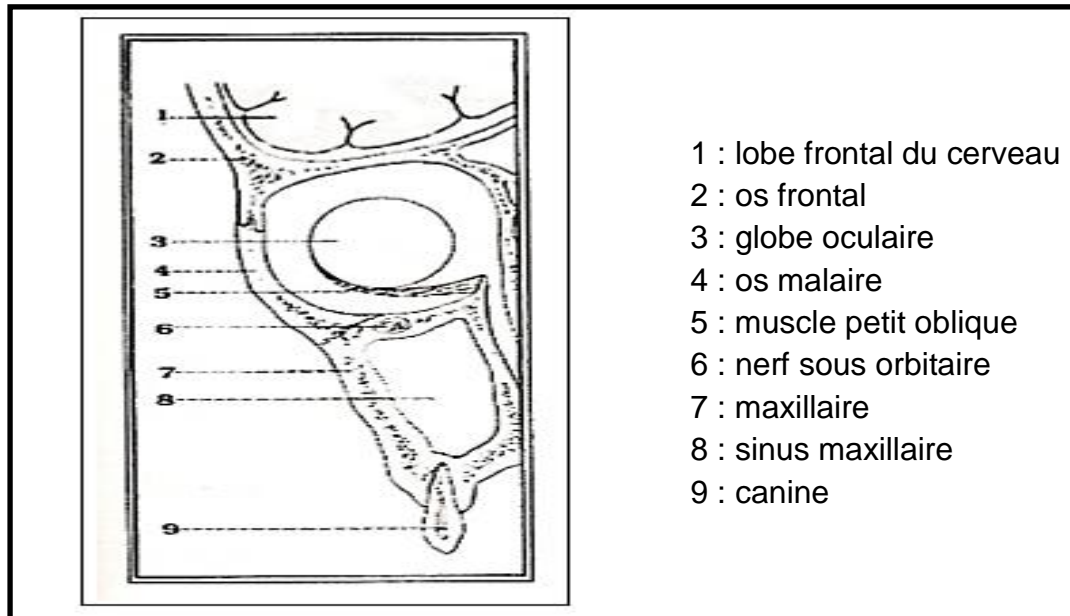
## 4.2. Caractéristiques physiologiques et physique de l'optique

### 4.2.1. L'œil

Connaître l'œil Humain et avoir quelques notions d'optiques physiologiques sont nécessaire pour comprendre le fonctionnement des différentes aides optiques. <sup>[14]</sup>

➤ **Situation dans l'orbite**

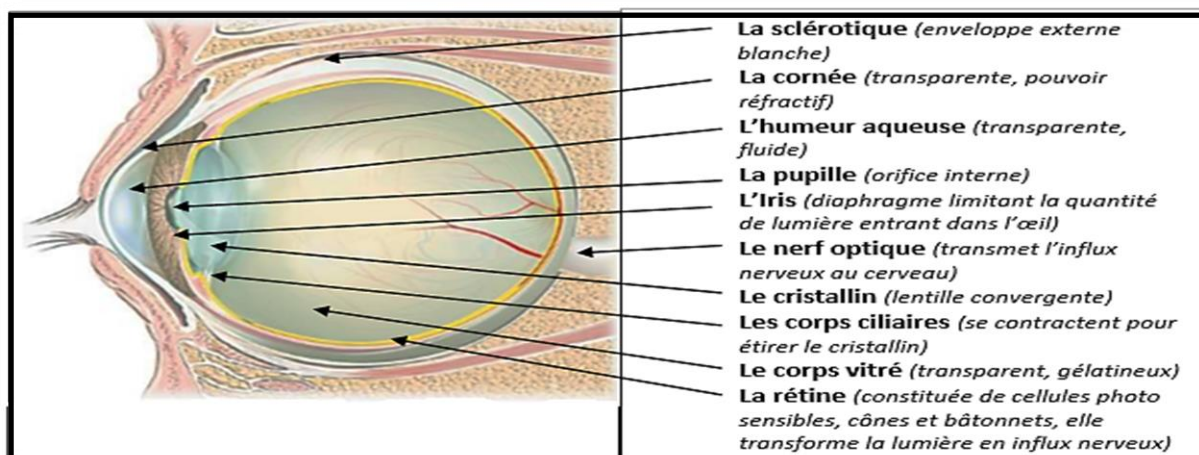
L'œil est une sphère en suspension dans l'orbite, il est relié au cerveau par le nerf optique. Les mouvements de translation lui sont interdits, mais il peut effectuer des mouvements de rotation grâce à des muscles permettant d'orienter le regard dans une infinité de directions, c'est ce que l'on appelle le champ visuel, qui peut atteindre 200°. La puissance de l'œil est égale à 59 dioptries (la dioptrie est une unité de vergence d'un system optique). Les mouvements oculaires sont parfaitement synchronisés, afin d'éviter de voir double. <sup>[14]</sup>



**Fig. 6 : Coupe frontale passant par la partie antérieure de la fosse nasale droite d'après Rougier et Maugery<sup>[14]</sup>**

➤ **Anatomie de l'œil humain**

L'œil est l'organe de la vision. Il est suspendu dans l'orbite par six muscles moteurs et relié au cerveau par le nerf optique. <sup>[15]</sup>



**Fig. 7 : coupe sagittale de l'œil <sup>[16]</sup>**

On peut alors comparer le globe oculaire à un appareil photo, le cristallin étant l'objectif, l'iris le diaphragme, la sclérotique le boîtier, le corps vitré la chambre noire et la rétine le film.

➤ **Propriétés optiques de l'œil**

Les milieux franchis par la lumière, avant d'atteindre la rétine, sont, dans l'ordre, la cornée, l'humeur aqueuse, le cristallin et le vitré. Ainsi sont traversés un certain nombre de dioptries successifs où se situent les phénomènes de réfraction: le dioptre cornéen antérieur, la face antérieure de la cornée et les dioptries cristalliniens antérieurs et postérieurs. L'intérieur du cristallin est donc une succession de dioptries. Le jeu des différentes couches du cristallin a un rôle important dans les phénomènes d'accommodation. <sup>[17]</sup>

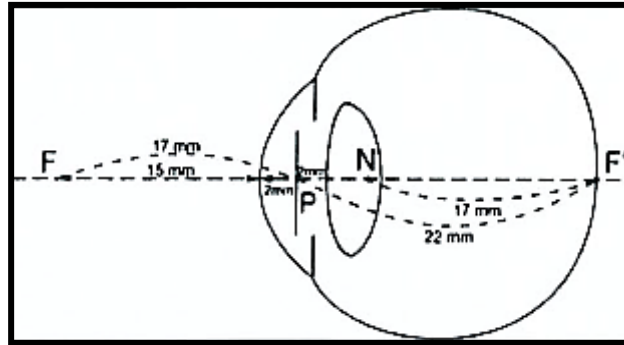


Fig. 8 : accommodation oculaire [17]

➤ **Limites de l'œil**

Malgré ses propriétés physiques extraordinaires, l'œil ne permet pas la visualisation de détails anatomiques nécessaires à la réalisation de certains actes endodontiques. De plus, le manque de lumière limite également les capacités visuelles de l'œil. Les progrès technologiques ont permis le développement de nombreux matériels qui permettent aujourd'hui une pratique microscopique de l'endodontie. [17]

**4.2.2. Formation d'une image**

➤ **Trajets de la lumière**

La lumière traverse l'œil de part en part : cornée, puis humeur aqueuse, pupille, cristallin, corps vitré, et pour finir, elle atteint la rétine ou elle est focalisée. L'œil est donc assimilable à une lentille convergente (cornée + cristallin), située à une distance fixe d'un écran (rétine), et dont la distance focale est variable. [18]

➤ **Formation d'une image**

La lumière parvenant à l'œil traverse différentes couches transparentes avant de parvenir aux cellules photo réceptrices. A chaque changement de milieu, l'image est légèrement modifiée et Le cristallin a pour rôle de faire converger les rayons lumineux sur les cellules photo réceptrices de la rétine. Elles produisent alors un influx nerveux, transmis via le nerf optique au cerveau qui, enfin, construira une image et l'associera à celle issue du deuxième œil. [19]

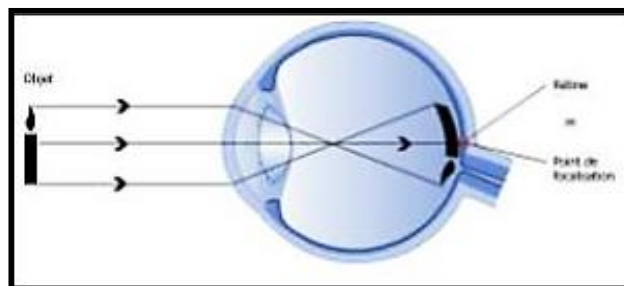


Fig. 9 : Trajet lumineux avec convergence des rayons sur la rétine [19]

➤ **Situation de l'image**

L'image donnée d'un objet est une image réelle renversée. Pour un œil normal (emmétrope), tous les rayons d'un objet situé à l'infini (au-delà de 5 mètres), arrivent parallèlement à l'axe de l'œil pour former sur la rétine une image inversée. [18]

➤ **Cerveau**



Il décode les informations transmises par le nerf optique sous la forme d'influx nerveux au niveau des aires visuelles se projetant sur la partie occipitale du cortex. [18]

### 4.2.3. Paramètres de la vision

#### ➤ L'acuité visuelle

C'est la capacité à voir nettement les objets, on parle de l'acuité visuelle dynamique lorsque le sujet et /ou la cible sont en mouvement et dans un environnement perturbant [20]

#### ➤ La perception des distances

C'est la capacité à évaluer le positionnement des objets dans l'espace (en mouvement ou non). [20]

#### ➤ Sensibilité ou contraste

C'est la capacité à suivre un objet en mouvement dans des ambiances lumineuses changeantes. [20]

#### ➤ Coordination œil/main, œil/Pied, œil/Corps

C'est la capacité à diriger et positionner son corps en fonction des informations visuelles reçues dans le but d'accomplir une tâche déterminée. [20]

#### ➤ La conscience du périphérique

C'est la capacité à rester concentré sur un objet tout en étant conscient de l'environnement qui nous entoure [20]

#### ➤ La mobilité oculaire

C'est la capacité à suivre les objets on mouvement. [20]

#### ➤ Le champ visuel

C'est la portion de l'espace vue par un œil regardant droit devant lui et immobile. Lorsque l'œil fixe un point, il est capable de détecter dans une zone d'espace limitée, des lumières, des couleurs et des formes. [21]

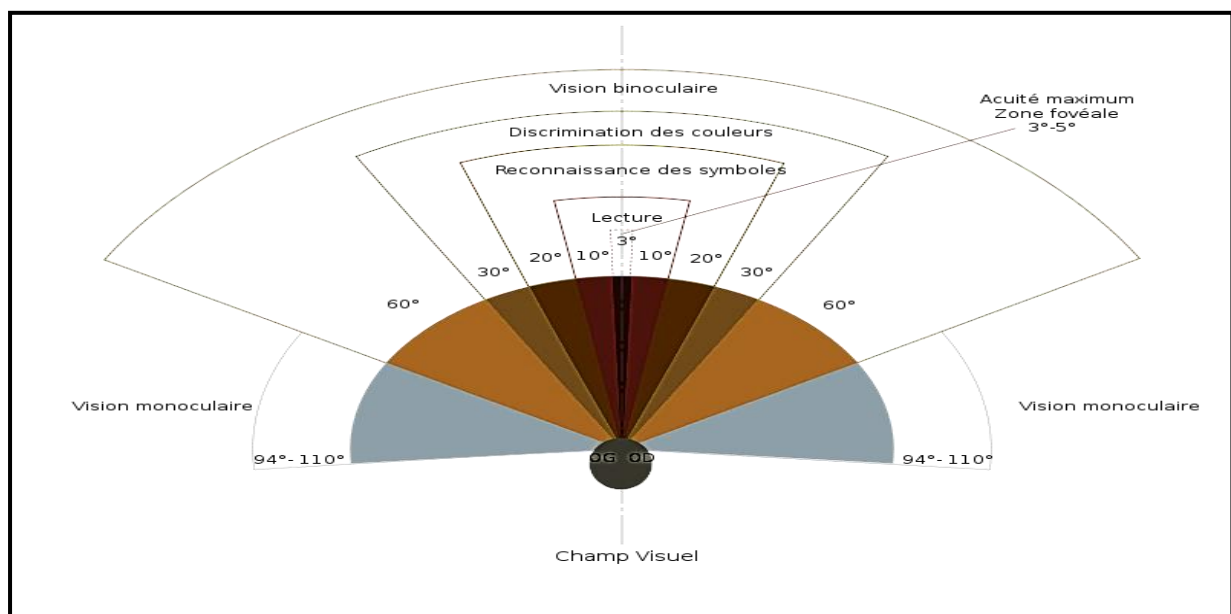


Fig. 10 : le champ visuel humain [22]

### ➤ La largeur du Champ

Il est défini par la dimension de la zone observée à travers les loupes. Il se caractérise par deux valeurs : une au début de la plage de netteté et une autre à la fin de la plage de netteté.

Un large champ de vision permet de voir une plus grande portion de travail. Ce dernier est le rapport entre le grossissement et la distance de travail. Un grossissement de X 2,5 peut balayer une zone d'environ 6cm de diamètre (toute la cavité buccale). A grossissement égal on choisit la loupe qui a la plus grande largeur de champs. [23]

### ➤ Contraste

La perception visuelle des formes nécessite la mise en œuvre d'une discrimination des variations de luminance, c'est-à-dire des contrastes. Dont la distribution spatiale constitue l'image rétinienne. [24]

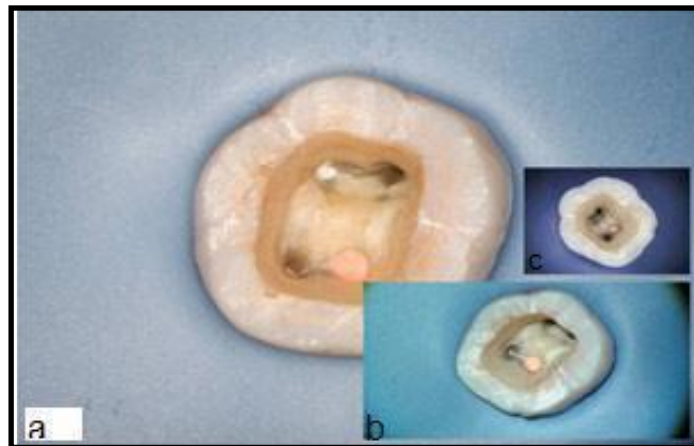


Fig. 11 : comparaison de contraste entre MO (a) loupe (b) et l'œil nu (c) [25]

### ➤ Accommodation

La lumière entrant dans l'œil est régulée par l'iris qui adapte la taille de la pupille à la luminosité. Les rayons de lumière qui pénètrent dans l'œil traversent les différents milieux transparents et sont réfractés à l'entrée et à la sortie de la cornée et du cristallin. Les rayons ainsi déviés convergent sur la rétine sur laquelle se forme l'image de l'objet, si bien que l'image projetée est vue nettement. Ce processus se fait grâce à l'**accommodation**. [28]

L'accommodation est définie comme un processus physiologique de mise au point, permettant de voir nettement un objet, quel que soit sa distance il résulte de la contraction du muscle ciliaire, qui entraîne un relâchement des fibres zonulaires ; celui-ci provoque, à son tour une augmentation des courbures du cristallin, principalement de la courbure antérieure et du pouvoir réfractaire, ce qui lui permet de déplacer la lumière focalisée vers l'avant ou l'arrière pour la projeter exactement sur la rétine.

Pour observer nettement un objet loin, l'œil reste au repos : muscles ciliaires non contractés. En revanche l'observation d'objet proche nécessite leur contraction permettant de bomber le cristallin. [26]

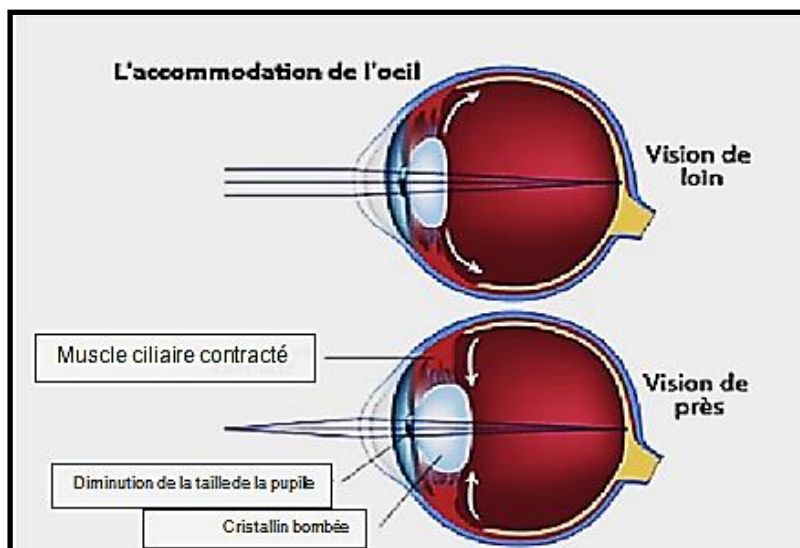


Fig. 12 : L'accommodation de l'œil emmétrype [27]

Tout défaut d'accommodation conduit à une image qui ne se forme pas sur la rétine et qui est perçue floue.

L'œil peut accommoder jusqu'à une distance minimale (environ 25cm) en dessous de laquelle un objet sera vu flou. Ce point est appelé punctum proximum. [23]

➤ **Punctums**

- Punctum proximum: c'est le point à partir duquel un objet ne peut plus être vu nettement malgré une accommodation maximale du cristallin. Cette distance varie individuellement et augmente avec l'âge.
- Punctum remotum : c'est le point à partir duquel un objet peut-être vu nettement sans accommodation, on confond alors celui-ci avec l'infini.

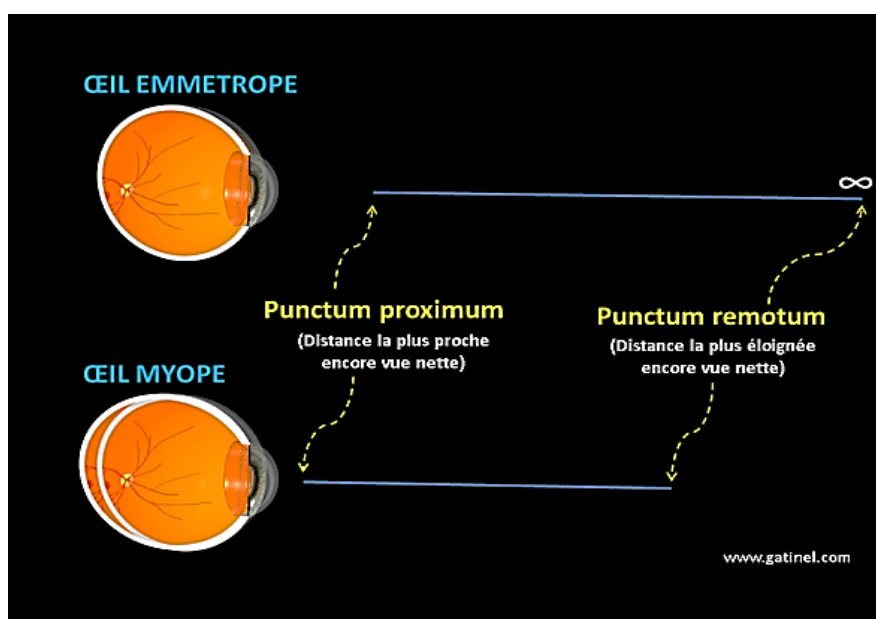


Fig. 13 : Punctums proximum et remotum [28]

➤ **Convergence**

C'est la capacité des yeux à converger, c'est-à-dire de se déplacer vers l'intérieur, lorsqu'un sujet regarde un objet qui se déplace dans un plan horizontal, les yeux se

déplaceront tous les deux vers l'intérieur de façon conjuguée puis à une certaine distance, un des deux yeux cessera de fixer et effectuera un déplacement vers l'extérieur. C'est le point de bris de la convergence. En deçà de cette distance, les yeux ne peuvent plus converger. On note alors la distance à laquelle le point de bris a lieu. La distance normale est d'environ 5 cm.

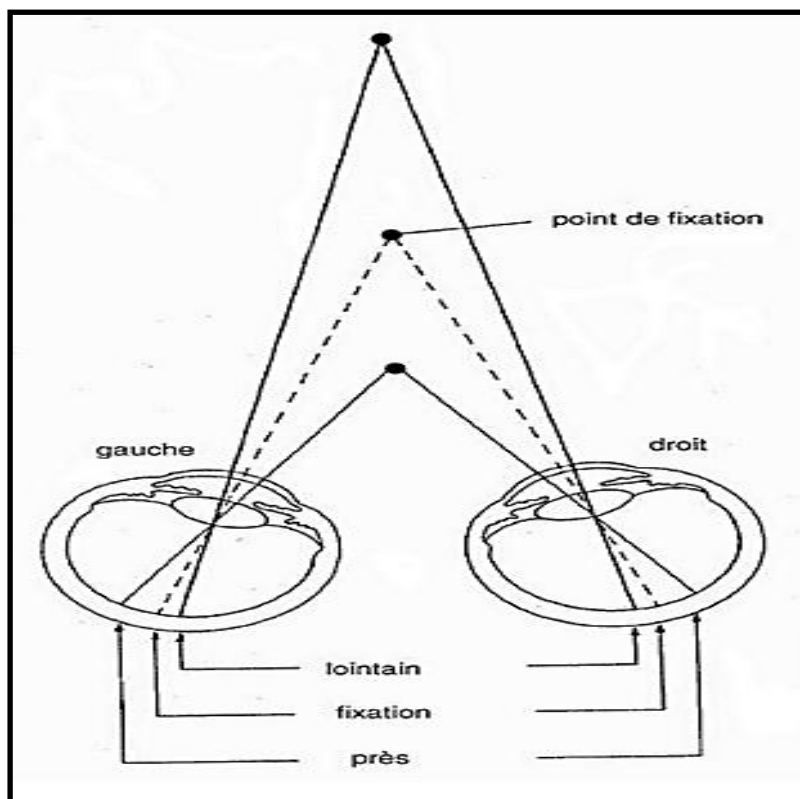


Fig. 14 : convergence des yeux en fonction de la distance des objets <sup>[29]</sup>

➤ **Angle de convergence**

Les yeux étant décalés sur le plan horizontal, pour fixer un point précis proche simultanément, il est nécessaire de donner un angle à chaque œil avec les loupes, identiques à celui des yeux du praticien à sa distance de travail naturelle. <sup>[23]</sup>

➤ **La perception du relief**

Si nous voyons en relief, c'est parce que nous avons deux yeux qui nous permettent de voir le monde selon deux points de vue légèrement décalés. En effet, lorsque nous regardons un objet, notre œil droit voit la même image que notre œil gauche mais décalée de quelques centimètres. Par la fusion de ces deux points de vue, notre cerveau nous permet de percevoir le volume des objets et leur position dans l'espace.

Une petite expérience permet de mettre en évidence cette vision binoculaire : fermez l'œil droit et pointez le doigt vers un objet fixe situé de l'autre côté de la pièce, sans bouger le doigt, ouvrez l'œil droit et fermez l'œil gauche : vous verrez que votre doigt ne désigne plus la même chose. <sup>[30]</sup>

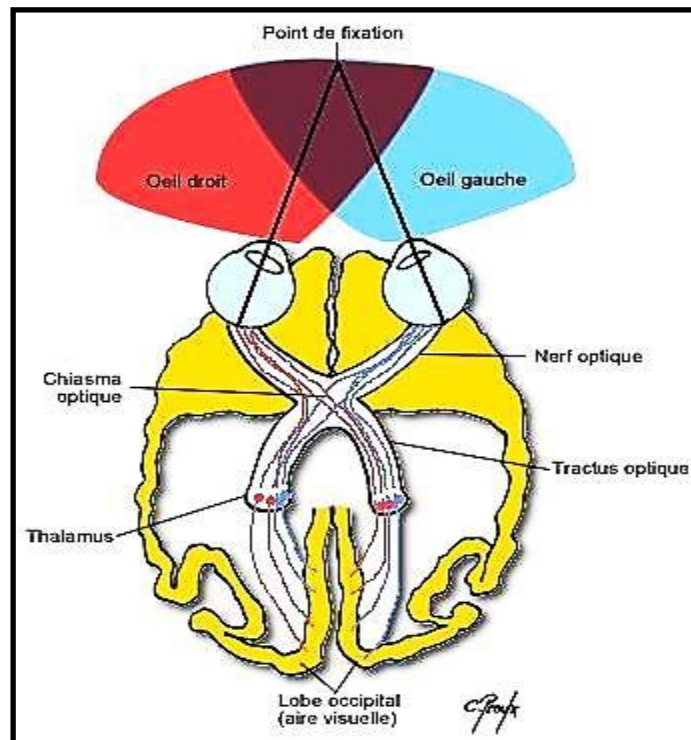


Fig. 15 : vision des yeux en trois dimensions <sup>[31]</sup>

➤ **La résolution**

C'est la capacité à visualiser nettement des petites structures. Pour un même grossissement, la loupe qui aura la meilleure résolution donnera l'image la plus nette. <sup>[23]</sup>

➤ **Distance de travail**

C'est la distance réelle entre l'œil et l'objet observé. La distance est propre à chacun, il faut donc mesurer sa distance œil praticien/patient dans sa position de travail idéale. <sup>[23]</sup>

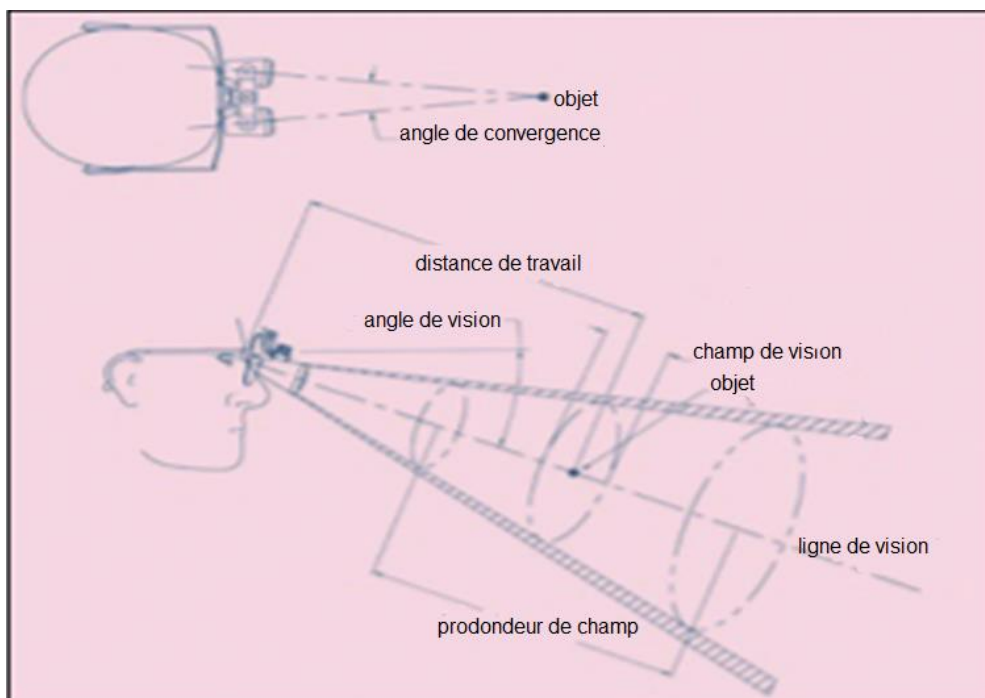


Fig. 16 : Image qui permet de visualiser la distance de travail, la profondeur et le champ de vision. <sup>[23]</sup>

### 4.3. Principes généraux des systèmes optiques

#### ➤ Les lentilles

Systèmes optiques transparents déviant les rayons lumineux incidents par le phénomène de réfraction, elles se composent d'un axe optique « son axe de symétrie » et d'un centre optique « intersection de cet axe optique avec l'axe de la lentille »

Il y a deux types de lentilles : <sup>[32]</sup>

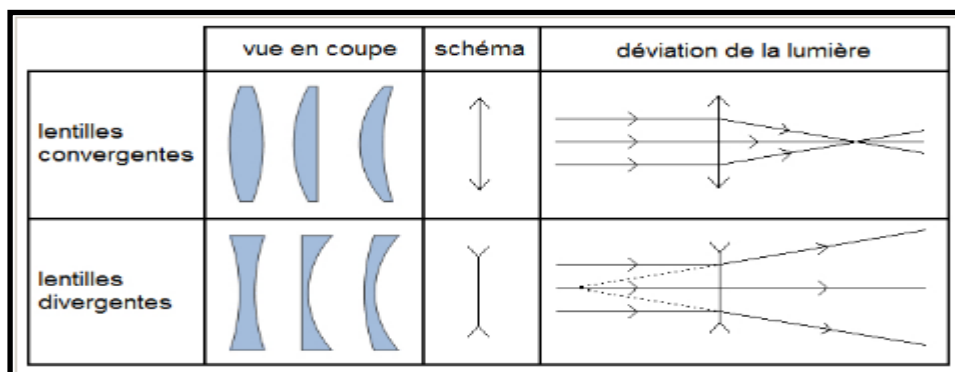


Fig. 17 : la différence entre lentilles convergente et divergente <sup>[32]</sup>

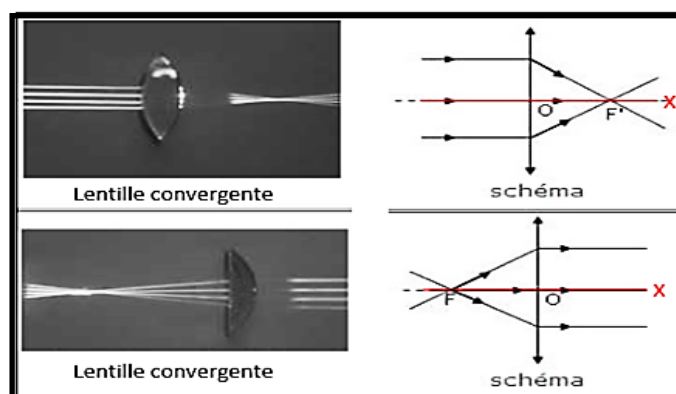
#### ➤ Lentilles divergentes

Ont tendance à étaler les rayons lumineux (transforme un ensemble de rayon parallèle en un ensemble de rayon divergeant depuis un point situe avant lentilles, elles sont symbolisées par un double flash inversé <sup>[33]</sup>

#### ➤ Lentilles convergentes

Ont tendance à concentrer les rayons lumineux (transforme un ensemble de rayon parallèles en un point situé après les lentilles) elles sont symbolisées par un double flash et présentent trois caractères :

- **Centre optique** : tout rayon passant par l'axe optique d'une lentille n'est pas dévié
- **Foyer optique** : tout rayant incident parallèle à l'axe optique d'une lentille convergente émerge par le foyer image  $F'$ . <sup>[33]</sup>
- **Foyer objet** : tout rayon incident passant par le foyer objet  $F$  d'une lentille convergente émerge parallèlement à l'axe de cette lentille, Les foyers  $F$  et  $F'$  situés sur l'axe optique de lentille, ils sont symétrique par rapport au centre optique  $O$ . <sup>[33]</sup>



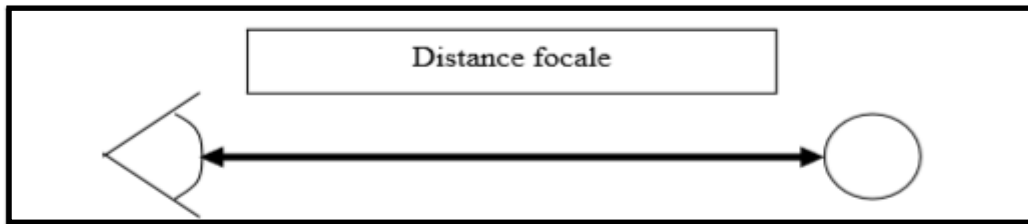


**Fig. 18 : Trajet lumineux au travers d'une lentille convergente. O : centre optique F : foyer objet F' : foyer image X : l'axe optique. [33]**

➤ **Distance focale**

La distance en mètre entre le plan principal d'image et le foyer image, cette distance caractérise le système optique de l'œil et peut varier grâce à l'accommodation du cristallin afin que l'image se forme toujours sur la rétine car la distance a cette dernière ne varie pas :

**C'est la distance principale au centre optique. [18]**



**Fig. 19 : la distance focale d'après Mallet [34]**

➤ **Objectif**

C'est un système optique tourné vers l'objet observé, constitué d'un ensemble de lentilles optiques simples ou composées (double ou triples) en verre minérale ou organique.

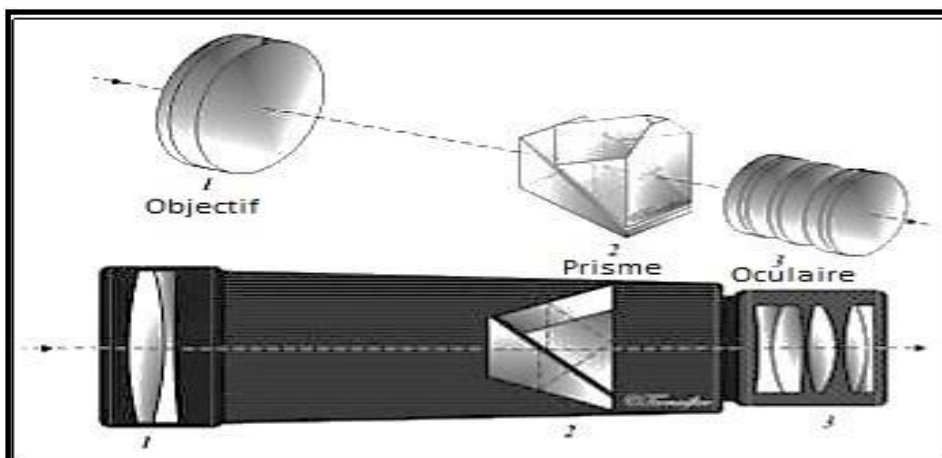
C'est le plan qui caractérise le premier élément d'instrument optique (tous système formant l'image) qui reçoit les rayons lumineux émanant de l'objet et formant une image intermédiaire réelle inversée dans le rapport de reproduction qui lui propre.

➤ **Oculaire**

Système optique placé du côté de l'œil servant à examiner l'image fournie par l'objectif et l'amplifier, la rend plus nette et plus plane « c'est un ensemble de lentilles convergentes ou divergentes selon les systèmes ».

➤ **Prisme**

Élément optique utilisé pour réfracter la lumière et réfléchir ou disperser en ses constituants utilisé dans la construction d'aide optique, il redresse l'image fournie par l'objectif avant qu'elle ne soit grossie par l'oculaire.



**Fig. 20 : principe de Kepler. [35]**

➤ **Loupe et mise au point**

---

Opération qui consiste pour un photographe à régler la netteté de l'image qu'il veut obtenir, il revient à trouver l'intervalle de distance objet-loupe pour laquelle l'objet est visible nettement, cette notion est nécessaire pour agir sur la notion de l'accommodation du mécanisme naturelle mais pouvant entraîner une fatigue s'il est prolongé. [36]

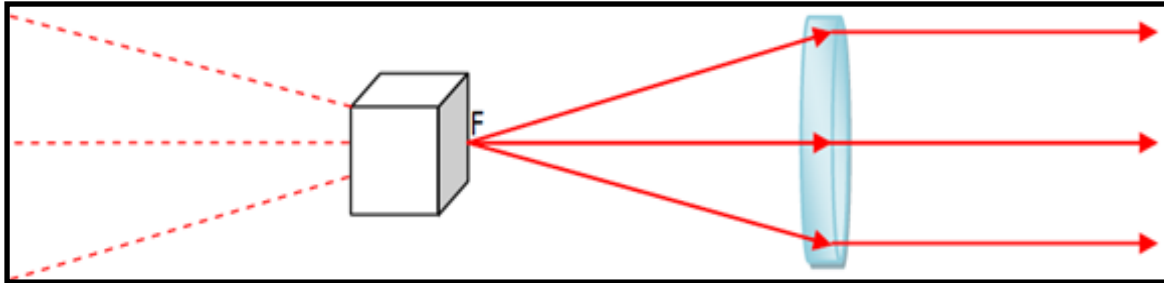


Fig. 21 : Mise au point, objet au foyer [36]

### ➤ Profondeur du champ

En photographie : La zone de netteté qui s'étend devant et derrière le plan où on fait la mise au point (tout objet qui est hors de cette zone sera flou).

En microscope : c'est la distance qui sépare les parties extrêmes de l'objet qui sont vues nettement sans variation de mise au point ou de l'accommodation visuelle. [36]

## 5. Les aides visuelles en odontologie conservatrice – endodontie

Les dimensions correspondant à la zone de travail pour les médecins-dentistes approchent de 1 centimètre carré.

Pour mieux discerner les détails, on rapproche nos yeux jusqu'au punctum proximum. Cependant même à cette distance minimale d'environ 25 cm, le pouvoir séparateur de l'œil ne suffit pas à discriminer assez finement les différents éléments contenus dans le champ opératoire. Pour cela des instruments optiques permettent d'augmenter le diamètre apparent de l'objet observé, et donc d'augmenter artificiellement le pouvoir séparateur, comme si l'objet était vu avec un angle très important, **c'est le cas des aides optiques** [37]

### 5.1. Définition des aides optiques

Au sens littéral, les aides optiques regroupent l'ensemble des appareils visant à corriger une déficience visuelle, à compenser une incapacité visuelle et à prévenir ou à réduire une situation d'handicap.

En odontologie, les aides visuelles sont les outils qui se situent dans l'interface visuelle entre l'opérateur et le site opératoire. Elles permettent non seulement de grossir le champ d'observation mais aussi peuvent corriger quelques défauts visuels,

**Le but des aides visuelles est de faciliter l'acte opératoire.**

Les systèmes grossissants utilisés en endodontie ne remplacent pas les dispositifs de correction de l'acuité visuelle mais lors de l'association à ceux-ci, ils apportent une meilleure ergonomie, une position naturelle de travail, et **un confort visuel permettant d'accéder à des détails invisibles à l'œil nu**, quelles que soient les performances visuelles. [38]

Il existe trois catégories d'aides optiques :

- les loupes simples.

- les loupes binoculaires.
- le microscope opératoire.

## 5.2. Les loupes simples ou lunettes loupes <sup>[37]</sup>



**Fig. 22 : Loupes à monture type lunettes <sup>[37]</sup>**

La loupe est la forme la plus rudimentaire d'aide visuelle de grossissement. Les loupes simples sont des systèmes optiques qui se caractérisent par la présence d'un seul élément grossissant pour les deux yeux allant de  $\times 0,7$  à  $\times 2$ . Sa distance focale est courte donc la distance de travail l'est aussi (environ 12,5 cm en  $\times 2$ ), Le grossissement des loupes simples peut être augmenté seulement en augmentant le diamètre de la lentille ou en augmentant l'épaisseur de cette dernière.

Cependant la taille et le poids sont les limites de ces appareils, ils n'ont donc aucune application en dentisterie. <sup>[37] [36]</sup>

## 5.3. Les télé loupes ou les loupes binoculaires

Également appelées lunettes télescopiques en combinant des loupes avec le principe du télescope, ces loupes peuvent être facilement ajustées selon les exigences cliniques. La fonction de la loupe n'est pas de grossir l'objet observé mais de le reproduire dans un plan éloigné qui correspond au plan de netteté du télescope. C'est le rôle de ce dernier de produire le grossissement proprement dit. <sup>[23] [37] [39]</sup>

Il existe deux principes de loupes binoculaires :

- Systèmes de Galilée.
- Systèmes de Kepler.

### 5.3.1. Partie optique

#### ➤ Le système de Galilée

Présente un principe optique qui se rapproche de l'effet d'un verre épais, Ce système ne présentant pas de diaphragme. Leur défaut réside dans leur astigmatisme : les rayons ne se coupent pas en un point précis mais en une zone dite de stigmatisme, et l'image comportera alors des aberrations géométriques et chromatiques en périphérie du champ visuel et ceci augmentant avec le grossissement.

Cependant, si l'on souhaite augmenter la puissance de la loupe, il faut réduire sa distance focale en la rendant plus bombée, ce qui entraîne en conséquence encore plus de déformations de l'image. C'est pourquoi ce type de construction n'est utilisable en médecine-dentaire qu'à de faibles grossissements ( $\times 2$ ,  $\times 3$  maximums). <sup>[23] [40]</sup>

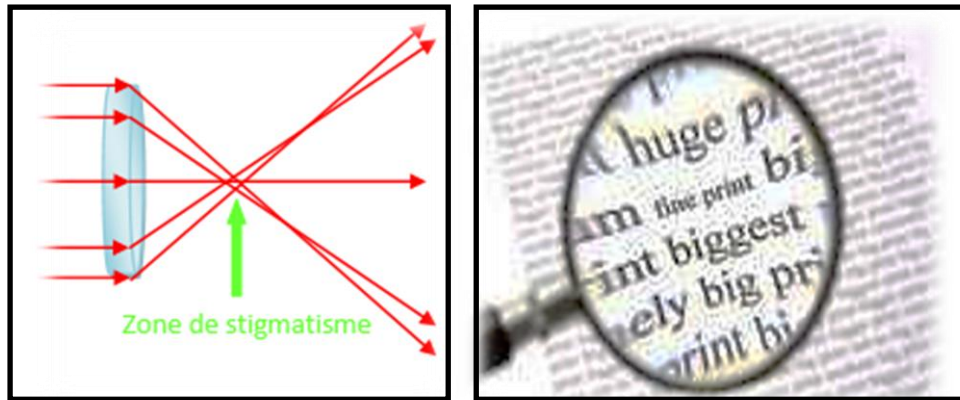


Fig. 23 : Origine d'aberration visuelle le stigmatisme, [33]

### ➤ le système de Kepler

C'est un système plus développé comprenant un diaphragme (Fig.25) à la différence de la lunette de Galilée (ayant pour rôle de filtrer les rayons périphériques déformés donc diminuer les aberrations), Cela garantit une vision stéréoscopique de grossissements compris entre  $\times 3$  et  $\times 8$  à des distances de travail de 19 cm à 35 cm. ces loupes sont le type le plus avancé d'instrument de grossissement sur le marché à l'heure actuelle [37] [39] [40]

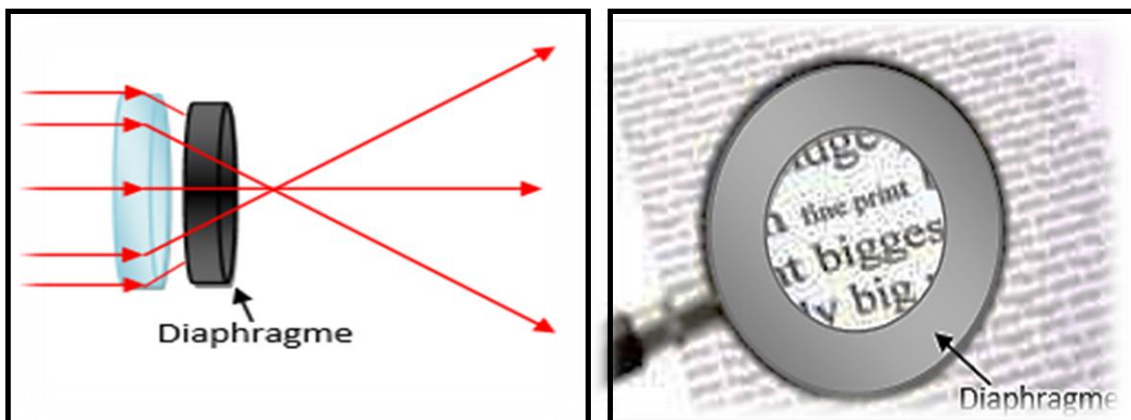


Fig. 24 : Intérêt d'un diaphragme pour supprimer les aberrations. Fig. 25 : l'effet d'un diaphragme [33]

## 5.3.2. Partie mécanique

### 5.3.2.1. Support

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 :

- **Les montures paires de lunettes** qui correspondent à un support à appui auriculaire et nasal, C'est le type le plus répandu avec ses principales qualités qui seront sa légèreté et un faible encombrement, si adopté sans accessoires (éclairage). [37]



Fig. 26: Eléments constitutifs d'une monture type lunette. Par KEPLER® [23]

- **Les supports casques** à appui crânien (pariétal) sont les plus encombrants, cependant il favorise l'adjonction d'un éclairage car répartissant mieux le poids supplémentaire, en évitant les douleurs par compression au niveau de l'appui nasal classique.

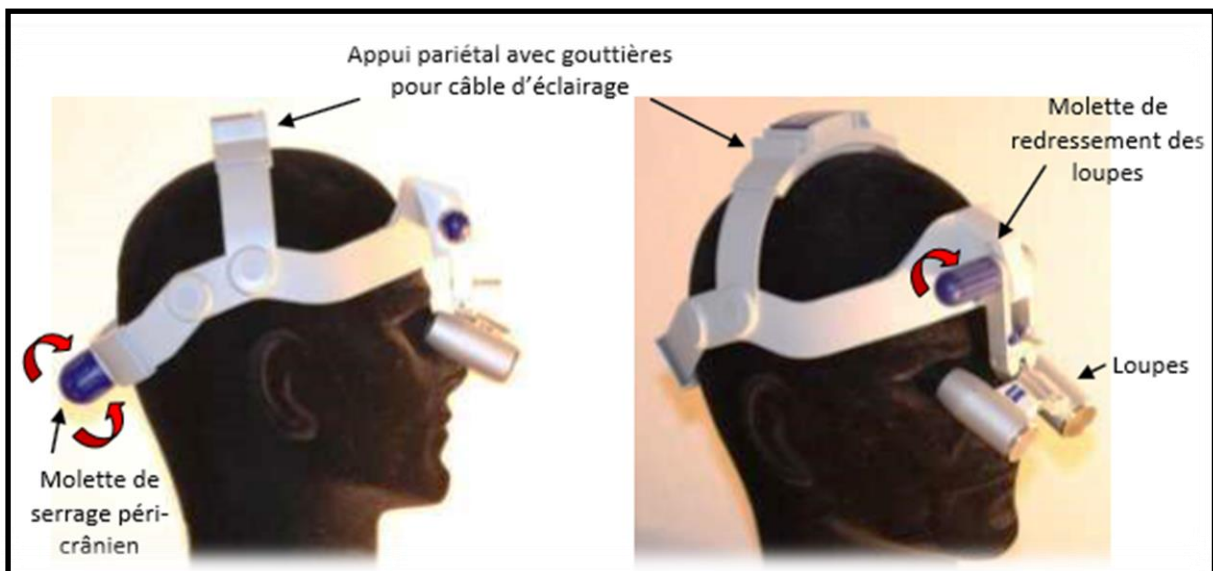


Fig. 27: Eléments constitutifs d'une monture casque. Par ZEISS® [23]

### 5.3.2.2. Systèmes de fixation

Plusieurs systèmes de fixation du système optiques peuvent être utilisés :

- **Les systèmes à charnière** ou **Flip-up** qui présentent des verres de protection classiques alors que les loupes sont fixées sur la monture au niveau de l'appui nasal par une charnière.
- Permettant de la relever hors champ visuel si nécessaire, et une vision à l'œil nu sans déposer la monture.
- La dissociation entre les deux parties du système permet le changement de la partie optique (changement de grossissement) ou le changement des verres (évolution de la correction) indépendamment du reste de l'instrument.



- Grâce aux charnières le positionnement des optiques est réglable par l'utilisateur en fonction des modèles.

Cependant ces réglages doivent être vérifiés régulièrement pour éviter un mésusage.

La partie mécanique alourdit le dispositif, et peut rendre inconfortable le système au niveau du nez, surtout si un éclairage y est adjoint. [23] [37]

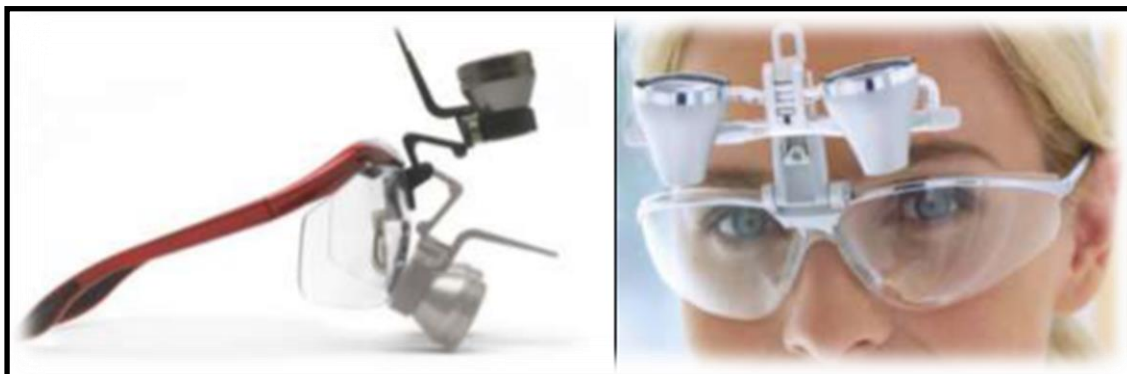


Fig. 28: Système Flip-up par KEELER® et ZEISS® [23]

➤ **System incorporé ou TTL (Through the Lens).** Le système optique traverse le verre de protection des lunettes.

Il n'y aura pas de dérèglement au cours du temps, mais cela empêche son utilisation par d'autres personnes. A noter aussi que le verre de protection peut-être optiquement neutre, ou correctif (myopie, hypermétropie...), ce qui est un avantage en soi alors qu'il peut devenir un inconvénient en cas d'évolution du déficit de vision, car il faudra alors changer l'aide optique ou du moins la faire réadapter. Enfin, ce système a la distance oculaire-œil minimisée ce qui augmente notablement le champ de vision. [37]

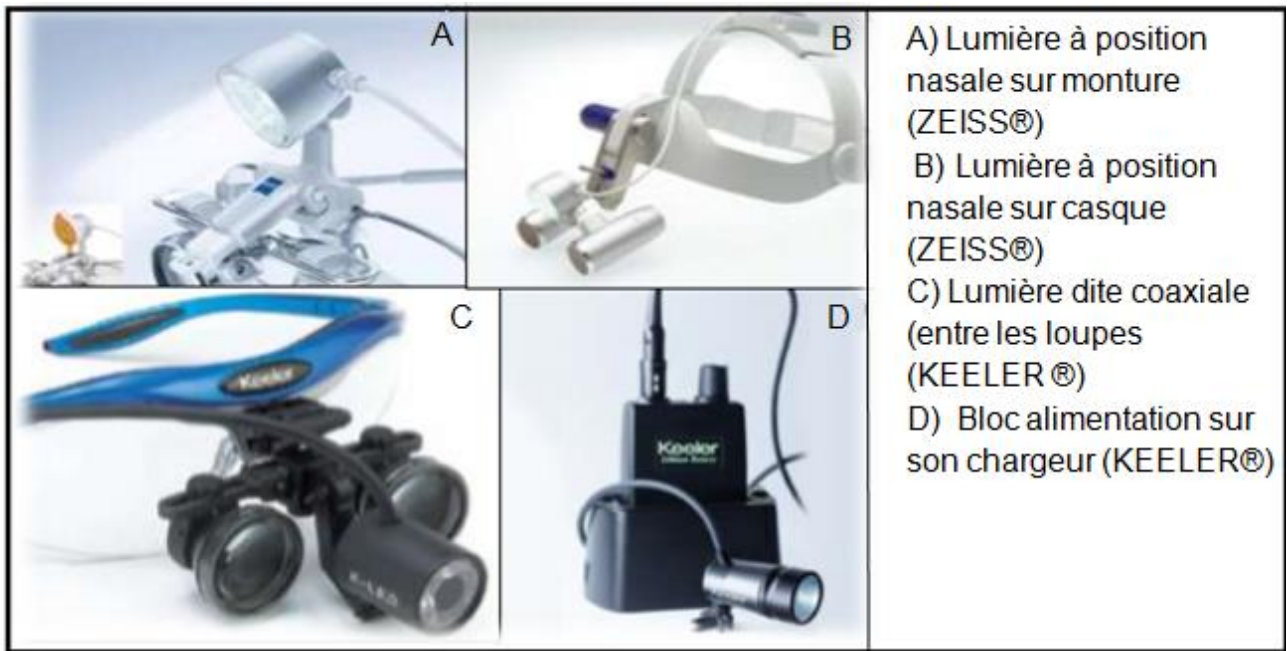


Fig. 29: système loupe incorporés ancien et moderne marque Orascoptic® [41]

### 5.3.2.3. Eclairage

La seule luminosité provenant du scialytique peut être insuffisante et l'on peut aussi être gêné par le phénomène d'ombres portées. Afin de bénéficier d'un éclairage sur le site observé, certains systèmes se munissent d'une source halogène ou LED fixée sur la monture dont le but étant de confondre au maximum l'axe optique et le faisceau lumineux. Le système se compose d'un bloc d'alimentation (8h d'autonomie), d'un câble raccord et d'une source lumineuse LED frontale. [36]





**Fig. 30 : Différents systèmes d'éclairage.** [36]

Contrairement aux lampes halogènes et aux lampes à décharge, les LED n'émettent quasiment pas d'infrarouge. Pour ces raisons, la source LED est une technologie d'avenir pour l'éclairage coaxiale des téléloupes, mais aussi des microscopes. [42]

### 5.3.3. Entretien

#### ➤ Prévention de la contamination

- Ne jamais toucher directement les surfaces optiques (Le gras des doigts est le plus difficile à nettoyer).
- Le réglage initial doit être minutieux pour éviter la manipulation une fois les gants mis. Sinon dans le but de redresser ou rabaisser entre 2 étapes, des gaines stériles peuvent être ajoutées.
- Des bonnettes ou capuchons stériles peuvent être montés sur les objectifs pour les protéger. Le praticien conserve la même position et compense la réduction de profondeur de champ grâce aux capuchons.
- Hors de la période de soin elles doivent être stockées à l'abri de la poussière et de l'humidité. [43]



**Fig. 31 : Capuchons stérilisables (KEELER®) et Gaines de protection stérilisables (ZEISS®)**

[44]

### ➤ Décontamination des loupes

Les loupes sont des systèmes fragiles, non autoclavables car thermosensibles. Il faut donc désinfecter la monture selon les recommandations de la **Direction Générale de la Santé (DGS)** :

- Se référer au mode d'emploi du produit détergent-désinfectant (concentration, durée).
- Si le produit utilisé nécessite un rinçage ultérieur pour risque de corrosion (Eau de Javel® sur certains métaux par exemple), celui-ci ne doit pas être effectué avant un temps de contact minimum nécessaire à l'action du désinfectant.
- Si le produit utilisé est un désinfectant sans activité détergente, un nettoyage de la surface doit être réalisé au préalable. En effet, un désinfectant appliqué sur une surface non nettoyée, voit son efficacité diminuée, voire annulée.
- Ne pas mélanger des produits différents (risque d'inactivation voire de toxicité).
- L'alcool n'est pas un produit de nettoyage : un essuyage des surfaces à l'alcool à 70° en guise de nettoyage et de désinfection est inefficace.
- Les surfaces optiques doivent être régulièrement et minutieusement inspectées et ne seront nettoyées que lors de l'observation de projections ou poussières.
- D'abord utiliser une soufflette pour éliminer les poussières, et non les microfibrilles et « peaux de chamois » qui rayent inévitablement la surface optique. Ensuite, pour les tâches, utiliser les écouvillons imbibés de produit fourni. Le mouvement réalisé doit être en spirale partant du centre, sans retour arrière, ni de zigzag. <sup>[43]</sup>



Fig. 32 : Matériels et Technique de nettoyage des surfaces optiques <sup>[44]</sup>

#### 5.3.4. Critères de choix d'une loupe

Autrement dit : les obligatoires, garantissant un cadre de bon usage du produit ; et les préférences personnelles, variables acceptables permettant d'améliorer l'intégration du produit à l'exercice.

**Avant toute chose faites contrôler votre vue !** La capacité d'accommodation diminue avec l'âge, vous devez peut être porter des lunettes correctrices.

- **Selon l'utilisation :** Pour des actes en zone large comme la parodontie, des contrôles ou praticien débutant un faible grossissement (x 2, x 3,5) sera parfait, alors que pour des actes en zone précise comme l'endodontie, les soins conservateurs un fort grossissement de (x 3,5 à 5) sera recommandé.
- **La distance de travail :** c'est la distance entre vous et le bord incisif maxillaire de votre patient, tous les deux en position de travail ergonomique et idéale
- **La distance inter-pupillaire :** variable selon les praticiens, de manière à faire coïncider parfaitement les deux images perçues par chaque œil.

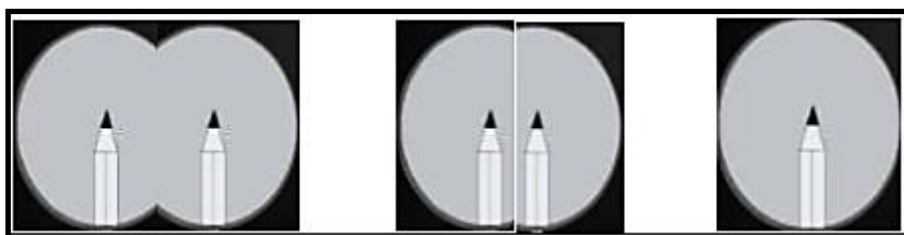


Fig. 33 : Réglage de la distance inter-pupillaire, une seule image doit apparaître. <sup>[45]</sup>

- **Selon le type de support :** lunettes ou casque L'appui nasal doit être large et confortable, en silicone, il sera facilement modelable à la morphologie de chacun. Si on utilise un éclairage le casque peut s'avérer plus confortable sur une intervention longue (une très bonne répartition du poids).
- **Selon système de fixation :** TTL ou Flip up Le Flip up est plus personnalisable et évolutif. L'inconvénient majeur reste le risque de dérèglement intempestif, surtout lors des manipulations du nettoyage et du stockage. Un usage précautionneux permet de prévenir ce type de désagrément.
- **Selon la conception :** Les loupes sont-elles réalisées totalement sur mesure/ demi-mesure ou préfabriquées ? Quel type de verre est utilisé. Est-il **Haute Définition (HD)** ? Sa surface est-elle traitée anti rayure, anti reflet ? Ces éléments conditionnent la qualité de l'outil et donc de l'image.
- **Selon la qualité :** Vérifier le lieu de fabrication du verre. La garantie sur les montures. Est-ce que le fabricant de la loupe développe aussi la monture ?
- **Selon l'adaptation (test d'essayage) :** tester une première sur deux jours au moins et pendant un temps de port suffisamment long, puis une deuxième avec les modifications qui se sont avérées nécessaires avec la première.
- **Rôle de l'angle de déclinaison :** Quand la tête est droite, c'est l'angle qui se situe entre axe horizontal passant par les yeux regardant droit et l'axe visuel lorsque on baisse les yeux. Les loupes doivent être placées selon l'angle de déclinaison le plus élevé possible sans effort car moins l'angle est élevé, plus l'axe est horizontal, plus il faut baisser la tête pour voir le champ opératoire. <sup>[46]</sup>

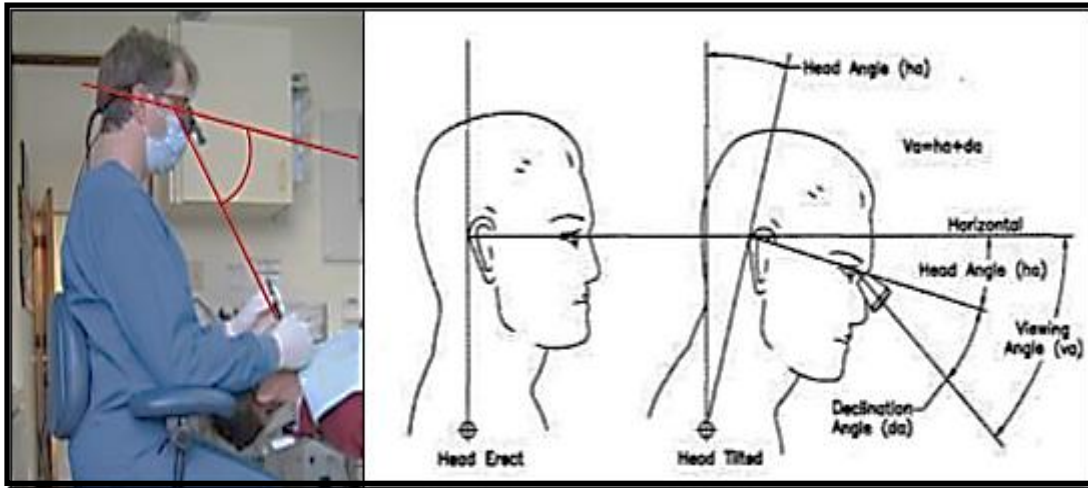


Fig. 34 : Angle de déclinaison. [46]

- **Position relative des loupes** : plus les loupes seront situées bas par rapport aux pupilles, moins la tête sera inclinée par la suite.



Fig. 35 : Position basse des loupes par rapport aux pupilles. [47]

La qualité des systèmes optiques se définit grâce à plusieurs points essentiels :

- **La définition de l'image** : Celle-ci influence directement le confort visuel. C'est pour cela l'image doit être nette et lumineuse.
- **Le poids** : Le verre minéral est une matière assez lourde. Donc il faut une bonne répartition du poids afin de permettre à l'utilisateur d'obtenir une sensation de légèreté.
- **Le design** : De plus en plus de fabricants optent pour un design sportif Oakley.
- **L'éclairage** : Facultatif à faible grossissement (x 2, x 2,5), Indispensable à plus fort grossissement. Lorsqu'on agrandi une image, on perd de la luminosité. Il est préférable d'utiliser l'éclairage coaxial (la lumière suit le même axe que l'axe visuel, il n'y a pas d'ombre), donc une meilleure visualisation. [23]

## 5.4. Le microscope opératoire

Le microscope opératoire en odontologie est constitué d'une partie optique et une partie mécanique.

### 5.4.1. La Partie optique

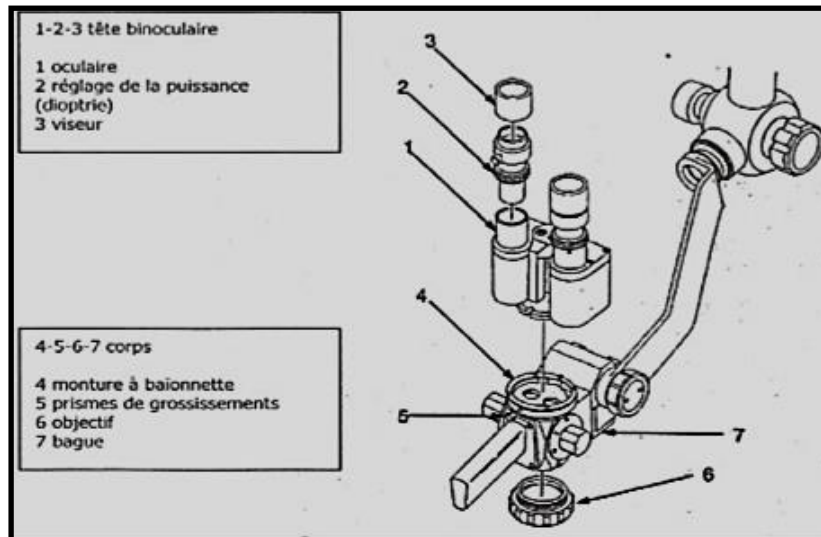


Fig. 36 : La partie optique d'après Global. [48]

Les microscopes opératoires ou stéréo microscopes sont basés sur la stéréoscopie : c'est à dire qu'ils fournissent une image à chaque œil à l'aide de la tête binoculaire, puis le cerveau les assemble afin d'en obtenir une seule. Ce mécanisme de « fusion binoculaire » procure une perception de relief.

- **La stéréoscopie de type Greenough** constitué de deux objectifs convergeant vers le point visé où le risque de fatigue de l'œil de l'opérateur.
- **La stéréoscopie de type galiléen** fondée sur l'association d'une loupe et d'un système optique binoculaire, Les images observées, œil par œil sont redressées par un assemblage de prismes entre l'objectif et l'oculaires, on a donc deux faisceaux parallèles et non plus convergents. les yeux de l'opérateur n'ayant pas besoin de converger, ils sont au repos ce qui permet des procédures plus longues sans risque de fatigue oculaire. [49][50]

➤

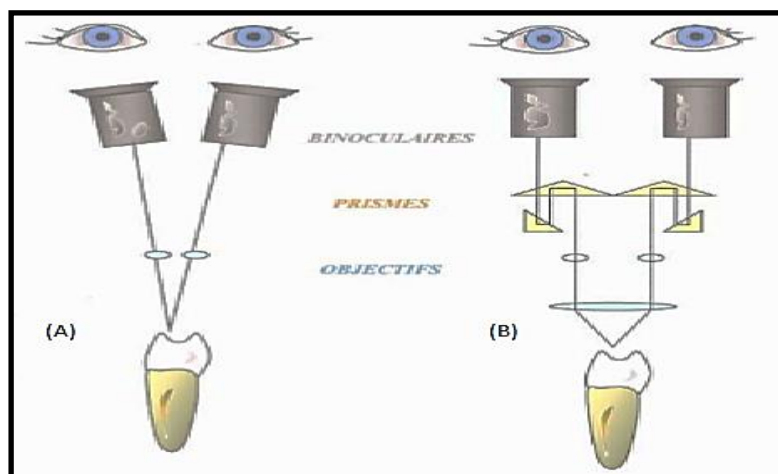


Fig. 37 : Système type Greenough (A), et système type Galiléen (B) D'après Mallet. [50]



### 5.4.1.1. Objectif

Les focales de l'objectif déterminant la distance du travail séparant le microscope du champ opératoire, sont facilement interchangeables. Les longueurs focales sont de 100 à 400 mm avec des graduations tous les 25 mm, néanmoins les longueurs focales les plus couramment retrouvées sont 200, 250 et 300 mm, on les choisit en fonction de la position du travail pour voir les objets net (200 le plus souvent en endodontie).

Généralement, les objectifs ont une focale importante et un grossissement faible car plus les longueurs focales augmentent moins le grossissement réalisé par l'objectif sera important [36]



Fig. 38 : Objectif de Microscope opératoire d'une focale de 200 mm [5]

### 5.4.1.2. Les prismes de grossissement

On les choisit en fonction des focales et des oculaires puisque ces prismes vont comme l'objectif et les oculaires participer au grossissement du microscope. [36]



Fig. 39 : Zoom à tourelle ou électrique (ZEISS®) [5]

### 5.4.1.3. La mise au point

Une mise au point importante se fait par élévation ou abaissement du fauteuil ; ou par déplacement vertical du microscope, avec réajustement de l'angle des oculaires.

Une mise au point fine se fait à l'aide d'une molette de mise au point fine situé sur l'objectif ou par zoom optique.



Fig. 40 : Mise au point fine (ZEISS®) [5]



#### 5.4.1.4. La tête binoculaire

Comme son nom l'indique la tête binoculaire est composée, elle est reliée au corps du microscope par des charnières articulées conférant un ou plusieurs degrés de liberté selon la complexité du système.

Elles ont les caractéristiques suivantes :

- Une focale de 100 à 125 mm,
- un grossissement x10 ou x12.5,
- une dioptrie variable de +8 à -8 et gravée sur l'oculaire. [5] [37]



Fig. 41 : la tête binoculaire (ZEISS®) [5]

#### 5.4.2. La Partie mécanique

Elle comprend deux parties :

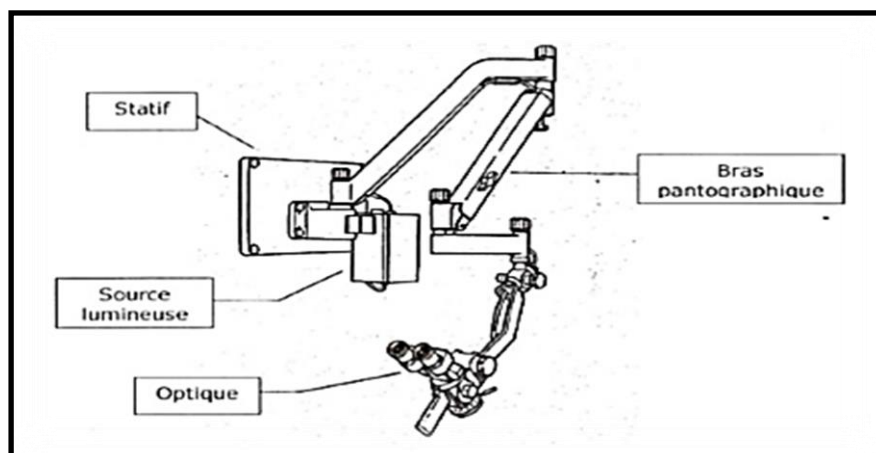


Fig. 42 : Les différentes parties de microscope D'après Global [48]

##### 5.4.2.1. Le bras pantographique

Un bras pantographique formé lui-même du bras rigide en rotation au tour du statif et un bras ciseau supportant la partie optique, cet élément qui conférera tous les degrés de libertés du microscope mais permettra de le rendre complètement immobile lors de l'acte opératoire.

Les freins contenus aux niveaux de chaque articulation du bras devront être réglés précisément en fonction du poids du microscope opératoire ainsi que les divers accessoires qui peuvent y avoir été adjoints. Aujourd'hui des freins électromagnétiques permettent par un simple relâchement du bouton, de verrouiller les différentes articulations du bras, afin d'éviter une perte du cadrage de l'image lors l'acte opératoire.

### 5.4.2.2. Le statif

Peut avoir différents supports :

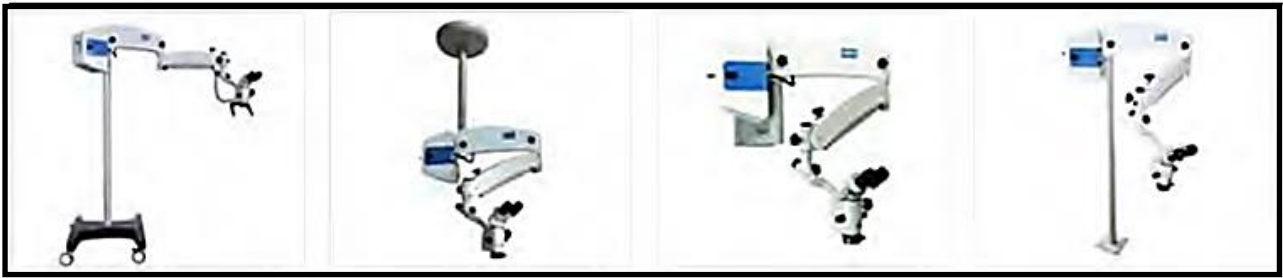


Fig. 43 : Différents supports pour microscopes opératoires [37]

- **Statif de sol** : Il s'agit d'un pied faisant contre poids, porté par plusieurs roulettes qui permettront son déplacement.
- **Statif mural** : Le statif est fixé à un mur positionné assez proche de la zone de travail. La palatine de fixation sera située au dos de l'opérateur dans l'axe du fauteuil, (cette version est choisie lorsque la hauteur de plafond ne permet pas une version plafond).
- **Statif de plafond** : Cette solution ancre le statif au niveau du plafond de la salle de soin ou la platine sera fixée, pour un droitier à 11h et légèrement décalée sur la droite du patient, (considéré comme le choix idéal dans l'exercice du chirurgien).
- **Statif colonne centrale** : La colonne centrale allant du sol au plafond permet de regrouper de nombreux éléments (tube- radio- scialytique écran- unit) et minimise l'encombrement.

De nombreux éléments peuvent être adaptés sur le MO de base en plus de l'objectif à focale variable. [5]

### 5.4.3. L'éclairage

La lumière est produite par une ampoule halogène, à quartz ou xénon (plus froid), montée à côté du microscope. La lumière est ensuite transmise par fibre optique ou jeu de prismes. L'éclairage est de type coaxial à la visée, la lumière est focalisée et répartie de manière à ce qu'aucune ombre ne gêne le praticien.

L'intensité lumineuse est réglée par un diaphragme car plus le grossissement est important plus la qualité de lumière à fournir est importante. [5]

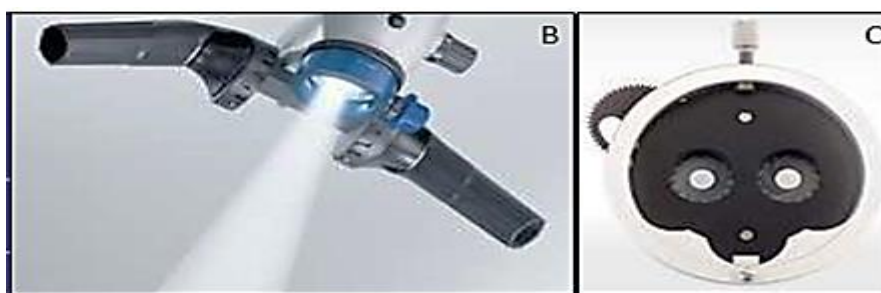


Fig. 44 : B) Lumière Xénon (ZEISS®) C) Double iris (diaphragme) (ZEISS®) [5]

---

#### 5.4.4. Entretien

##### ➤ Prévention de la contamination, quel moyen ?

Toujours par des règles d'asepsie basique de manu portage, premièrement. Ensuite, les fabricants ont développé des housses stériles dans lesquelles on enveloppe le microscope. Une lentille transparente type bonnette se fixe sur l'objectif et des poignées et molettes stériles (à usage unique ou stérilisées) sont rajoutées sur le microscope. Cette protection permet de diminuer très fortement le risque de souillure de l'appareil lors des soins.

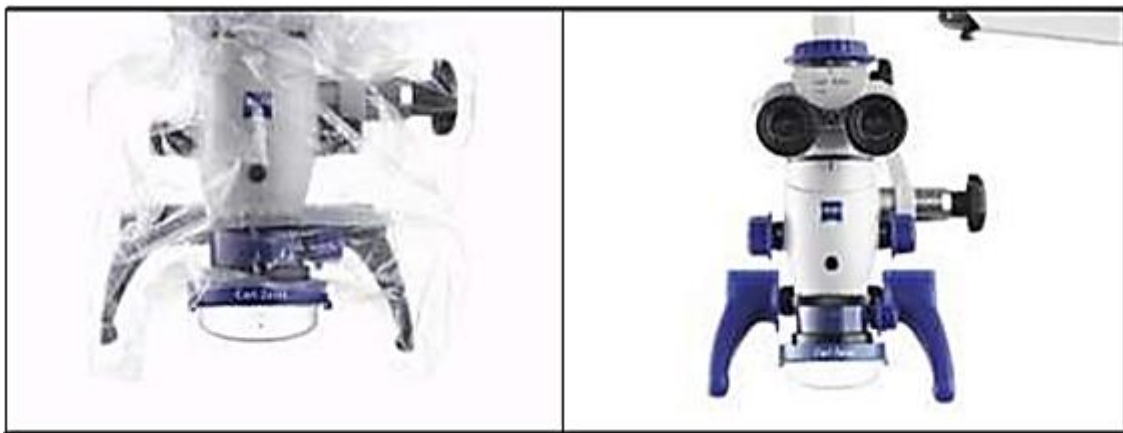


Fig. 45 : Housse, poignées et molettes stériles (ZEISS®) [5]

##### ➤ Comment décontaminer son microscope ?

Si malgré les protections le microscope devait être décontaminé, les règles à suivre sont :

- On nettoiera les optiques en utilisant un jet d'air pour éliminer la poussière ou une brosse fine avec du coton, par des mouvements circulaires du centre vers le périphérique.
- Les surfaces externes et support du microscope seront nettoyés avec des lingettes désinfectantes.
- Le système d'éclairage, on utilisera un coton sec et propre pour la fibre optique.
- L'état du microscope dépend surtout de sa manipulation douce et légère.

#### 5.4.5. Les critères de choix du microscope

- **Type d'exercice visé** : Grâce à ses forts grossissements, le microscope trouve son plein usage dans **l'endodontie exclusive et la micro chirurgie**. son taux d'utilisation croissant en est une bonne illustration. Pourtant, utilisé en majorité à faible grossissement, il constitue un excellent outil d'omni-pratique. Il permettra par exemple de réaliser des actes tels que **la micro préparation de cavité**, gérer des **complications de traitement endodontique** etc....
- **Modules complémentaires** : Tous les modules complémentaires ne sont pas indispensables lors de l'acquisition initiale d'un microscope .par exemple un double oculaire peut être avantageusement remplacé par un écran spécialement placé pour l'assistante, le diseur et la camera seront néanmoins nécessaires .il serait dommage de se priver de la possibilité de partage de l'image de haute qualité fournie par le microscope.

- **Quelle focale ?** Le choix de la focale est calé sur la taille et la position de travail du Médecin dentiste. plus il est petit, plus la focale doit être courte.
- **Quel statif ?** Recherchant les moins encombrants donc le statif plafonnier et le montage sur colonne sont les plus aptes.
- **Courbe d'apprentissage :** On doit prendre en considération, que la courbe d'apprentissage du microscope est assez longue, car le pouvoir grossissant important entraîne une perte totale de repères visuels, et nécessite de réapprendre ses positions de travail et ses déplacements manuels et digitaux, de un à plusieurs mois sont nécessaire pour se sentir à l'aise dans sa nouvelle pratique.
- **Coût:** Selon modèles, marques et modules complémentaires. [23]

#### 5.4.6. Caractéristiques des loupes et des microscopes opératoires

- La vision sous loupes binoculaires est assimilable à une vision grossie de près, ce qui implique un relâchement accommodatif mais impose le port de correction optique.
- La vision obtenue avec le microscope opératoire est assimilable à une vision de loin (à l'infini), ce qui permet de corriger le défaut visuel sphérique dans l'oculaire (myopie, hypermétropie).

Les mises en jeu de l'acuité visuelle et de l'accommodation sont différentes selon l'utilisation des loupes ou du microscope opératoire. [50]

### 5.5. Dispositifs d'observation

#### 5.5.1. L'endoscopie

L'utilisation de l'endoscopie en endodontie a été proposée dès 1979 (detch 1979) pour aider au diagnostic des fractures dentaires. En 1996 elle a été finalement proposée pour la microchirurgie endodontique, depuis cette date les progrès techniques ont permis la mise au point de petits endoscopes avec une meilleure angulation. [50]

Le système d'endoscopie se compose d'une caméra vidéo endoscopique munie d'un câble à fibre optique pour acheminer la lumière, relié à une unité multimédia. La camera à une forme de pistolet, pour faciliter sa préhension par l'opérateur, et est équipée d'objectifs interchangeables. En règle générale un objectif court est utilisé (6cm de long pour 3mm de diamètre). Le cadrage et la focalisation sont ajustés en temps réel par l'opérateur. L'unité multimédia permet le paramétrage et l'enregistrement numérique de l'endoscope. [51]

L'endoscopie permet un grossissement de plus grande clarté par apport au microscope et à la loupe, la visualisation d'un champ opératoire à différents angles et distances sans perdre la profondeur du champ, et la mise au point est possible. Il permet de visualiser d'une manière très précise les isthmes et les craquelures apicales au cours des chirurgies endodontiques. [50]

Néanmoins ce système est limité et utilise en complément des loupes et microscope car il doit se tenir d'une main ; il est donc difficile du début à la fin un traitement endodontique à l'aide de cette appareil, car il complique l'ergonomie du praticien en le privant d'une main.

---

De plus l'image retranscrite sur l'écran en deux dimensions la perte des reliefs et de la notion de profondeur, nécessite un apprentissage particulier pour le praticien. Enfin le coup de celui-ci est prohibitif pour un cabinet de ville conventionnel. [50]



**Fig. 46 : le système endoscopique.** [50]

### 5.5.2. Optique complémentaire

Les microscopes peuvent être équipés d'une optique supplémentaire d'observation. Un diviseur optique permet de dévier un certain pourcentage de la lumière de l'oculaire vers un périphérique tel qu'un appareil photo ou une caméra vidéo. Il sert d'un séparateur de faisceau qui peut être placé entre le tube binoculaire et le corps du microscope, le faisceau lumineux est généralement divisé sur deux (la moitié de la lumière est toujours disponible pour l'opérateur). [52]



**Fig. 47 : Le séparateur du microscope optique.** [53]

On peut aussi connecter à ce diviseur optique un tube d'observation auxiliaire, les oculaires annexés pour un travail en équipe peuvent être des binoculaires articulés ou monoculaires ou des écrans à cristaux liquides. Cependant si l'expérience est enrichissante pour ceux-ci elle leur en limite les libertés de mouvements, rendant obligatoire un travail à 6 mains.

Cette option permet à l'assistant ou l'aide opératoire, au même titre que l'opérateur d'observer en vision stéréoscopique le champ opératoire. Néanmoins le séparateur réduit l'intensité lumineuse sur les deux sorties optiques. [36]

- Une bonnette en caoutchouc repliable surmontant les oculaires permet une lecture avec des lunettes de vue.

- Les poignées facilitent le déplacement du microscope pendant l'intervention elles sont amovibles, stérilisables et de type soit axiales, soit guidon.
- Des filtres peuvent être adjoints sur l'objectif :
  - \***Le filtre vert** amplifie le contraste de tissus fortement vascularisés et met en évidence d'intimes structures vasculaires
  - \***Le filtre orange** est utilisé pour éviter la polymérisation prématurée des composites photo-polymérisable <sup>[5]</sup>
- Le diaphragme situé entre le tube binoculaire et l'objectif afin d'augmenter la profondeur de champ (multiplie fois 2).



Fig. 48 : Visualisation au MO avec et sans filtre. <sup>[53]</sup>

### 5.5.3. Appareil numérique et écrans

On pourra fixer sur la sortie du diviseur optique un appareil photo numérique ou une caméra vidéo, pour que l'assistante et le patient puisse voir des images du soin grâce à un écran. Sachant qu'une caméra vidéo peut être intégrée à l'intérieure du système optique du microscope, permettant de réduire d'une façon moins importante l'intensité lumineuse. <sup>[37]</sup>



Fig. 49 : Microscope associé à un appareil photo numérique. <sup>[37]</sup>



---

Les images seront diffusées sur un moniteur, qui peut être fixé à des endroits stratégiques sur le bras pantographique ou intégrées au plafonnier, afin de permettre à l'assistant de suivre l'intervention tout en observant l'intégralité du champ opératoire.



**Fig. 50 : Modèle avec moniteur.** [54]

Les écrans sont partout en salle d'attente, au bureau sur le microscope et sur l'appareil photo numérique. Cela permet de multiplier les possibilités d'observation. [53]

## **6. Apport des aides optiques en odontologie conservatrice**

### **6.1 Diagnostic**

#### **6.1.1. Détection précoce des caries**

Avec la visualisation améliorée sous aides optiques, les praticiens auront la capacité de diagnostiquer les lésions carieuses à des stades précoces avant qu'elles ne constituent même des cavités.

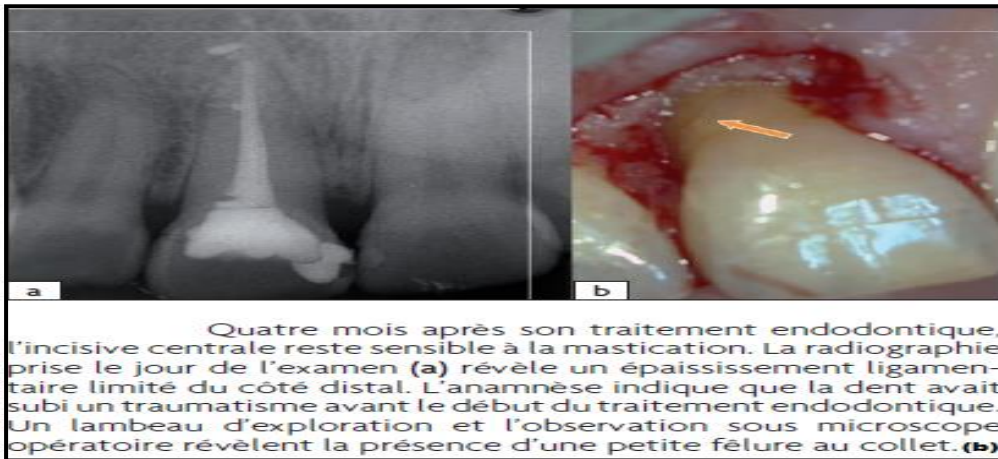
Le fort grossissement permet d'identifier des défauts de structures microscopiques tels que la modification des couleurs, les déminéralisations d'émail de couleur blanc crayeux, et évidemment des quantités minuscules de plaque collectées au sein de rainures, ce qui par conséquent nous donne la chance de réaliser des traitements préventifs à minima. [25] [55]

#### **6.1.2. Diagnostic des fêlures et fractures**

Le diagnostic des fêlures et des fractures se fait par un examen clinique coronaire et radulaire et peut être décelé par transillumination ou avec une lampe à photopolymériser.

Toutefois la présence d'une fêlure peut échapper à l'observation radiologique et aux tests cliniques ce qui implique l'utilisation des aides optiques.

L'apport du microscope réside dans la confirmation et la quantification de l'importance, du trajet et des limites anatomiques des fractures et des fêlures, ce qui influe toute les décisions thérapeutiques. [3][17] [36] [39] [53] [57] [58]



**Fig. 51 : fêlure visible sous microscope opératoire [57]**

➤ **Diagnostic des fêlures**

Les aides optiques donnent au praticien un accès à l'intégrité marginale des restaurations pour détecter les fêlures, dans certains cas elles peuvent être diagnostiquées sans dépôt de restauration coronaire, alors que dans certains cas le dépôt s'avère indispensable.



**Fig. 52 : Mise en évidence des fêlures sans dépôt de restaurations sous aides optiques. [57]**

L'examen après dépôt de la restauration sous aides visuelles avec l'utilisation de colorants constitue un moyen très utile pour mettre en évidence une fêlure au fond de la chambre pulpaire.

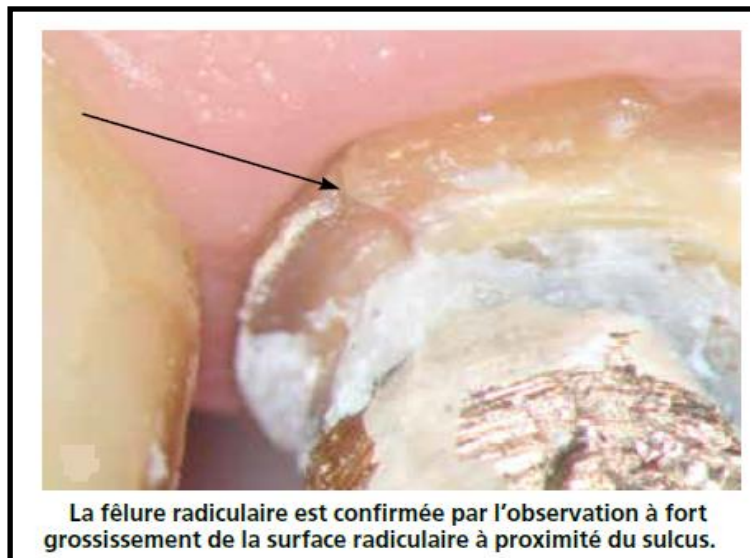


**Fig. 53 : Mise en évidence d'une fêlure sous MO après utilisation de bleue de méthylène après dépôt de la restauration <sup>[57]</sup>**

En utilisant le microscope, et pour une meilleur visibilité il est important de contrôler que la surface dentinaire est sèche.

- Si la surface est trop sèche la texture apparaîtra blanche et crayeuse, alors la fêlure ne peut pas être détectée.
- Si la surface est trop humide la réflexion de l'eau dans la surface va masquer la fêlure.

Les aides optiques sont des moyens efficaces pour détecter les fêlures radiculaire, lesquelles peuvent déterminer le pronostic de la dent.

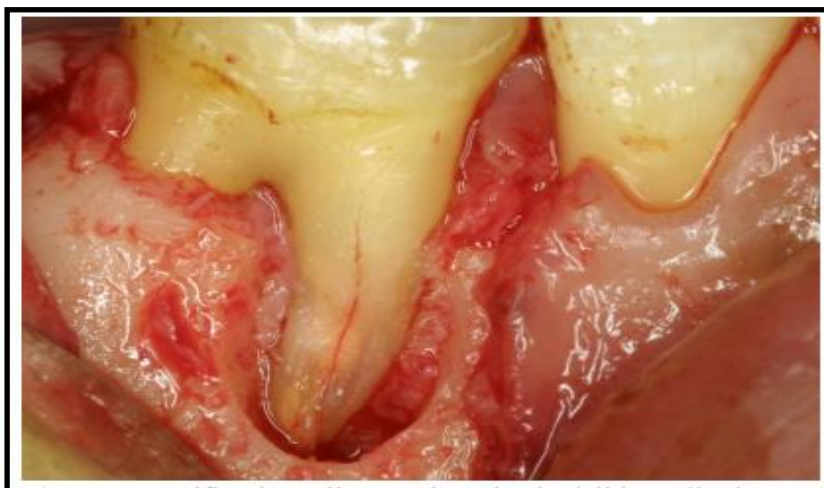


**Fig. 54 : confirmation d'une fêlure radiaire par microscope opératoire <sup>[3]</sup>**

#### ➤ Diagnostic des fractures

Les aides visuelles et spécialement le microscope opératoire constituent un excellent moyen de détection de fractures qui ne peuvent être visibles à l'œil nu.

Sous un grossissement de x 16 à x 24 avec la lumière focalisée, n'importe quelle fracture est décelée. Le bleue de méthylène et les autres colorants stagnant dans la fracture se révèlent d'une grande utilité pour les mettre en évidence d'une manière plus explicite, le CIONa peut aussi être utilisé, on observera alors des bulles.



**Fig. 55 : Fracture radiculaire visible sous aides optique après inclinaison d'un lambeau.**<sup>[56]</sup>

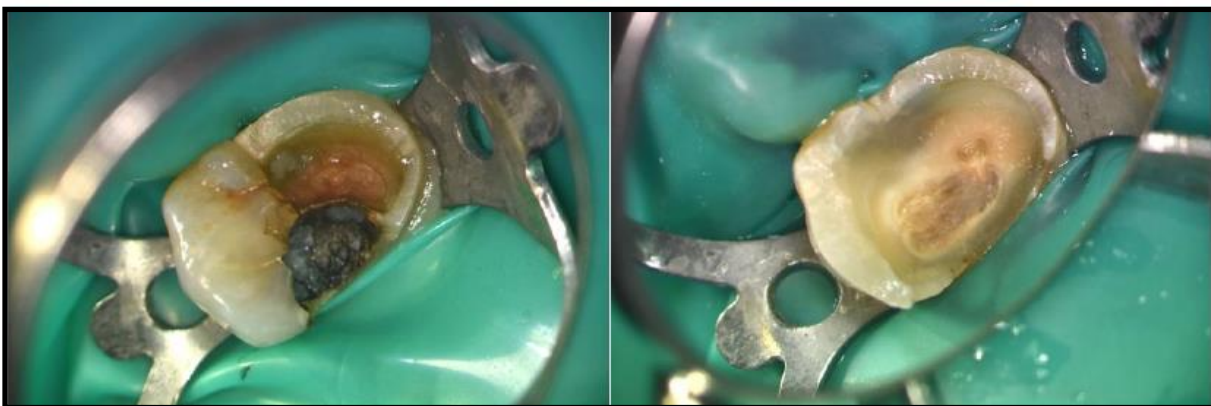
### **6.2 Préparation peu invasive des cavités d'obturation sous aides optiques**

Les aides optiques et principalement le microscope opératoire sont des outils précieux pour mieux visualiser les tissus dentinaires et favoriser l'économie tissulaire. L'apport de lumière coaxiale permet de mettre en évidence les différences de couleur entre la dentine primaire (claire) et la dentine réactionnelle (sombre). La progression instrumentale s'effectue alors avec précision selon le respect de cette particularité colorimétrique de la dentine réactionnelle, permettant alors de préserver au maximum les tissus dentaires sains réduisant ainsi la survenue d'échecs. Le contrôle des bords des préparations ainsi que les finitions sont facilitées pour les opérateurs.



**Fig.56 : préparation de cavité d'obturation avec économie tissulaire sous MO**<sup>[58]</sup>

**Cas des cavités profondes :** dans ce cas où la pulpe se voit par transparence l'utilisation d'aides visuelles surtout le microscope opératoire permet de bien visualiser et mieux apprécier l'état de la plaie dentinaire, donc mieux contrôler l'exérèse des tissus infectés, éviter le risque de sur-excavation, et éventuellement de bien protéger la pulpe et éviter tout risque d'effraction pulpaire.<sup>[59]</sup>



**Fig.57 : préparation d'une cavité profonde avant et après curetage carieux et observation de la dentine tertiaire.**<sup>[53]</sup>

### **6.3 Restauration précise**

La pratique des soins restaurateurs s'en trouve significativement bouleversée. Grâce aux aides optiques on réalise des minicavités et alors des miniobturations dentaires préservant ainsi la résistance mécanique des dents, moins susceptibles de se fracturer ultérieurement.



---

Sous aides visuelles la mise en place des matériaux de restauration dentaire, en particulier des matériaux adhésifs est également facilitée. Le contrôle de la mise en place du matériau augmente la possibilité pour l'opérateur de ne pas inclure de microbulles dans la reconstitution, la qualité des joints augmente, permettant des obturations plus étanches moins sujettes aux sensibilités post-opératoires et aux récives de caries. [39] [65]



Fig.58 : obturation esthétique après préparation de la cavité sous microscope. [60]

Enfin, après polymérisation, la finition et le polissage ainsi que l'élimination des excès de ces matériaux esthétiques sont facilitée par une aide optique, car la différenciation entre le matériau et la structure dentaire de même teinte, sera plus aisée. [36]

## 7. Apport des aides optiques en endodontie

### 7.1. Traitement orthograde de première intention

#### 7.1.1. La pose de la digue

La pose de la digue est un pré requis absolu à toute procédure endodontique en terme d'asepsie, elle facilite sensiblement les traitements sous aides opératoires.

Les teintes foncées (bleues et vertes) créent un environnement sombre autour de la dent augmentant les contrastes et améliorant le travail sous aide optique du type microscope opératoire. [18][61] [62]

#### 7.1.2. Réalisation de la cavité d'accès

##### ➤ Cavité d'accès simple

La cavité d'accès doit autoriser une vision franche de la chambre pulpaire et un accès facile vers le réseau canalaire à tous les niveaux, elle est sans aucun doute une des étapes capitales pour garantir un succès de traitement. **Les avantages du microscope opératoire sont particulièrement évidents dans ce domaine.**

La possibilité de sélectionner le grossissement, ainsi que la source de lumière coaxiale focalisée au centre du champ de travail, rendent possible une vue d'ensemble, et permet d'apprécier les différentes teintes dentinaires, et les volumes pour en déduire les différentes émergences et isthmes canalaires.

Cette différence de teinte s'appelle une « **carte dentinaire** » qui est appréciable à un grossissement de (**x10**) et peut voir :

- une dentine d'aspect bleu nacré qui borde les entrées canalaires.
- une ligne de dentine de couleur plus brune qui rejoint les entrées canalaires.
- une dentine d'un blanc crayeux qui délimite le plancher pulpaire.

Les teintes observables sous loupes binoculaires ou MO guideront ainsi pour éliminer les surplombs dentinaires et la dentine irritative, et vont permettre d'établir une carte topographique du plancher, afin d'avoir un accès optimal au réseau canalaire, et puis la réalisation d'une cavité d'accès adéquate, dont la forme est parfaite avec une préservation maximale des tissus sains.

Selon Bal: «**les endodontistes ont diminué la taille des cavités grâce au microscope opératoire, et ont découvert le respect absolu du parodonte apical**» [18] [40] [53] [63]



Fig. 59: Photo mettant en évidence la « carte dentinaire » du plancher pulpaire (x10), dentine axiale (blanc crayeux) et dentine du plancher pulpaire (brune), et les entrées canalaire sont reliées par une ligne brune. [40]

➤ **chambre pulpaire calcifié avec pulpolithes**

La sensation de chute, associée à l'entrée dans la chambre pulpaire, ne se produit pas en présence des tissus durs calcifiés ou de pulpolithes.

Lors de traitements initiaux, la démarcation peut s'exprimer sous la forme d'une ligne hémorragique correspondant au tissu pulpaire sous-jacent. **À ce stade, les aides optiques et principalement le microscope opératoire sont des outils précieux pour mieux visualiser les tissus dentinaires, calcifiés et pulpaires.**

La démarcation est élargie à l'aide d'inserts ultrasonores appropriés sous contrôle visuel constant.

Une étude radiographique préopératoire du cas ainsi que l'utilisation d'aides visuelles permettent une meilleure gestion de cette difficulté le plus souvent retrouvée dans les premières étapes du traitement. [64]





Fig. A.60 : Les contours du pulpolithe sont mis en évidence par l'exsudat hémorragique de la pulpe sous-jacente. [64]

Fig. B.60 : La zone de démarcation entre le pulpolithe et les parois canalaires est approfondie et élargie à l'aide d'inserts ultrasonores sous control visuelle. [64]

Fig. C.60 : Vue du plancher indemne après élimination du pulpolithe [64]

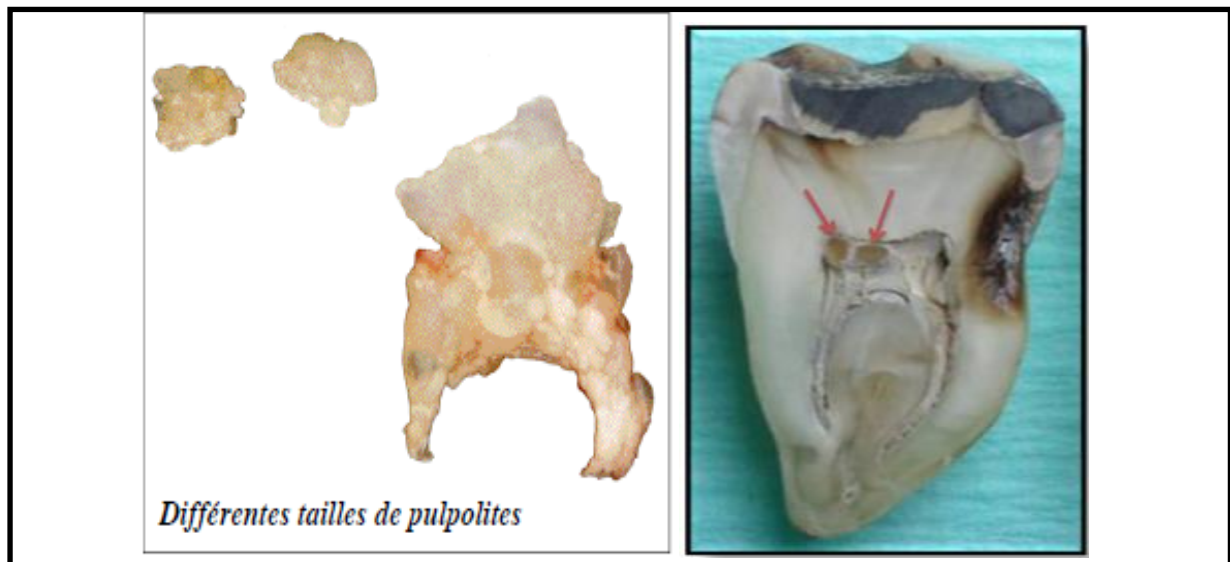


Fig.61 : présence d'une calcification de la chambre pulpaire et les différentes tailles des pulpolithes [65]

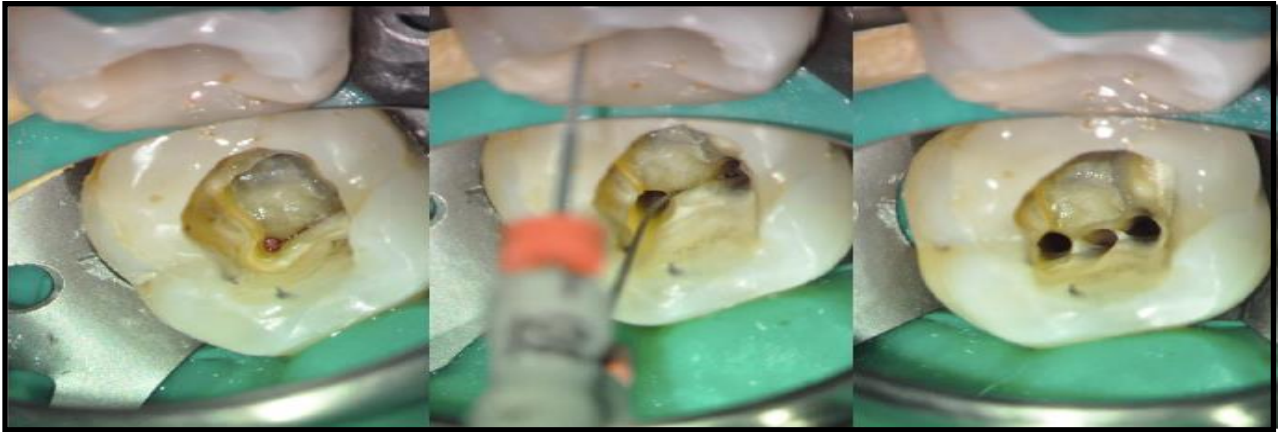
### 7.1.3. Localisation des orifices canalaires

La connaissance de l'anatomie dentaire et les configurations canalaires les plus fréquentes est indispensable à la réalisation d'un traitement endodontique, Mais il faut également admettre qu'une infinité de variations sont possibles, **c'est pour cette raison que les endodontistes ont eu recours au matériels de fort grossissement.**

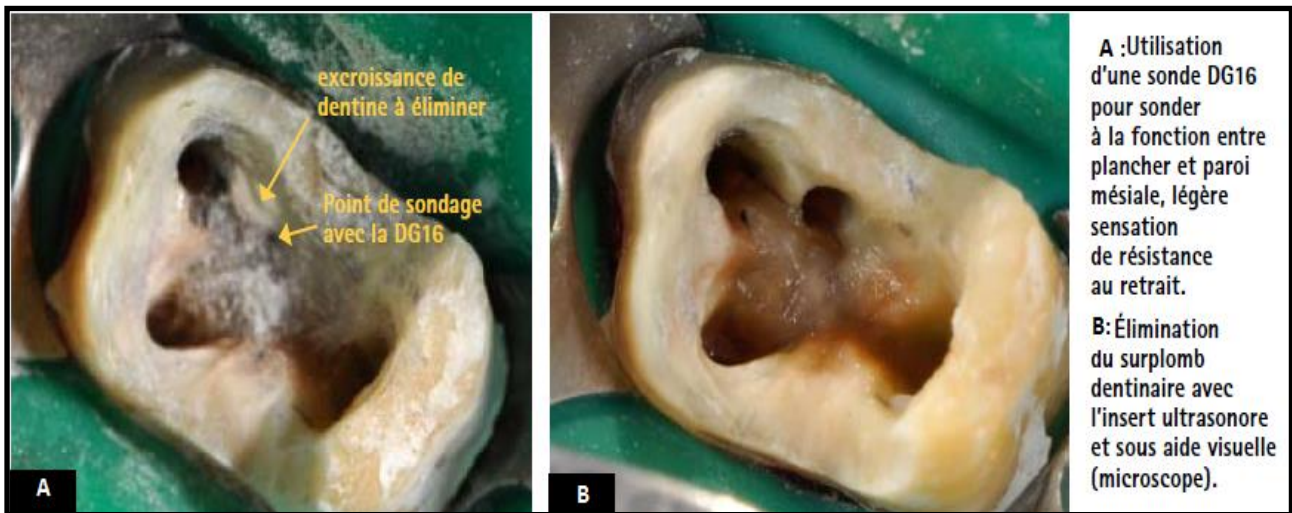
En effet, les différences de couleur des structures inspectées par microscope opératoire à grossissement (x6) vont permettre de repérer les orifices canalaires plus facilement et éviter la création de perforation ou faux-canal.

Une entrée canalair est repérée par son ouverture emplie de tissu pulpaire hémorragique ou simplement par son aspect blanc fibreux qui sera digéré par l'action protéolytique de l'hypochlorite de sodium. Ses berges sont bordées d'une dentine à l'aspect bleu nacré. Parfois, une rupture au milieu de cette nacre détermine un sillon ou une ligne de dentine de teinte plus brune qui mène vers une entrée canalair supplémentaire.

On pourra également utiliser le Bleu de Méthylène qui va aller se loger préférentiellement au niveau des orifices canalaires. [53] [63] [66]



**Fig.62 : localisation d'un canal surnuméraire lors de la préparation initial sous MO. [53]**  
**Grace aux outils de fort grossissement on peut détecter des orifices canaux supplémentaires** que l'on ne peut pas détecter à l'œil nu comme par exemple dans le cas de première prémolaire maxillaire et première molaire maxillaire.



**Fig.63 : la recherche de MV2 de la molaire maxillaire sous microscope opératoire. [67]**

#### 7.1.4. Mise en forme canalaire

La mise en forme initiale consiste à supprimer la courbure et les interférences dentinaires situées à la jonction de la cavité d'accès et de l'entrée du canal sans détériorer ou fragiliser la racine, dans le but de faciliter l'introduction d'instrument lors du cathétérisme. Grace au matériel de fort grossissement (plus particulièrement le microscope opératoire), il est possible maintenant d'inspecter l'anatomie d'un canal rectiligne jusqu'au foramen apical, et apprécier la forme et le trajet d'un canal courbe jusqu'à la première courbure. L'inspection des canaux pulpaire dans le premier tiers radiculaire permet une mise en évidence des bifurcations hautes en présence d'une anatomie à canaux divergents. Au tiers moyen il est possible de découvrir l'initialisation d'une courbure, d'une bifurcation ou d'un départ de faux canal.

**Toutes ces lectures permettent à l'opérateur une véritable représentation tridimensionnelle de l'anatomie canalaire. Celle-ci, couplée à la lecture radiographique, permet une plus grande compréhension de l'endodontie.**

Durant le parage canalaire le microscope a aussi son utilité. Il permet le contrôle de l'évacuation des débris pulpo-dentinaires créés par le passage successif des instruments

---

manuels et rotatifs. Il améliore la visualisation et l'éviction de la boue dentinaire accumulée sur les parois canalaires.

L'observation avec une aide optique du nettoyage des canaux radiculaires permet de juger la qualité de la préparation endodontique. [40] [53] [68]

### Remarque : en cas d'oblitérations canalaires

#### ➤ Cas des pulpolithes

Les pulpolithes sont des calcifications dont l'origine demeure inconnue mais leur prévalence est particulièrement élevée quel que soit le degré de maturité dentaire, Si une thérapeutique canalaires est entreprise, les pulpolithes doivent être totalement éliminés afin de s'assurer de la gestion complète du réseau canalaires. Une étude radiographique préopératoire du cas ainsi que **l'utilisation d'aides visuelles permettent une meilleure gestion de cette difficulté** le plus souvent retrouvée dans les premières étapes du traitement.

L'élimination des pulpolithes canalaires est très facilitée si une aide optique est utilisée, elle repose essentiellement sur l'insertion initiale de limes de petit calibre (K08, K10) précurbées, associées à une irrigation peropératoire abondante à l'hypochlorite de sodium (2,5 % à 5 %) et de chélatant, pour faciliter la pénétration des instruments endodontiques et l'élimination de la phase minérale des adhérences du pulpolithe. Leur renouvellement fréquent est recommandé au cours de l'acte endodontique. [37] [64] [65]

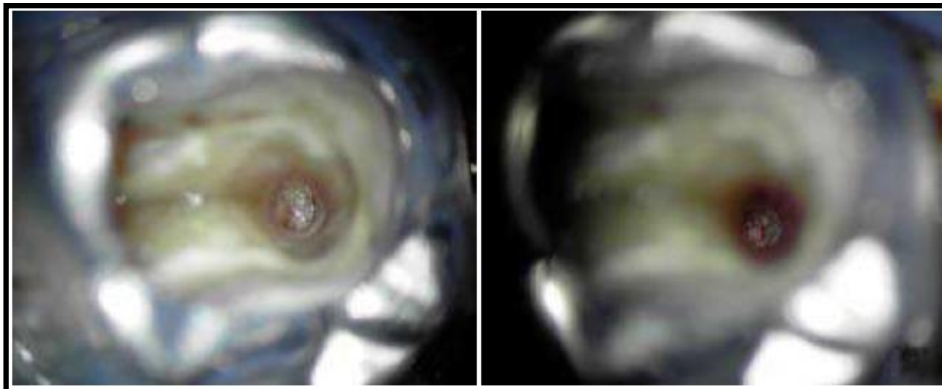


Fig.64 : photographie montre la présence d'un pulpolithe canalaires et visualisation directe du tiers apical après élimination du pulpolithe. [64]

#### ➤ Cas des dégénérescences calciques post traumatiques

Le rétrécissement de la lumière canalaires peut refléter une évolution réactionnelle ou réparatrice face à une agression extérieure ou dégénérescence calcique.

**Le traitement endodontique d'une dent oblitérée ne doit pas être considéré comme impossible à réaliser, surtout avec l'apparition des systèmes de fort grossissement.**

Le traitement endodontique d'une dent traumatisée n'est entamé que si la dent présente des signes positifs d'une infection d'origine endodontique, donc la recherche du canal doit être réalisée selon un protocole adapté avec une aide visuelle optique et radiologique. [37]

[64] [65]

### 7.1.5. Obturation Canalaires sous aides optiques

---

Le praticien recherche toujours à avoir une obturation tridimensionnelle complète et étanche, **de ce fait il peut contrôler le déroulement de chaque étape de l'obturation canalaire à l'aide de systèmes optiques.**

Après la mise en forme adéquate des orifices canalaires sous irrigation continue, le canal est bien nettoyer et sec, L'application du ciment canalaire dans la cavité d'accès du canal peut être vérifiée grâce à des grossissements faibles, en contrôlant le compactage de la gutta- percha et en éliminant les excès de ciment facilement sous microscope opératoire. Toutefois, le contrôle radiographique demeure une étape essentielle dans une obturation canalaire.

À noter que le recours à l'utilisation de système de grossissement s'avère indispensable surtout dans le cas de canal en C qui est particulièrement délicat à obturer. [36] [68] [69]

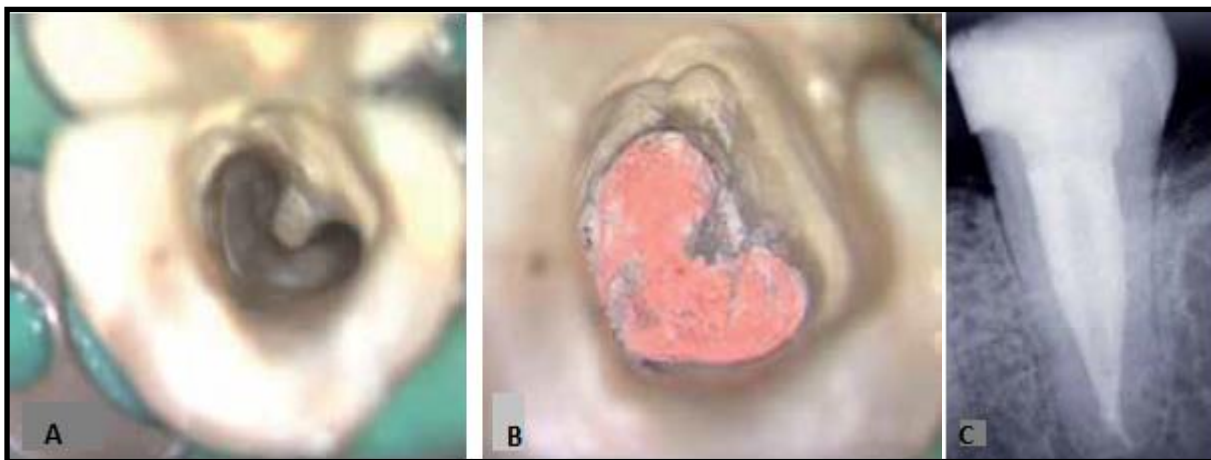


Fig. 65 A : Canal en C d'une 37mis en forme et nettoyé. [3]

Fig. 65 B : Obturation de la 37. [3]

Fig. 65 C : Radiographie de l'obturation de la 37. [3]

#### 7.1.6. Traitement des résorptions

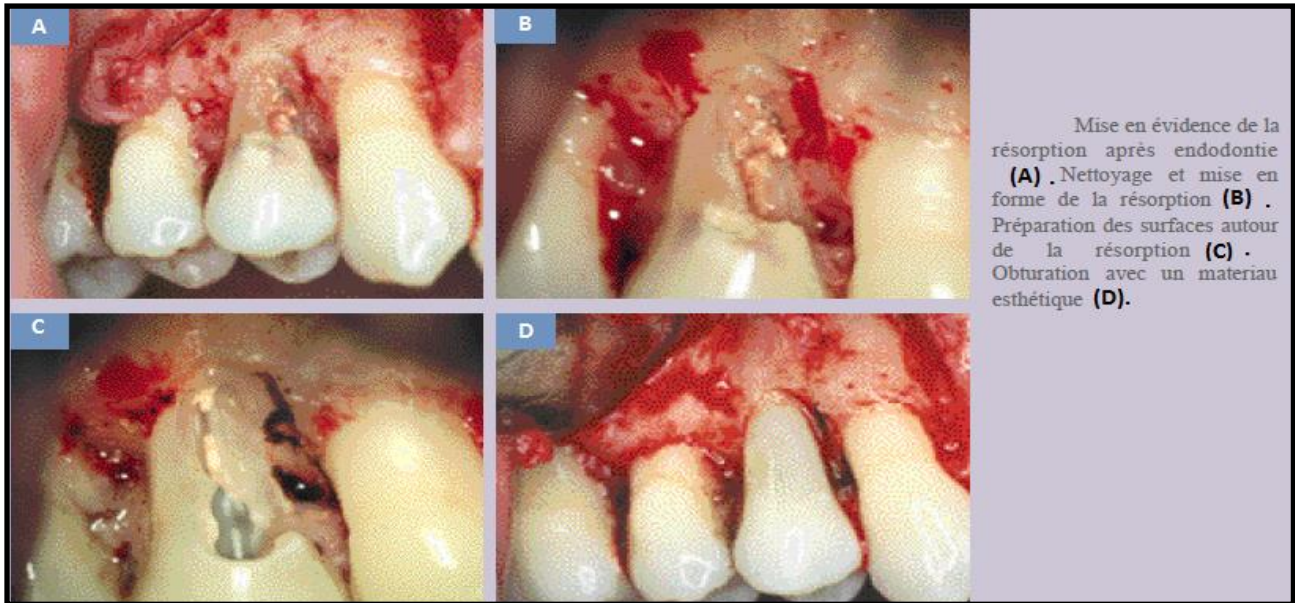
Lors du traitement des résorptions, deux problèmes se posent à l'opérateur. Le traitement proprement dit de la résorption dentinaire et de son aspect en nid d'abeille (incluant la mise en place de l'hydroxyde de Calcium) et l'obturation de la résorption par un matériau hermétique (après dépose de l'Hydroxyde de Calcium).

Lorsque la résorption se trouve dans le tiers moyen ou coronaire du système canalaire, il est souvent possible de l'inspecter visuellement sous microscope opératoire et de prendre la décision entre un traitement à l'hydroxyde de calcium ou un alternatif comme par exemple une extrusion radiculaire.

**La réalisation sous microscope opératoire de tous ces actes permet une précision inégalée du geste et ce, sans délabrement dentinaire excessif, avec plus de précision à l'application de l'hydroxyde de calcium.**

Enfin, il permet de donner un pronostic plus fiable que si on se baser sur l'interprétation radiologique de la lésion. [18][36]





**Fig. 66 traitement de la résorption sous microscope opératoire [36]**

## **7.2. Traitement orthograde de seconde intention (non chirurgicale)**

### **7.2.1. Apport du MO après accident de parcours lors du traitement ultérieur**

Les accidents de parcours en endodontie sont le plus souvent des dommages iatrogènes d'origine instrumentale, infligés à l'anatomie endodontique lors des manœuvres instrumentales.

Très fréquents, ils passent assez souvent inaperçus pour l'opérateur tant au cours des manœuvres instrumentales que sur la radiographie du traitement.

On retiendra :

- L'oubli d'un canal
- La perforation
- La butée
- Les obstacles intra canaux [18]

#### **7.2.1.1. L'oubli d'un canal**

Une complication peut être due à un canal oublié non traité par exemple le canal MV2 d'une molaire maxillaire [20], difficilement recherché **et localisé à l'œil nu** et qui a été toujours source de grand nombre d'échecs dans les traitements endodontiques [66], ou des canaux surnuméraires qui sont des canaux très fins qui peuvent présenter des isthmes intra canaux des bifurcations et des courbures [17]

Voici ci-dessous un tableau qui montre le nombre moyen de canaux par dent :

**Tableau 01 : le nombre moyens d'orifices canaux présents pour chaque dent [67]**

- NOMBRES MOYENS D'ORIFICES CANALAIRES PRÉSENTS DANS LA CHAMBRE PULPAIRE PAR TYPE DE DENT ET DE RACINE									
	Incisive centrale	Incisive latérale	Canine	Première prémolaire	Seconde prémolaire	Première molaire		Seconde molaire	
Maxillaire	1 o.c. 100 %	1 o.c. 100 %	1 o.c. 100 %	1 o.c. 15 % 2 o.c. 80 % 3 o.c. 5 %	1 o.c. 60 % 2 o.c. 40 %	Racine MV	1 o.c. 90 % 2 o.c. 10 %	Racine MV	1 o.c. 40 % 2 o.c. 60 %
						Racine DV	1 o.c. 100 %	Racine DV	1 o.c. 100 %
						Racine Pal.	1 o.c. 100 %	Racine Pal.	1 o.c. 100 %
Mandibule	1 o.c. 90 % 2 o.c. 10 %	1 o.c. 90 % 2 o.c. 10 %	1 o.c. 80 % 2 o.c. 20 %	1 o.c. 98 % 2 o.c. 1,5 % 3 o.c. 0,5 %	1 o.c. 97,5 % 2 o.c. 2,5 % (division basse)	Racine Més	1 o.c. 20 % 2 o.c. 79 % 3 o.c. 1 %	Racine Més.	1 o.c. 30 % 2 o.c. 70 %
						Racine Dist.	1 o.c. 60 % 2 o.c. 40 %	Racine Dist.	1 o.c. 95 % 2 o.c. 5 %
						Radix Endomolaris	= jusqu'à 5 %	Racine en C	= jusqu'à 5 %

**Les aides optiques jouent un rôle important dans la recherche et l'identification de ces canaux surnuméraires et du canal MV2 de la première molaire maxillaire.**

Buhrley et Coll ne montrent pas de différence entre l'utilisation de loupes ou microscope cependant, ils soulignent **la supériorité des aides visuelles par rapport à l'œil nu dans la découverte du MV2, et considèrent ce facteur comme essentiel.**

Baldassari – crus et Coll, montrent que l'utilisation du microscope augmente la capacité des cliniciens à détecter le MV2: à 85% contre 51% détectés à l'œil nu.

Selon l'étude d'Alaçam en 2008, la combinaison microscope et insert ultrasonore améliore la détection du MV2 avec un pourcentage atteignant 74%. Déjà en 1999, une étude clinique de référence conduite sur 8 ans et sur 1 096 premières molaires maxillaires par JJ Stropko aboutissait à des conclusions plus complètes. Le taux de découverte de MV2 passe de 73,2 % à 93 % avec : [66]

- l'utilisation fréquente et routinière du microscope
- l'utilisation d'instruments spécifiques à l'endodontie sous microscope

Le MV2 est généralement situé légèrement en mésial d'une ligne imaginaire reliant le MV1 au canal palatin (à environ 2 à 3 mm du MV1 en direction palatine).



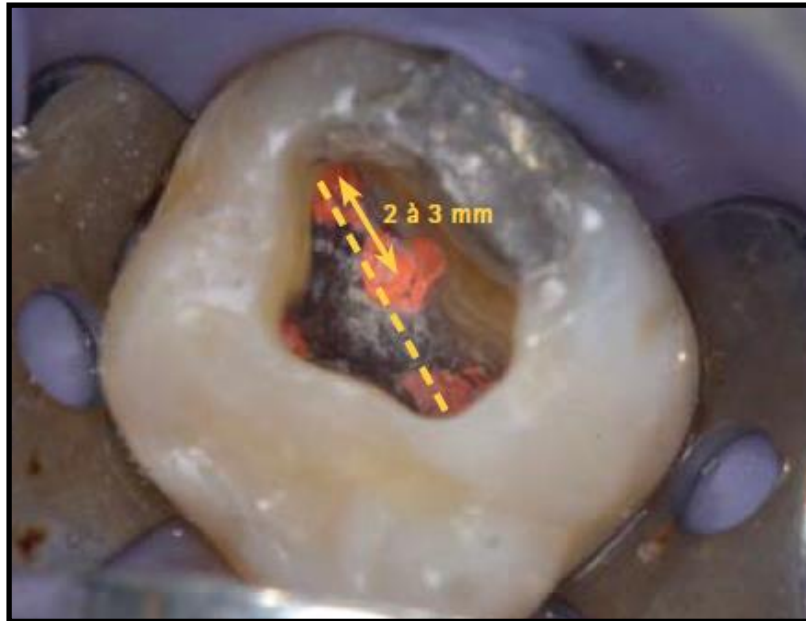


Fig. 67 : Position du MV2, en mésial de la ligne imaginaire reliant le MV1 au canal palatin. [66]

**Remarque :** L'observation d'une particularité de l'anatomie externe comme une cuspide supplémentaire de la dent à traiter, doit nous guider dans la recherche sous microscope d'un canal supplémentaire. [67]

#### 7.2.1.2. Perforation

Une perforation est la suite d'une instrumentation dans un faux canal créé. D'autre part une perforation du plancher pulpaire peut également avoir lieu lors de l'ouverture de la chambre pulpaire pouvant aboutir à une infection irréversible menant à l'extraction. [70]

##### ➤ Rôle des aides optiques dans le diagnostic des perforations

Une perforation peut avoir plusieurs localisations, on peut citer la perforation du tiers coronaire et du tiers moyen, la perforation du plancher pulpaire, la perforation par stripping et la perforation du tiers apical.

**Le microscope est d'un apport précieux dans la détection et la localisation des perforations se situant au-dessus des courbures apicales grâce à une vision directe.**

**Remarque :** Cependant il ne peut nous aider dans la résolution des perforations apicales sauf si une chirurgie endodontique par voie rétrograde est indiquée. [17]

##### ➤ Rôle des aides optiques dans le traitement des perforations

Une étude réalisée par Schmidt et coll. en 2016 a montré que l'utilisation des microscopes opératoires dans le traitement des perforations permet une meilleure adaptation marginale des matériaux de comblement [71], comme il est aussi de grande utilité pendant des étapes intermédiaires; **le MO permet d'appliquer et de déposer l'hydroxyde de calcium de façon précise.** [17]

##### ➤ Rôle des aides optiques dans la prévention des perforations

Les aides optiques sont également indispensables pour la prévention des perforations ; en effet il est essentiel de travailler avec une bonne visibilité des instruments, la loupe et le

microscope permettent cela, ainsi que l'utilisation de fraises long col et d'inserts à ultrason de faible diamètre permettent de travailler avec plus de visibilité et de précision et donc de diminuer le risque de perforation. [71]

L'image radiologique ci-dessous prise sur une dent 21, traitée initialement montre une fausse route qui a été à l'origine d'une parodontite apicale symptomatique et fistulisée. [72]

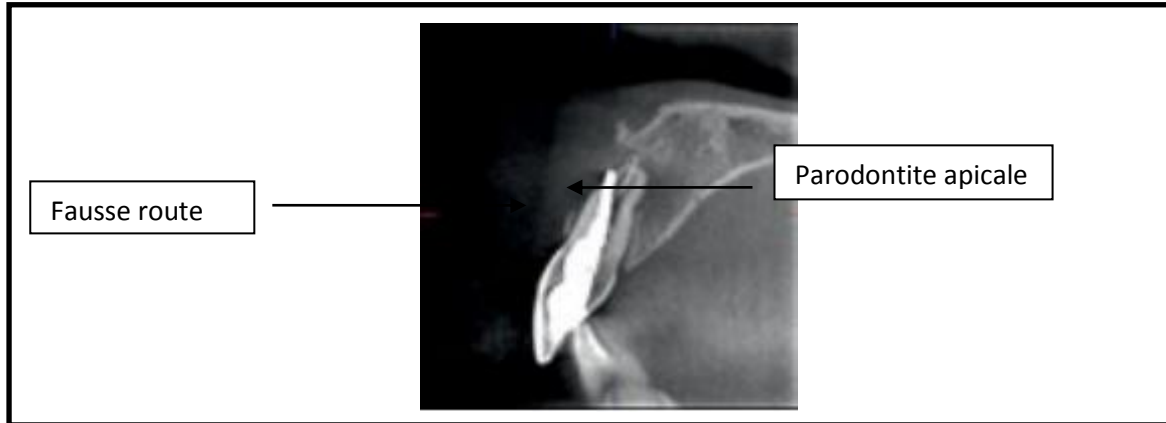


Fig. 68 : Un TVN sur 21. [72]

Après évaluation des différents paramètres cliniques de la dent, une décision de reprise de traitement a été prise.

Grace à la combinaison des aides optiques et la pointe ultrasonore la gutta percha qui a été poussée au de-là de la constriction apicale a été complètement enlevée et la dent a été bien désobturée.

Une vision direct sous fort grossissement a permis de sceller la perforation avec du MTA d'une manière ciblée en bloc avec le fond du canal radiculaire sur une longueur de 2 mm.

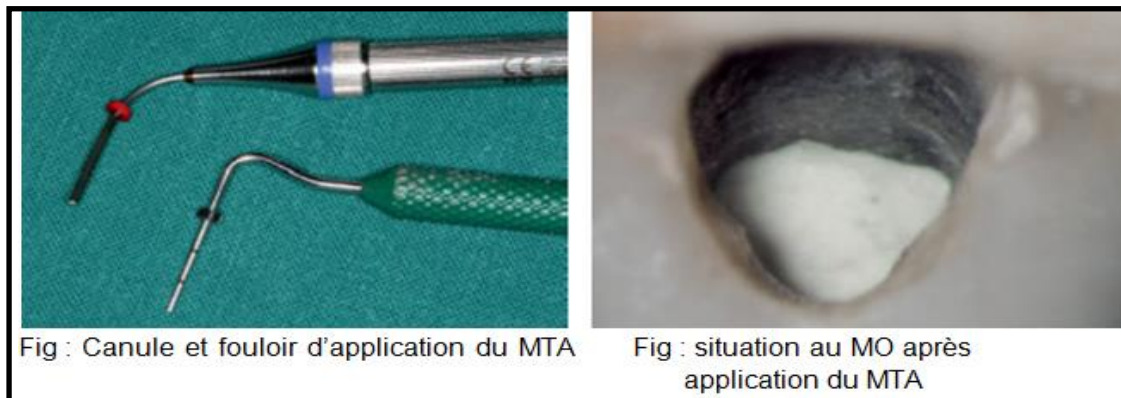


Fig.69 : canule et fouloir d'application du MTA et la situation au MO après application [72]

La MTA a été appliqué à l'aide d'une canule de taille convenable et a été condensé par des fouloirs.

Après prise du MTA la dent a été obturée complètement et quelques semaines plus tard il y'a eu une régression de la symptomatologie et le statut clinique a été nettement amélioré.



**Fig.70 : diminution de la tuméfaction et cicatrisation de la fistule** [72]

### **7.2.1.3. La butée**

La création d'une butée, autrement appelée marche, résulte d'un stripping dans une zone étroite souvent située au niveau de la courbure canalaire maximale ; un travail en force répété à ce niveau et un manque de flexibilité entraîne la déviation de l'instrument du canal et le blocage de l'instrument. [71]

Le MO facilite la mise en évidence du surplomb et des interférences situés au niveau de la cavité d'accès ou au niveau de l'entrée canalaire. La suppression du surplomb et la mise en forme de tout le segment canalaire en amont de la butée, permet un déplacement de l'orifice canalaire en direction opposée. **Ceci améliore alors la visualisation de la butée sous microscope et permet ainsi de donner un axe de pénétration instrumentale selon une direction favorable au franchissement de la butée.** [17]

### **7.2.1.4. Les obstacles intracanaux**

#### **7.2.1.4.1. Désobturation des matériaux d'obturation initiale**

Pour mobiliser les moignons scellés, les résidus de ciment, la gutta percha et les cônes d'argent tout en conservant la dentine radiculaire, il est nécessaire d'utiliser des inserts ultrasonores en donnant une excellente visibilité sous aides optiques, ce qui améliore grandement la capacité de retraiter les canaux. [57]

Les pâtes dures difficilement solubles comme les pâtes résineuses nécessitent des techniques invasives, on utilisera un fraisage combiné aux inserts ultrasonores et un solvant de type diméthyle formamide.

**Ici l'aide optique trouve toute son indication dans le guidage des instruments coupants diminuant ainsi le risque de butées, de fausses routes ou de perforation.** [19]

Comme **cette aide optique peut être d'une grande utilité lorsque nous** utilisons des limes manuelles de Hedstrom torsadée et passées latéralement autour d'un cône d'argent ou d'un instrument fracturé, lors du retrait. [73]



Fig.71 : cône d'argent retiré du canal à l'aide de deux limes H torsadées [73]

En fin de désobturation la propreté des canaux sera contrôlée sous grossissement et si nécessaire une nouvelle phase de nettoyage sera répétée. Enfin, l'utilisation **d'un microscope opératoire**, d'instruments à ultrason d'irrigants, de limes NI-TI rotatifs et de matériaux d'obturation appropriés augmente la capacité à atteindre la guérison après retraitement. [53]

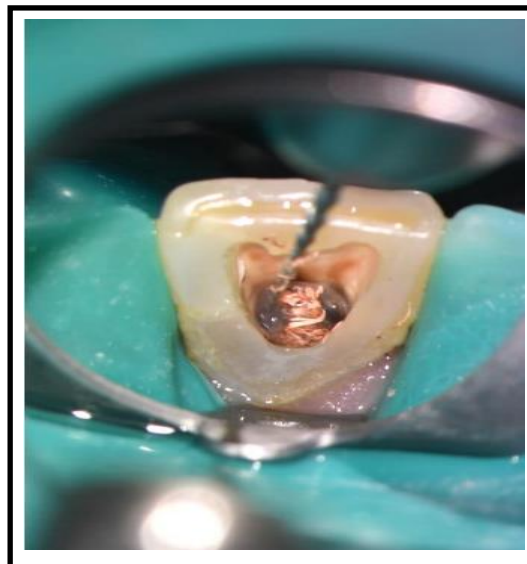


Fig.72 : mise en évidence du matériau d'obturation retiré lors de la désobturation sous fort grossissement. [53]

#### 7.2.1.4.2. Désobturation des restaurations corono- radiculaires (RCR)

Les dents à retraiter sont souvent porteuses de restaurations corono-radicales ; il est essentiel de savoir les desceller en vue d'aborder le système canalaire.

Ces restaurations peuvent être des screw-post, des tenons en fibre de carbone, en métal ou des inlays-core.

Plusieurs facteurs concourent au succès de la dépose du tenon et influencent le résultat parmi eux, la mise à disposition des équipements d'agrandissement, d'illumination et des générateurs à ultrasons. [74]

En outre l'utilisation du microscope opératoire ou au moins de lunettes loupes permet l'élimination plus aisée de toute la dentine cariée et des résidus de matériaux d'obturation coronaire. Ces aides optiques assurent, d'autre part l'examen précis du plancher pulpaire afin de vérifier son intégrité. Les pulpolithes, les surplombs, les canaux supplémentaires sont ainsi repérés avant la pénétration canalaire. [74]



D'autre part l'aide optique est importante dans le positionnement des inserts ultrasonores et procure un travail de précision conservateur qui diminue le risque de perforation et préserve la structure des dents adjacentes. [74]



Fig.73 : dépose d'ancrage métallique sous grossissement. [53]

Sous grossissement, l'utilisation des trépanns qui composent les trousse de Gonon et Thomas et qui sont utilisés en alternance avec les vibrations ultrasonores nous permet avec aisance le retrait des tenons et même les instruments fracturés. [75]



Fig. 74 : différents trousse utilisée pour le retrait des tenons et des instrument fracturés.[75]

#### 7.2.1.4.3. Retrait d'instrument fracturé

Lors du traitement endodontique et notamment en présence de dents avec une anatomie complexe, il arrive parfois qu'un instrument endodontique se fracture, ce n'est pas forcément un problème, l'instrument est stérile et il ne présente pas de risque de rejet ou de corrosion.

L'instrument dentaire empêche parfois le nettoyage correct du canal qui engendre indirectement un problème infectieux. La plupart du temps il est possible de nettoyer l'ensemble du canal en passant à coté de cet instrument, cependant il est parfois nécessaire de déposer l'instrument par un traitement endodontique classique ou par une chirurgie. [53]

---

**Des nouvelles techniques ont été développées reposant sur des technologies nouvelles en particulier les aides optiques et les ultrasons.**

Lorsqu'il est possible de passer latéralement le long de l'instrument, il est dès lors libéré des parois canalaire et préhensible par un système de préhension.

Pour passer latéralement, on peut utiliser des limes manuelles de profil K (associés à des gels chélatant ou à des lubrifiants) ou des inserts ultrasonores type CT4 ou ET. [75]

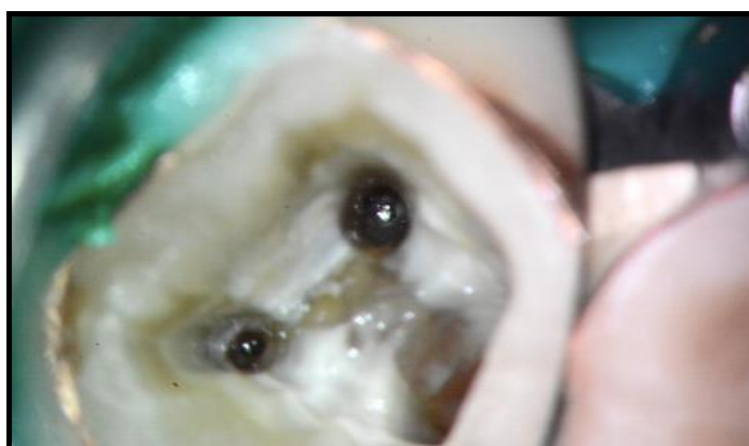


**Fig. 75 : inserts ultrasonores.** [75]

Lorsque le passage le long de l'instrument est impossible, la dentine enserrant l'instrument doit être éliminée sur quelques millimètres de manière à libérer l'instrument sur sa partie supérieure. [74]

**Et ceci ne peut se faire qu'avec l'apport d'une aide optique.**

En effet Sous aides optiques on peut visualiser l'espace éventuel entre l'instrument et la paroi canalaire et tester la mobilité éventuelle du fragment et donc d'évaluer les possibilités de franchissement et de dégagement in situ. [75] La nécessité d'une aide optique se fait encore plus ressentir lorsque la position de l'instrument fracturé se trouve dans la partie apicale ou médiane de la racine. [74]



**Fig.76 : instrument fracturée intracanaire sous grossissement** [53]

### **7.2.2. Complexité anatomique**

L'anatomie radicaire est un critère important à étudier avant toute réintervention. En effet la présence de courbures importantes ou complexes, dont la négociation est rendue difficile par le traitement précédent peut être une contre-indication du retraitement classique et une indication de la chirurgie endodontique. [17]



### 7.3. Apport des aides optiques en Odontologie pédiatrique

Contrairement à ce à quoi on s'attendrait, les moyens de fort grossissement s'avèrent d'une grande utilité lors des traitements dentaires en pédodontie.

#### ➤ Traitement conservateur

En odontologie pédiatrique, le travail consiste le plus souvent à réaliser, sur les dents temporaires, des tailles plus réduites que sur les dents définitives. **Le microscope opératoire rend la mise en œuvre plus aisée pour l'opérateur.**

Le suivi d'un scellement de fissures est particulièrement impressionnant, du fait que, de par sa constitution naturelle, le système des fissures se caractérise par une morphologie très fine qu'il est difficile d'évaluer à l'œil nu. **Le recours au MO permet un meilleur contrôle de la surface mordancée, ainsi que l'élimination plus ciblée de bulles d'air et/ou d'excès de résine de scellement.**

**La visualisation pour le petit patient des actes effectués en direct, pourrait permettre une dédramatisation de l'acte opératoire.** [36] [66]

#### ➤ Traitement d'apexification

Lors de la réalisation d'un traitement d'apexification avec de l'Hydroxyde de Calcium ou d'obturation d'apex largement ouvert à l'aide de MTA®, la visualisation des matériaux à l'aide d'un MO permet leur pose et leur dépose avec précision au niveau du tiers inférieur du canal. Cela aide à limiter les débordements au-delà de l'apex. [36] [66]

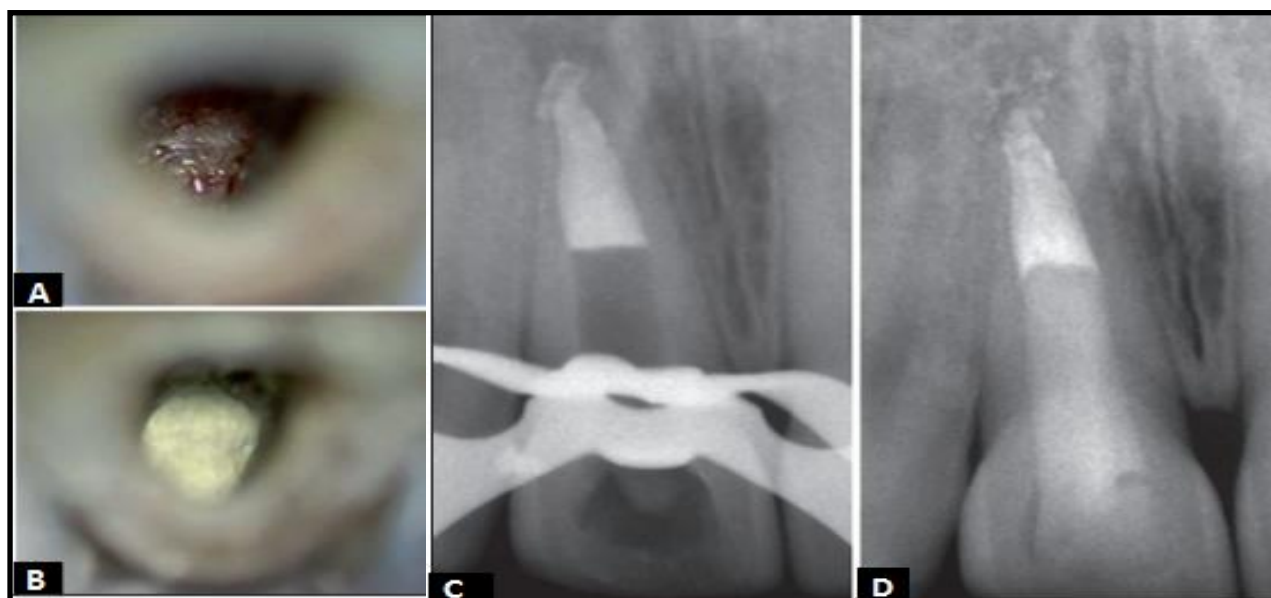


Fig.77A : Vue clinique des tissus apicaux au microscope. [76]

Fig.77B : Vue clinique du bouchon de MTA après placement à l'apex. [76]

Fig.77C : Radiographie de contrôle du bouchon apical de MTA. [76]

Fig.77D : La restauration corono-radriculaire fibrée et collée est placée lors d'une autre séance. Elle assure la consolidation de la dent. [76]

---

## 7.4. Apport des aides optiques dans la chirurgie endodontique

### 7.4.1. La chirurgie endodontique apicale

La chirurgie apicale est le débridement d'une lésion d'origine endodontique et l'obturation du réseau canalaire par voie rétrograde. La modernisation et l'amélioration des techniques de chirurgie apicale endodontique ont été autorisées grâce à l'apparition des dispositifs de grossissement comme les loupes binoculaires ou les microscopes optiques qui ont apporté des changements radicaux rendant la chirurgie moins intrusive et minimalement invasive. [36] [77] [78]

**Dès lors il ne s'agit plus de chirurgie apicale mais d'une microchirurgie endodontique apicale à retro.**

#### 7.4.1.1. La visibilité

##### 7.4.1.1.1. Le grossissement

Pendant longtemps les interventions de chirurgie endodontique ont été réalisées à l'œil nu et concernaient principalement les secteurs antérieurs.

Le besoin de traiter les secteurs postérieurs avec une grande précision et une visibilité accrue a amené les médecins dentistes à s'équiper de systèmes de grossissement. Les loupes binoculaires sont apparues (on rappelle que ce n'est qu'à partir de 1990 qu'est introduit l'usage du microscope opératoire en chirurgie endodontique).

Bien que l'agrandissement confortable de travail se situe autour d'un grossissement x10, les grossissements plus importants permettent une observation extrêmement précise.

Aujourd'hui, les meilleurs médecins-endodontistes sont capables d'obturer l'ensemble de la hauteur du système canalaire par voie apicale: on parle de chirurgie endodontique. [79]

##### 7.4.1.1.2. L'éclairage

**Le second avantage du microscope opératoire est la très haute qualité de l'éclairage qu'il procure avec une absence totale d'ombre quelle que soit l'anfractuosité du site examiné.**

**C'est un avantage déterminant en endodontie chirurgicale qui permet de contrôler la cavité osseuse et d'examiner le canal traité.** Cet examen est réalisé à l'aide de micro miroirs qui, en conjonction avec le microscope opératoire, permettent de visualiser les apex des racines. **Le microscope autorise ainsi des interventions dans des sites très difficiles d'accès avec beaucoup de sérénité.** [80]

##### 7.4.1.1.3. Nécessité d'hémostase

L'hémostase est un corollaire indispensable pour une bonne visibilité et des conditions de travail optimales. Des bandes de compresses stériles et si le saignement persiste, le sulfate ferrique est un agent hémostatique de choix. [81]

### 7.4.2. Techniques actuelles de la chirurgie endodontique

Les étapes permettant une chirurgie endodontique sont essentiellement réalisées sous MO avec différents grossissements pour prévenir les complications post-opératoires et obtenir une bonne cicatrisation :

A noter que les premières étapes sont réalisées sous un grossissement faible: 2,5x à 8x.

---

#### 7.4.2.1. L'Anesthésie

Toutes les anesthésies seront réalisées avec un dispositif d'agrandissement optique afin de contrôler précisément le site d'injection (et éviter l'injection intravasculaire). [82]

#### 7.4.2.2. L'Incision et le Lambeau

Plusieurs types de lambeaux peuvent être envisagés en microchirurgie endodontique. La conception des berges microchirurgicales et la gestion chirurgicale des tissus mous sont également grandement améliorées par une approche microscopique, lors de la réalisation des incisions pour mieux contrôler leur tracé.

La capacité d'effectuer la chirurgie avec une plus grande précision, de pratiquer des incisions plus précises, et d'utiliser des instruments plus petits, conduisant à une gestion moins traumatique des tissus mous et aussi à une cicatrisation rapide et primaire des plaies, et une diminution de la douleur et des complications postopératoires, mais aussi à un bien meilleur pronostic que les interventions traditionnelles.

L'aspect final de la zone opérée après le processus de microchirurgie est tout simplement supérieur par rapport au résultat final des moyens de fonctionnement traditionnels. [5] [83] [84] [85] [86]

#### 7.3.2.3. L'Ostéotomie

L'ostéotomie est réalisée à minima de 3 ou 4 mm mais doit néanmoins permettre un accès instrumental (micro-instruments : curettes, inserts ultrasonores) convenable. L'utilisation des aides visuelles nous permet la détermination clinique et facile de la position de lésion apicale et donc le point de forage.

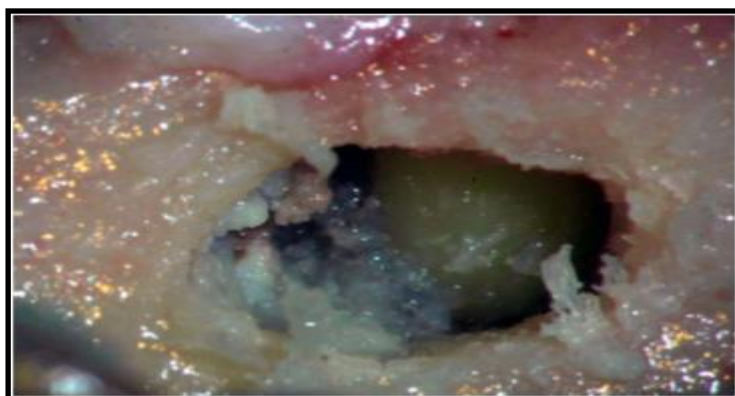


Fig.78 : Ostéotomie. L'apex radiculaire est visible. [87]

A noter que les étapes suivantes sont réalisées à l'aide d'un grossissement moyen: x10 à x16.

#### 7.4.2.4. L'exérèse de la lésion

Distinguer les différentes structures anatomiques, comme distinguer le nerf alvéolaire inférieur ou le paquet vasculo-nerveux, aussi distinguer l'os de la racine n'est pas toujours aisé; Le microscope opératoire constitue alors un atout majeur pour déceler les différences clinique :

- L'os est blanc, tendre et saigne au contact de la sonde.

- 
- tandis que le ciment a une couleur plus jaunâtre, plus sombre et plus dure au sondage. [87]

#### 7.4.2.5. La résection apicale

Ce temps opératoire constitue le deuxième temps du traitement étiologique des parodontites apicales, après l'exérèse de la lésion apicale. Cette opération vise à éliminer l'apex de la racine en cause.

La section radiculaire est réalisée à l'aide d'une fraise 170L montée sur contre angle à grande vitesse ou pièce à main et sous spray réfrigérant. L'utilisation de cette fraise facilite la réalisation d'une section à un angle de 45 à 60° de l'axe de la racine, **mais compte tenu de la miniaturisation instrumentale et de l'optimisation visuelle apportée par les dispositifs modernes d'agrandissement visuels, un tel angle n'est pas nécessaire en microchirurgie endodontique puisque il n'a aucune justification biologique** et plus l'angle de résection augmente, plus le nombre de tubuli dentinaires sectionnés augmente donc plus le risque d'échec liés au manque d'étanchéité de l'endodonte augmente. Par ailleurs, un angle augmenté entraîne une ostéotomie plus large donc une cicatrisation osseuse plus longue et un risque augmenté d'une communication endo-parodontale. [88] [87] [89]

Une fois la résection apicale réalisée, il est indispensable d'inspecter la surface radiculaire réséquée à l'aide du microscope opératoire à un degré d'agrandissement de 25 fois. Cette inspection a pour but d'observer la forme de section transversale des canaux (ronde, ovale, en S, en fer à cheval...), de déceler les résidus de matériaux d'obturation, les débris pulpaire, la présence de fracture verticale, d'isthmes canaux et de vérifier la section complète du ou des apex radiculaire. [85] [90]

Une étude rapportée par Rubinstein et Kim [1999] a confirmé la guérison dans 96,8% des cas à court terme, et 91,5% dans le suivi à long terme est bien au-delà des taux de succès des procédures d'apicectomie conventionnelles. Une autre étude indique une divergence encore plus grande de 44,2% à 60% pour la méthode traditionnelle et de 91,1% pour les techniques microchirurgicales. [5] [84]



Fig.79 : Vue sous microscope d'une résection apicale et l'obturation rétrograde. [78]

---

A noter que Les étapes suivantes sont réalisées à l'aide d'un grossissement fort : x20 à x26.

#### 7.4.2.6. La préparation canalaire à rétro

L'inspection sera conduite à l'aide d'un micro-explorateur. Ainsi, il est aisé de mettre en évidence les isthmes et les canaux accessoires.

Avant l'introduction du MO en chirurgie endodontique, la préparation apicale était réalisée avec des micro-fraises montées sur des contre-angles à micro-tête. A l'aide de ces instruments, il était difficile de respecter l'axe des canaux. La préparation apicale est actuellement effectuée à l'aide des pointes ultrasonores car l'émergence de nouveaux instruments microchirurgicaux a permis de compenser les insuffisances des systèmes rotatifs et de potentialiser la qualité de préparation. **Ces instruments sont miniaturisés donc nécessitent d'être utilisés avec un dispositif de grossissement visuel** ; on parle alors d'instruments micro-ultrasonique.

Certains praticiens utiliseront des grossissements inférieurs (x10, x16) afin d'introduire les pointes ultrasonores mais une inspection à fort grossissement devra alors être conduite par la suite.

Les instruments ultrasonores sont utilisés en vision indirecte ce qui dégage le champ de vision. Il est possible de contrôler l'axe de la préparation, de supprimer les matériaux d'obturation et/ou la boue dentinaire présents sur les parois canalaires. L'absence d'élimination de ces débris diminue l'étanchéité des matériaux d'obturation.

La préparation apicale est examinée de nouveau à l'aide d'un micro-explorateur. Il est nécessaire de vérifier l'absence de débris résiduels. La longueur de la préparation doit être d'au moins 3 mm pour que le matériau d'obturation assure une étanchéité suffisante.

La capacité du chirurgien à générer une surface radiculaire propre et lisse est améliorée par le grossissement. Il permet également une approximation conjointe des berges, qui est obligatoire pour la guérison et la régénération. [91] [92] [93] [94]

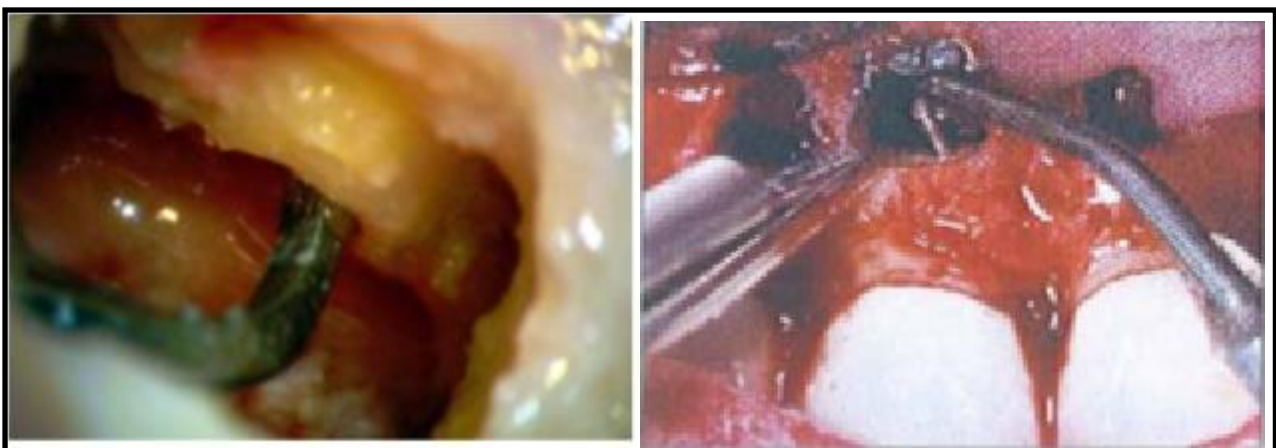


Fig.80 : Préparation a retro avec un instrument ultra-sonique [95]



**Tableau 2 : avantages procurés par les micro-instruments ultrasoniques pour la préparation à retro, par rapport à l'usage d'une fraise montée sur contre-angle.** [82] [87] [94] [97]

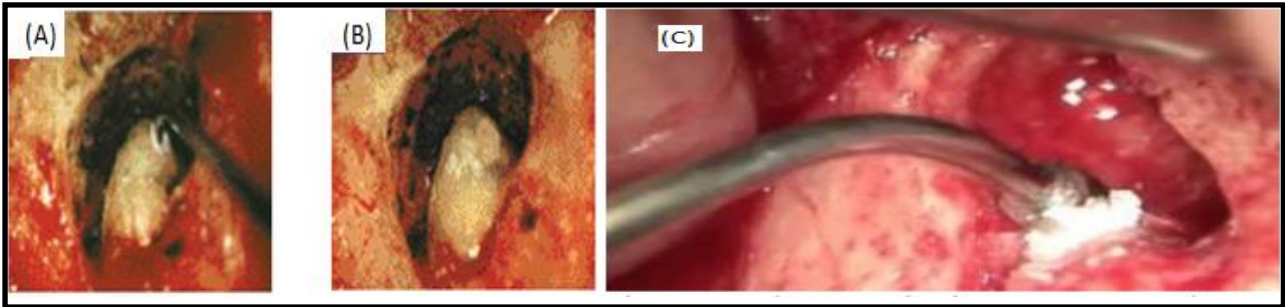
Impératifs de la préparation à retro	Les micro-instruments ultrasoniques	Les instruments rotatifs : les fraises montées sur contre angle
Accès visuel et instrumental à la région péri-apicale	Favorable grâce à la microscopie instrumentale permettant l'usage de dispositifs d'agrandissement visuel	Difficile voire impossible en cas d'ostéotomie étroite
Qualité de la préparation canalaire a retro	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Optimisé par les micro-instruments : l'énergie des oscillions effectue un nettoyage mécanique des parois canales, améliore l'évacuation des débris</li> <li>- Préparation effective jusque dans les isthmes</li> <li>- Réalisation de cavités rétentes grâce à des embouts en « T »</li> </ul>	La préparation canalaire n'est pas intégrale puisque certains endroits sont inaccessibles à la fraise : la désinfection est incomplète
Respect du profil canalaire	Le système piézo-électrique et les instruments fins et flexibles (si alliage de titane) autorisent un respect strict du profil canalaire	Un dispositif de préparation rotatif ne respecte pas le profil naturel des axes canaux (non-respect des isthmes, courbures...)
Contrôle instrumental	Amélioré grâce au dispositif d'agrandissement visuel	Le risque de perforation est important lorsque l'axe canalaire n'est pas rectiligne

#### 7.4.2.7. L'Obturation à rétro

Une fois le canal mis en forme à rétro, il est asséché à l'aide de cônes de papier ou de micro-seringue. Pendant cette phase, le matériau (IRM, Super EBA, MTA...) est mis en



place dans la cavité à retro, **sous un fort grossissement optique** (de 14 à 28 fois la réalité) et condensés dans la cavité à l'aide de micro fouloirs. **Les dispositifs d'agrandissements permettent une précision de geste d'obturation selon l'axe de la préparation canalaire, et même de vérifier la densité du matériau.** [96]



**Fig.81 : Lésion péri-apicales (obturation canalaire a retro (A), (B) et (C))** [36]

#### 7.4.2.8. La fermeture du site opératoire

Avant de refermer le site opératoire, il convient d'inspecter la cavité osseuse à l'aide du microscope opératoire sous fort grossissement puis de la nettoyer, en retirant les dispositifs d'hémostase et les débris tissulaires et de matériaux d'obturation.

Il convient aussi de parer les parois de la cavité osseuse pour créer un saignement qui sera à l'origine de la formation du caillot sanguin. **Les sutures par points simples sont effectuées sous grossissement optique faible** (de 4 à 8 fois la réalité). [82] [97]

**Le tableau suivant résume les différents cas de figure :**

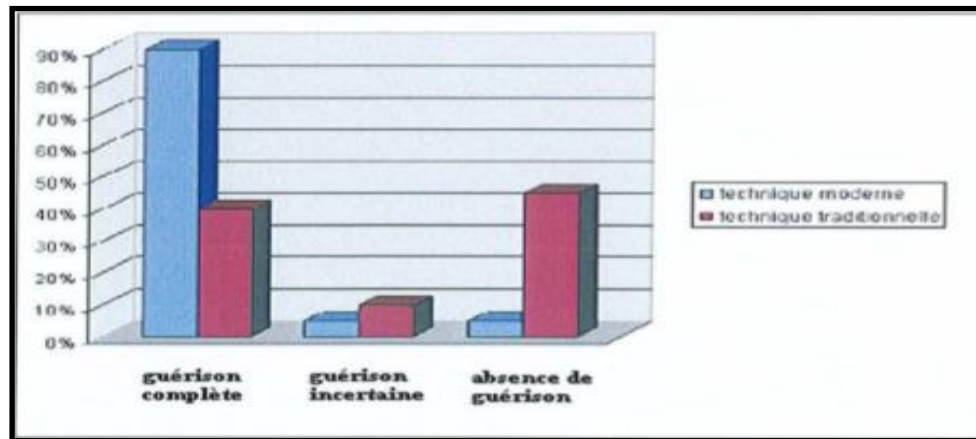
**Tableau 3 : Grossissement en fonction des étapes chirurgicales**

Agrandissement	Etapes chirurgicales
Faible (x2.5 a x8)	Repérage du site chirurgical, Anesthésie, Incision, Alignement de l'insert chirurgical, Ostéotomie
Intermédiaire (x10 a x16)	La plupart des étapes chirurgicales dont L'hémostase, L'exérèse du tissu de granulation ; La détection des apex, La résection apicale
Fort (x16 a x26)	Inspection de la surface radulaire après résection apicale, Débridement canalaire a retro, Obturation a retro, Observation des détails anatomiques

Notons qu'il est inutile d'agrandir plus de trente fois la réalité car le moindre mouvement du praticien ou du patient (liée à sa respiration par exemple) rend l'image inexploitable. [98]

#### 7.4.3. Pronostic et résultats de la chirurgie endodontique sous MO

Depuis l'introduction du MO par CARR dans les années 1990, la chirurgie endodontique a fait de véritables progrès dans les étapes opératoires et dans le pronostic post-opératoire. Plusieurs études révèlent le taux de succès, assez faible, de ces interventions avant l'apparition des ultrasons et du microscope: seulement 50% des dents soignées présentaient une guérison satisfaisante. [79]



**Fig.82 : Comparaison du taux de succès des techniques traditionnelles et des techniques modernes assistées par MO [79]**

Le MO apporte de nombreux avantages à la chirurgie endodontique que l'on peut résumer ainsi: [79]

- Une ostéotomie réduite;
- Le retrait facilité d'éléments cassés ou perdus au niveau péri apical;
- Le repérage des ramifications apicales et le scellement adéquat;
- Une diminution de la durée et de l'intensité des douleurs post-opératoires

## 8. Développement d'instruments spécifiques

Le travail sous microscope requiert des instruments **soit spécifiques soit détournés** de leur utilisation première. L'important est de **libérer le champ opératoire**, on choisit donc toujours des instruments qui libèrent le champ de vision grâce à **leur petite taille et à leur angulation sur axe et/ou sur champ**.

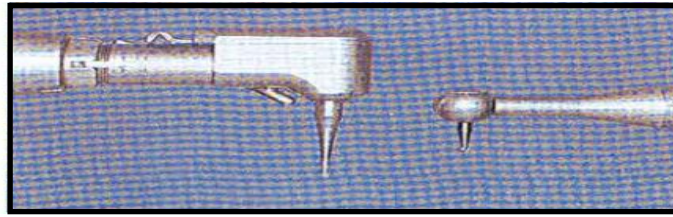
### 8.1. Instruments manuels et contre angles (micro instrumentations)

#### ➤ Champ opératoire :

Obligatoire avec l'aide d'un microscope, la pose d'une digue est un confort supplémentaire avec l'utilisation de loupes binoculaires. [40]

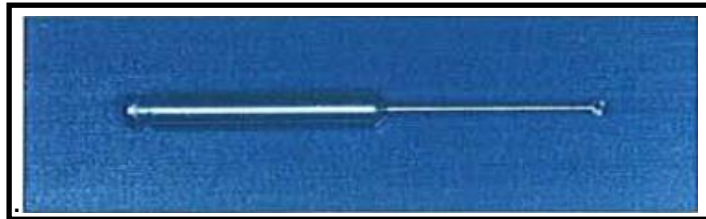
#### ➤ Les contre-angles et fraises :

- **Les contre-angles** à tête miniaturisée sont utilisés pour permettre un accès aisé au site opératoire et faciliter la vision du praticien. Le travail à l'aide de turbine est plus difficile du fait de sa vitesse de rotation élevée et de la présence du spray.

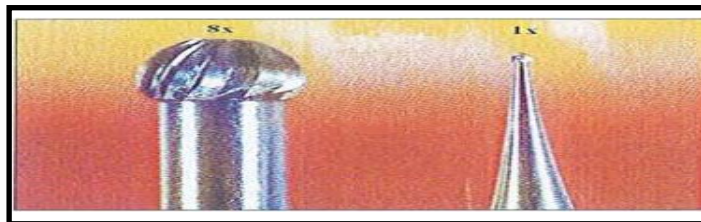


**Fig.83 : comparaison d'un contre-angle classique et d'un contre-angle miniaturisé.** <sup>[99]</sup>

- **Les fraises** de choix sont des fraises rondes à col long ou extra-long. Elles sont en carbure de tungstène et sont proposées par Maillefer® sous le nom de «Long Neck (LN) » ou par Komet® <sup>[99]</sup>



**Fig.84 : Fraise Long-Neck** <sup>[99]</sup>

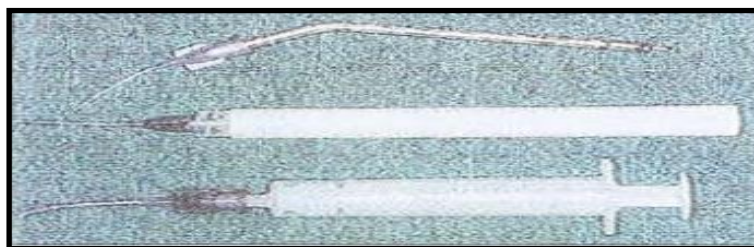


**Fig.85 : simulation de l'impression visuelle ressentie lors de l'observation d'une fraise boule à grossissement 8x** <sup>[99]</sup>

➤ **Autres instruments**

- **Les irrigateurs de précision**

Sont précieux durant les interventions sous MO. L'irrigateur de Stropko® est monté sur seringue (Des seringues avec des pointes fines)

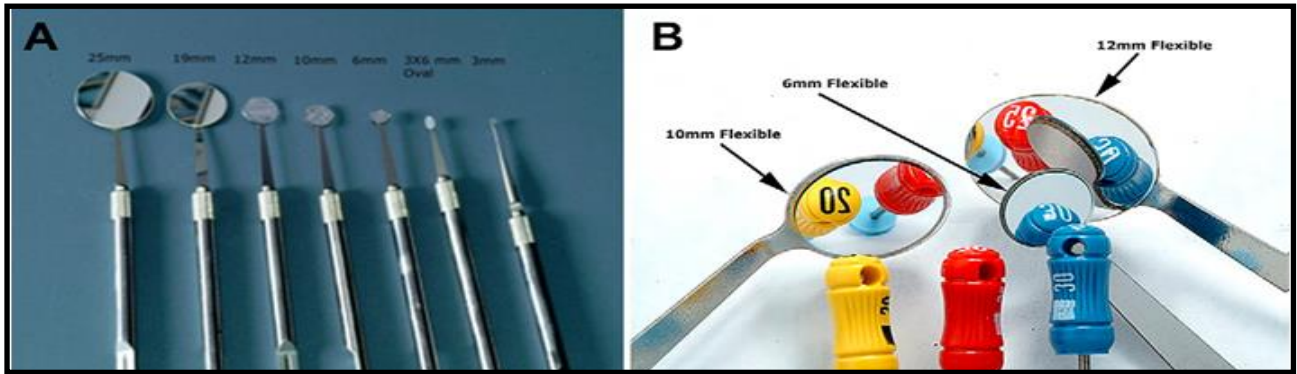


**Fig.86 : irrigateur de Stropko® et micro seringues** <sup>[99]</sup>

- **Le miroir**

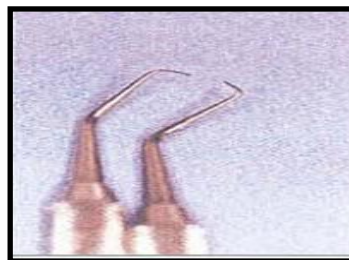
La vision indirecte se trouve dans 80% des cas. La vue de la chambre pulpaire via le MO sera réfléchi par le miroir.

Lorsqu'on utilise les aides visuelles dans les chirurgies endodontiques des micro-miroirs de différentes tailles et formes sont proposées. <sup>[19]</sup>



**Fig.87 : comparaison de la taille d'un miroir de bouche et d'un micro-miroir.** [19]

- **Sondes :** la sonde DG16 micro-sondes ophtalmologique ou encore les Micro Opener®,



**Fig.88 : microsondes** [99]

Des pistolets à pointe fine sont également disponibles pour appliquer avec précision le matériau d'obturation. [99]



**Fig.89 : pistolet pour MTA.** [99]



**Fig.90 : micro-bistouri avec lame inclinable.** [99]

Les mini-lames de bistouris, Les ciseaux de microchirurgie, Les micro-sutures, Les aiguilles en microchirurgie, les fils en polypropylènes (fils de sutures résorbables synthétiques de diamètre compris entre 7.0 et 10.0. [99]

- **Micro-fouloirs :** Pour les obturations de micro cavités en restauratrice, ou pour obturation endodontique à retro. [19]
- **Micro-précelle :** en microchirurgie notamment. [19]
- **Micro-décolleur de Molt :** idem. [19]





Fig91 <sup>[19]</sup> : A : micro-fouloirs (à gauche) comparé à une taille classique (à droite)  
 B : micro-précelle (BOMTEMPI®)  
 C : micro-décolleur de Molt (en haut) comparé à une taille classique (en bas).

## 8.2. Instruments ultrasonores

**Les inserts Ultrasonores** : utilisés en endodontie, ils sont utilisés sans spray afin de conserver une bonne visibilité du site opératoire. Ils peuvent être droits, courbés, à pointe mousse ou travaillante selon les besoins de l'acte pour dégager la vision et permettre un travail conservateur dans l'axe canalaire. <sup>[38][100]</sup>



Fig.92 : inserts ultrasonores pour traitement endodontique ortho grade <sup>[99]</sup>

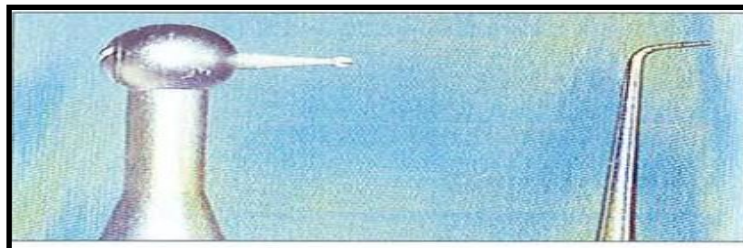


Fig.93 : comparaison de l'extrémité d'un insert à ultrasons avec une micro-tête de chirurgie endodontique <sup>[99]</sup>

### ➤ Les limes

Ces limes angulées permettent **une excellente vision**.

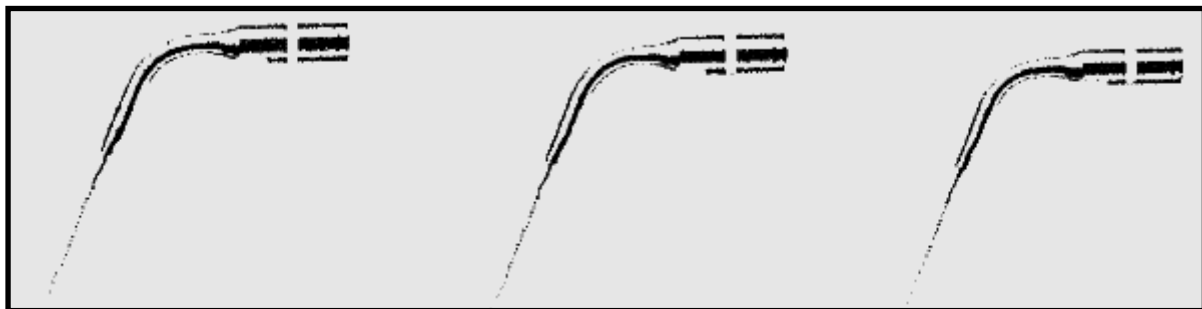


Fig.94 : limes ultrasonores. <sup>[99]</sup>

## 9. Impacts sur l'organisation du travail du médecin dentiste

### 9.1 : Ergonomie

---

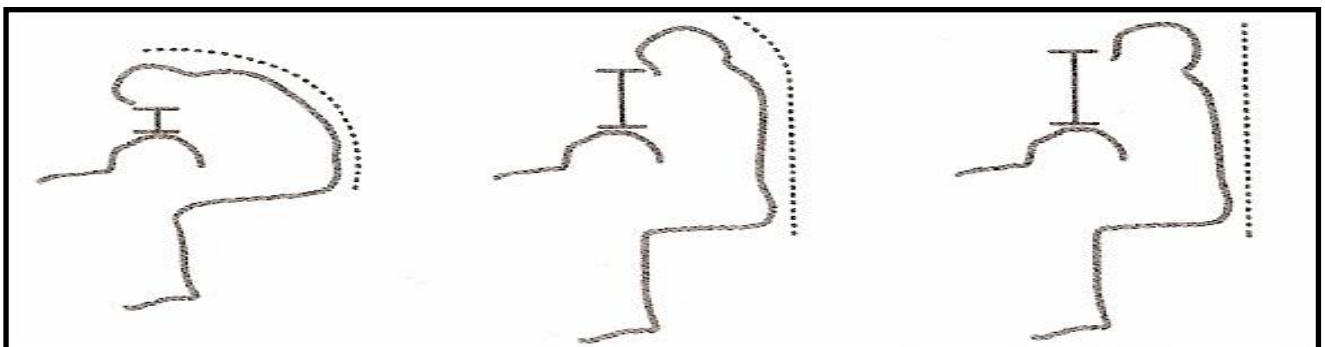
Une définition simple de l'ergonomie est qu'elle consiste à adapter le travail, les outils et l'environnement à l'homme (et non l'inverse). Ce qui est ergonomique est donc ce qui est adapté.

Cette inadaptation se traduit soit par une diminution du confort de travail, et de la santé via des troubles musculosquelettiques (**TMS**), de la sécurité, soit par un problème de production en qualité ou en quantité.<sup>[101]</sup>

Même si cette position ergonomique de travail est optimale quant à l'habileté manuelle et la réduction de la fatigue oculaire, la distance œil / travail est de 40 à 50 cm, donc bien trop élevé. On met ici on évidence la difficulté d'associer une bonne position de travail avec une bonne vision du champ opératoire, **d'où l'indication des aides visuelles.** <sup>[18]</sup>

Les chirurgiens-dentistes souffrent du dos et du cou et ces douleurs sont attribuées, dans de nombreux cas, à leur position de travail. **L'utilisation des aides visuelles contribue à diminuer ce risque de douleurs neuromusculaires.** Cependant, il semble que, bien choisis et ajustés, les systèmes de grossissement peuvent effectivement diminuer les pathologies neuromusculaires.

Il est alors important que le praticien détermine son environnement et sa position ergonomique idéale, avant de faire son choix vers un système d'aide visuelle. Il y a très souvent une adéquation entre position de travail idéal et acuité visuelle, le praticien non équipé d'aide visuelle à tendance à se rapprocher de son champ de travail. **L'aide visuelle, en éloignant l'opérateur de l'objet, permet de redresser la posture et d'optimiser la position de travail.** Le positionnement de la lumière est aussi un facteur d'ergonomie important et de nombreux opérateurs oublient que, lors de l'utilisation de loupes, le champ lumineux ne doit pas s'écarter de plus de 15° de leur champ optique. <sup>[50]</sup>



**Fig. 95 : posture dorsale / vice de posture de l'opérateur : A gauche : position courbée, telle qu'elle est souvent observée, Au milieu : utilisation de lunettes-loupe, A droite : travail avec le MO, avec un dos bien droit.** <sup>[18]</sup>

## **9.2 : Posturologie et santé de travail**

### **9.2.1 : Position du praticien**

La posture correcte du corps et le confort de l'opérateur sont nécessaires, car la tension musculaire peut provoquer le tremblement des mains. Il est recommandé que le praticien travaille assis dans la zone de 9 à 13 heures. Il ajuste son siège de sorte que les hanches soient à 90° par rapport au sol, que les genoux soient à 90° par rapport aux hanches, et que les avant-bras soient aussi à 90° par rapport au bras. Les avant-bras de l'opérateur devraient reposer confortablement sur des accoudoirs réglables, et ses pieds devraient être à plat au sol. Cela permet de travailler avec le dos bien droit et en position neutre,



---

sans même incliner la tête. Comme le regard se porte à l'infini, il en résulte un grand confort visuel. La lumière omniprésente réduit aussi la fatigue visuelle.

- le microscope opératoire est amené en position telle que le praticien puisse adopter une position confortable, dos droit (fig.96)
- la hauteur du fauteuil et la position de la tête sont modifiées de façon à ce que la zone souhaitée se définisse avec précision. [18][17]

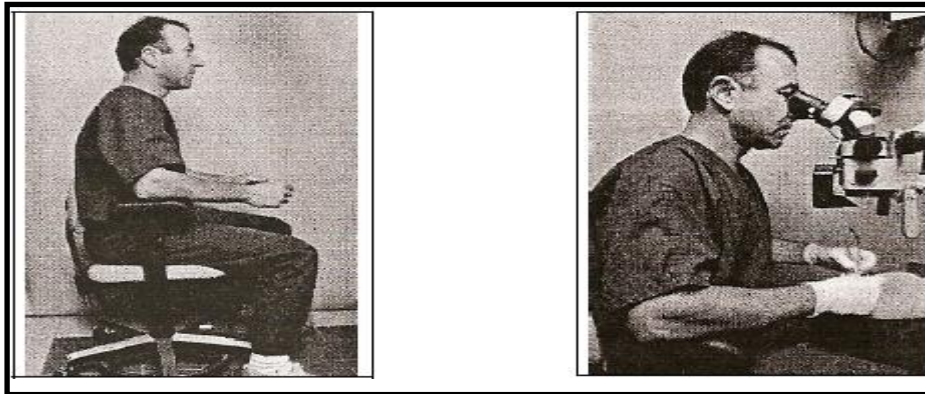


Fig.96 : la position idéale sans MO et avec MO d'après Robinstein [18]

### 9.2.2. Réglage du microscope et des loupes binoculaires

Lors de la prise en main d'un appareil d'aide visuelle, microscope opératoire ou loupes, quelques réglages sont impératifs pour réaliser un acte opératoire.

- **Loupe :**

Les loupes seront adaptées à la vision de prêt de chaque individu. Cette vision varie au cours de l'âge et l'opérateur devra régulièrement changer de loupes afin de les adapter à ses modifications de vision de près au cours du temps (presbytie), sauf s'il porte des lunettes adaptées à sa vue sous le dispositif de loupe.

Il faut s'assurer que la lumière adjointe aux loupes soit bien ajusté à la vision, faute de quoi cela engendrerait des zones d'ombre sur l'objet observé. [18] [19] [23]



Fig. 97: amélioration de la posture avant et après le Port de la loupe [102]

- **Microscope :**

La tête est droite et c'est là le principal avantage ergonomique du microscope, elle n'est fléchie que de 0° à 5° ce qui rend la posture totalement neutre. La position de l'opérateur doit être toujours autour de 12h alors que la position 9h est à proscrire. [23]

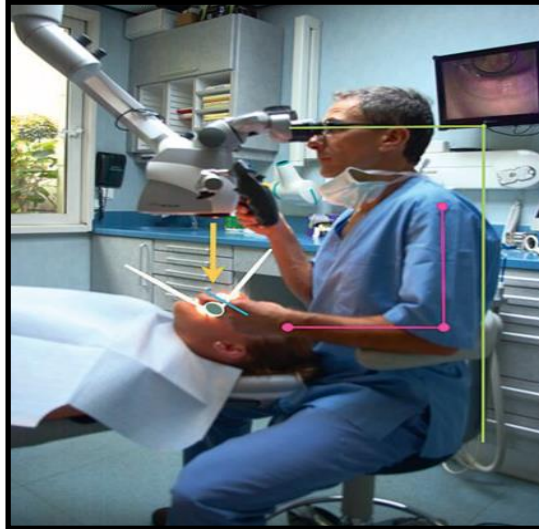


Fig.98 : position ergonomique à dos droit sous microscope opératoire [103]

### 9.2.3. Position des mains

La main gauche de l'opérateur est toujours occupée à tenir le miroir. Le travail à l'aide d'un miroir représente une petite difficulté au début de l'apprentissage, le positionnement ne paraissant pas toujours évident par rapport à certains accès. Les angles de vue se trouvent cependant très rapidement. Il est parfois nécessaire de placer le miroir hors bouche ou loin de la dent à traiter pour observer indirectement certains aspects de la dent ou pour laisser libre accès à l'instrumentation (fig99). Le miroir permet la mise au point fine du MO et du champ visuel en réalisant une variation d'angulation et de position. [23]



Fig.99: représentations schématiques de différentes positions du miroir. [18]

## 9.3. Ressources humaines

Réaliser un soin sous microscope sans assistance opératoire est fortement déconseillé. Le champ visuel du praticien ne contient aucune information quant à l'environnement proche de la zone de soin, il est alors très difficile de changer d'instrument au cours d'un soin sans détourner le regard d'où la nécessité de la présence des assistants(es) [18] [23] [40]

### 9.3.1. Travail à quatre mains

Le travail à quatre mains est une coopération entre le praticien et l'assistant(e) pour réaliser certaines tâches. Celui-ci assis à côté du praticien doit, d'une part, veiller à

---

maintenir un champ opératoire clair en écartant les tissus mous (lèvres, langue, joues et éventuellement des lambeaux) et en aspirant les liquides. Et d'autre part, il doit faire passer efficacement les instruments et les matériaux au praticien. Il peut aussi être directement actif lors du soin dans certain cas comme pour la polymérisation des composites.

Cette méthode de travail permet d'être plus efficace et facilite le travail tout en réduisant le stress.

- Nous rappelons que le travail à six mains (avec deux assistants (es)) peut également être mentionné, il est utile pour les actes complexes comme pour les chirurgies. [40]



Fig.100 : travail à quatre mains [23]

fig.101 : travail à six mains [23]

#### 9.4. Communication et image de praticien

**Les aides optiques nous donne la possibilité de modifier rapidement des fichiers vidéo et de les intégrer dans des programmes tels que Windows Movie Maker et PowerPoint et le flux vidéo en direct ouvre de formidables possibilités de partage d'informations et de discussions avec des collègues. [25]**

### 10. Discussion

En accord avec les données de la littérature et ce qu'on a vu précédemment dans notre étude, l'utilisation des aides optiques en odontologie conservatrice et endodontie a apporté beaucoup d'avantages au praticien, La productivité, ainsi que la précision sont augmentées par le travail sous matériel de fort grossissement.

#### ➤ Avantages

De nombreuses études ont démontré une amélioration significative lors d'opérations de précision, particulièrement en endodontie car le travail s'effectue dans des volumes de profondeur de quelques millimètres pour la cavité d'accès, et de 10 à 20 mm pour l'espace canalaire. Les aides optiques se justifient notamment pour :

- profiter d'une image agrandie ;
- optimiser les détails ;
- Préservation anatomique et économie de la structure dentaire ;
- assurer la précision du geste pour éviter toute cause d'échec ;
- préserver une vision sans fatigue ;

- conserver une distance de travail ergonomique, et maintenir une bonne posture ;
- augmentation du pourcentage de la localisation des canaux principaux cachés et accessoires ;
- Contrôle du nettoyage de la chambre pulpaire et les parois canalaires ;
- Une meilleure prise en charge des calcifications, des dents traumatisées, fractures instrumentales et des perforations, sans oublier la chirurgie apicale ;
- La nécessité et le bénéfice d'intégrer précocement l'usage d'aides optiques au cursus des chirurgiens-dentistes ne peut pas être cachée. Partant de l'hypothèse que les aides optiques réduisent les troubles musculo squelettiques, on peut les considérer comme un moyen de prévention devant être mis en place le plutôt possible.

Dans toutes les disciplines de la chirurgie-dentaire, exercer équipé d'aides visuelles apporte des bénéfices en autorisant de nouveaux actes et en améliorant la précision d'autres.

#### ➤ **Inconvénients**

Toutefois, comme tous matériels à la disposition du médecin dentiste les aides optiques ont des avantages comme ils ont des inconvénients **en cas de mauvaise utilisation**. Cette mauvaise utilisation entraîne des répercussions sur la santé du praticien et augmente les risques lors des situations suivantes :

- Torsion dorsale ;
- Angulation des épaules ;
- Coude levé en cours de traitement ;
- Lumière du scialytique éloigné de la ligne de visibilité du praticien ;
- Champ opératoire rapproché du visage ;
- la durée des actes est lente lors de la phase d'apprentissage du travail sous aide optique ;
- l'investissement financier qui est considéré comme un amortisseur pour la plupart des praticiens.

#### ➤ **Recommandations :**

Pour pallier à ces inconvénients, on propose les recommandations suivantes :

- Utilisation correcte des matériels de fort grossissement selon les recommandations du fabricant et les règles de l'ergonomie et posture de travail.
- Il faut réaliser régulièrement un acte pour que sa qualité d'exécution soit satisfaisante, et la durée des actes sera plus courte.
- La formation continue joue un rôle essentiel pour améliorer la courbe d'apprentissage, et dans la diffusion des aides visuelles avec une très large majorité de praticiens qui ont connu ces outils grâce à la formation professionnelle continue.

Cette formation consiste à :

- en premier lieu, Le praticien doit participer à des conférences. Traditionnellement le temps d'une journée, le médecin dentiste assiste à une conférence type magistrale puis effectue une série de travaux pratique sur modèles.

---

- secondairement, le praticien fera venir le revendeur directement au cabinet. Il y est alors possible de tester en conditions réelles le matériel et de choisir celui répondant le plus à ses besoins. Le praticien est en droit de solliciter un prêt journalier, afin de confirmer ou corriger son choix initial.

Il peut également contacter plusieurs fabricants et comparer les produits et les solutions ergonomiques proposées, ainsi, son choix sera de plus pertinent.

- La formation initiale ne semble pas jouer un rôle notable dans l'apprentissage sur microscope opératoire, de la même façon que pour les loupes. <sup>[40]</sup><sup>[41]</sup>



---

## 11. Conclusion

« **La thérapie exacte nécessite une vision exacte** ». Les facultés de l'œil humain sont limitées alors que la dent et son environnement sont de petites tailles. Différents systèmes de grossissement sont apparus comme un nouveau recours et ont été progressivement introduits en odontologie.

Au fil de ce travail nous avons défini les bases de l'optique physiologique et géométrique, retracé l'histoire des aides optiques que sont les loupes et microscopes opératoires, étudié leur constitution et leur fonctionnement, et enfin fait l'apport de leur utilisation en Odontologie Conservatrice et Endodontie.

Les téléloupes, et particulièrement le microscope optique offrent de nouvelles possibilités d'investigation, de diagnostic et de traitement, notamment en endodontie par voie orthograde et rétrograde.

Cet énorme changement dans la précision clinique, apporte une révolution dans le domaine de l'Odontologie Conservatrice et Endodontie, la motivation, l'enseignement, et l'information du patient avec un taux de réussite plus élevé.

On peut, dès lors, envisager sereinement des actes qui étaient autrefois incertains, comme le traitement de dents avec des canaux radiculaires aberrants, les reprises de traitement, le traitement de canaux calcifiés, le traitement des perforations, l'éviction d'instruments fracturés, ainsi que l'identification des fractures et des fêlures, causes d'échec invisibles à l'œil nu.

Les aides optiques vont amener un confort visuel et postural qui améliorera le quotidien du médecin-dentiste en réduisant le stress et indirectement les TMS.

Un nombre restreint mais croissant de cliniciens fournissent des traitements endodontiques et restaurateurs basés sur la visualisation microscopique directe.

Comme toujours dans nos disciplines médicales, le choix de l'usage d'un outil est guidé par le rapport bénéfices/risques.

Lorsqu'un praticien place dans la balance, l'ensemble des avantages à recourir à l'usage d'aides visuelles d'une part, et l'ensemble des inconvénients d'autre part ; il apparaît qu'elle penche plutôt du côté des avantages

**Aujourd'hui, l'utilisation d'aides optiques grossissantes est un atout majeur en Odontologie conservatrice – Endodontie.**



## Références bibliographiques

---

- [1] **Germain M., Missana M., Bonvalot S.** Microchirurgie vasculaire en Europe : les débuts, le développement, les indications.  
e-mémoire de l'Académie National de Chirurgie, Institu Gustave Roussy ; 2008, 7, (3).
- [2] **Boulangier J.** La célébrité mondiale d'un otologiste nantais Maurice Sourdille, université de Nantes 2004.
- [3] **Lourant A.** Le microscope opératoire en endodontie Applications cliniques(CPEA)  
L'information dentaire N°96, 2016.
- [4] **HOWARD S SELDEN, DDS.** The Dental Operating Microscope and Its Slow Acceptance.  
Copyright par American association of endodontists (AAE) Vol 28 n3; Mars 2002
- [5] **Guary B., Carr dds., Carlas AF.** Murgel The use of the operating microscope in endodontics  
N°;54(2):191-214; année 2010.
- [6] **Mellal A.** Application pratique de l'anatomie humaine : Appareils de relation.  
Tome 2, Editions Publibook, 2010 ; Pp : 443.
- [7] **Becherrawy T.** Optique géométrique.  
Editions de Boeck Université N : 74, 2005 ; Pp : 406.
- [8] **Roth A, Gomez A, Péchereau A.** La réfraction de l'œil: Du diagnostic à l'équipement optique.  
Elsevier Masson; ISBN : 1762-0384, 2007 ; Pp : 420.
- [9] **Yves Le Grand.** Optique physiologique : Lumière et couleurs, Efficacité lumineuse spectrale indique les valeurs normalisées.  
Tome 2, Paris, Masson 1972 ; Pp : 08
- [10] **Balland B.** Optique géométrique: Imagerie et instruments.  
PPUR presses polytechniques et universitaires, Romande, 2007 ; Pp : 880.
- [11] **Guillerand A.** Optique géométrique – Chapitre 1 : Bases de l'optique géométrique et lois de Descartes.  
BCSPT1A Lycée Hoche; 2017-2018 ; Pp : 06
- [12] **Jacquin M O.** Cours d'optique géométrique : Application à la photographie.  
DEUG SMa2 [ojacquin@spectro.ujf-grenoble.fr](mailto:ojacquin@spectro.ujf-grenoble.fr); Année 2004-2005 ; Pp : 28.
- [13] **Bely P-Y, Christian C, Roy J-R.** 250 réponses à vos questions sur l'astronomie.  
Editions Le gerfaut. N : 433. 2008 ; Pp : 304.
- [14] **Rougier J, Maugery J.** Ophtalmologie pour praticien.  
Paris : Masson, 1997 ; Pp : 1-18
- [15] **ORSSAUD C.** rappels anatomique ORL  
Impact internet ophtalmol ORL, chapitre 18, 1995 ; Pp: 7-8
- [16] **LAROUSSE.** Encyclopédie Larousse.  
<http://www.larousse.fr/encyclopedie>

## Références bibliographiques

---

- [17] **MAXIME G.** Développement Et Applications Des Systemes De Grossissement En Endodontie  
Thèse N : T/OD/N/2007/0711D, Université Henri Poincare-Nancy I ; 2007
- [18] **MORTIER G.** Le Microscope Opérateur : Applications En Endodontie Non Chirurgicale.  
Thèse N : 25, UNIVERSITÉ DE NANTES ; 2006.
- [19] **MAXIME C.** Les Aides Optique : Impacts Sur L'organisation Du Travail Et Sur La Sante Du Chirurgien-Dentiste.  
Thèse N : 026, UNIVERSITÉ DE NANTES ; 2013.
- [20] **HEINE S.** Les 7 paramètres de la vision dynamique.  
Cours en section optique à l'IFAPME ; année 2010.
- [21] **Dr LAVIGNE C., Dr LA MIREL C.** Ophtalmologie  
Collège national français des enseignants de médecine interne ; année 2013
- [22] **YSSAAD FESSELIER R.** Analyse psychophysique du champ visuel Détection, Identification. Effet de groupement et Apprentissage Perceptif [archive],  
Thèse de doctorat de psychologie N°658, 28 septembre 2001
- [23] **MAXIME C.** étude comparatif : Comment choisir ses loupes ?  
Article chirurgie tribune The World's Chirurgical Newspaper Édition Française Chirurgie Tribune ; Mai 2016 ; Pp02
- [24] **ZANLONGHI X.** Sensibilité au contraste : étude comparative des appareillages actuels, coupe d'œil  
Thèse N °32-1991; année 2015
- [25] **UTPAL KUMAR D., SUBHASIS D.** Dental Operating Microscope in Endodontics -A Review- IOSR Journal of Dental and Medical Sciences. *E-ISSN: 2279-0853, p-ISSN: 2279-0861. Volume 5, Issue 6 (Mar- Apr. 2013); Pp 01-08*
- [26] **ED A., PECHEREAU J.** La réfraction  
Thèse N°65-b684, Ecole D'orthoptie de Nantes ; année 2006
- [27] Le guide de la vue : santé et innovations pour vos yeux illustration adaptée.  
Site web: [www.guide-vue.fr](http://www.guide-vue.fr)
- [28] **GATINEL D.** chirurgie réfractive, myopie (<https://www.gatinel.com/chirurgie-refractive/myopie-5/>)
- [29] **VERCHER JL.** Les mouvements de vergence. Institut français de l'éducation 2005-2006  
Site web: <http://acces.ens-lyon.fr/acces/thematiques/neurosciences/actualisation-des-connaissances/vision/comprendre/VisionMarseille/vergence>
- [30] **Moreau A.** Comment on voit en relief.  
La perception du relief, Institut pascal ; année 2011
- [31] vision binoculaire ; pourquoi voit en on 3D ?  
Site web: <http://3d-tpe.e-monsite.com/pages/pourquoi/pourquoi-voit-on-en-3d.html>

## Références bibliographiques

---

- [32] **FOURMOND M.** La vision, Thème 1: Chapitre 1 : Les lentilles minces, 2018 ; Pp : 03  
<https://pc-fourmond.webnode.fr/a1-st2s/theme-1-la-vision/chapitre-1-les-lentilles-minces/>
- [33] Cours d'optique géométrique  
<http://www.ma-prepa-concours.com>
- [34] **MALLET JP.** L'aide visuelle en odontologie.  
Inf. Dent Cahier Formation medico-dentaire continue ,2002 ; Pp : 15-25.
- [35] <https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Monocular.png>
- [36] **MALLET JP.** Micro dentisterie et systèmes optiques  
Rev Odon Stomate, Paris, mai 2002 ; Pp : 86-97-102.
- [37] **ISKANDER S.** L'interets Des Aides Optiques En Chirurgie Dentaire : Analyse D'un Questionnaire.  
Thèse N : 3055, Université Toulouse Iii – Paul Sabatier ; 2015.
- [38] **SIMON S, MACHTOU P, PERTOT W-J.** ENDODENTIE - CHAPITRE 21 : AIDES VISUELLES EN ENDODENTIE.  
Inf. Dent ISBN : 1294-0585, 2012;Pp.: 451- 463
- [39] **Mallikarjun S-A, et al.** Magnification in dental practice: How useful is it? , Volume 2  
J Health Res and Rev, Department of Periodontics, Sri Sai College of Dental Surgery, India, May - August 2015; Pp.: 41.
- [40] **MAYRAS R.** Les aides optiques à la disposition du Chirurgien-dentiste.  
Thèse N : 018, Université Claude Bernard-Lyon I U.F.R. D'odontologie ; 07 juillet 2016.
- [41] **JORASCOPTIC** : SUPERIOR VISUALIZATION ; OPTIQUES : Choix du grossissement ; Galiléen HR et HDL
- [42] **Goure J-P, Verrier I.** Sources lumineuses pour l'instrumentation optique.  
EGEM optoélectronique, Lavoisier 2011; Pp : 111– 153
- [43] **DIRECTION GENERALE DE LA SANTE.** Ministère De La Sante Et Des Solidarités.  
Guide de prévention des infections liées aux soins en chirurgie dentaire et en stomatologie.  
Deuxième édition. Juillet 2006. <http://www.sante.gouv.fr>
- [44] **ZEISS** (Laboratoire). The clean Microscope.  
<http://www.zeiss.com>
- [45] **SUNELL S.** Selecting surgical telescopes for dental hygiene practice.  
CJDH, 2005; Pp.:54-66.
- [46] **CHRISTENSEN GJ.** Magnification in Dentistry, useful tool or another gimmick.  
J Am Dent Assoc, PMID: 14719762, 2003; 134:1647-1650.
- [47] **VALACHI B.** Ergonomics and injury in the dental office.  
PMID: [25184007](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/25184007/)<http://www.ineedce.com>

## Références bibliographiques

---

- [48] **GROON WY.** Innovative uses of ultrasonic énergie for the action of problem aticroot canal obstructions.  
Compendium 1992, chapitre 13 ; Pp: 650-658
- [49] **APOTHEKER H.** A microscope for use in Dentistry  
Journal Microsurg, 1981;Pp: 7-10
- [50] **MALLET JP., DEVEAUX E.** Aides visuelles en endodontie.  
ISBN : Vol 6684 ; 12 /04/2012
- [51] **CAMPARD G.** thérapeutiques chirurgicales des lésions periapicales.  
Thèse N°33 université de nantes ; 31/05/2007.
- [52] **BERTRAND G., khayat, DDS,MSD.** The use of magnification in dentistry Practical periodontics and asthetic dentistry.  
vol 10 n; 1 janvier 1998. Pp 137-144
- [53] **FAVRELLE B.** Quelle Place Pour La Photo Et La Vidéo Sous Microscope opératoire en endodontie.  
Thèse Université Du Droit Et De La Sante De Lille 2 Faculté De Chirurgie Dentaire, année 2016
- [54] Pour vous et vos patients : Leica M320 pour la dentisterie.  
Site web : [Www.leica\\_microsysteme.Com](http://Www.leica_microsysteme.Com)
- [55] **TASSERY H., SLINAMI A., ACQUAVIVA M., CAUTAIN C., BEVERINI M.N.,TERRER E.** Méthodologie Du Diagnostic En Cariologie Apport Des Nouvelles Technologies, *Réalités Cliniques 2014.*  
ISBN : Vol. 25, n°2 : pp. 129-137 .Aout 2014
- [56] **CALDERÓN M G., TORRES LAGARES D.** The application of microscopic surgery in dentistry.  
Med Oral Patol Oral Cir Bucal, N°12:E311-6;année 2007 . Pp315.
- [57] **HERROUET.J.** les fêlures coronnaires diagnostic,traitement et prévention.  
Thèse N°11 ; 2010
- [58] **CARON G.** Oblitération canalaire cas particuliers des dents traumatisées.  
L'information Dentaire n° 32 – 23 septembre 2009 ; Pp1754
- [59] **BOUCHER Y., TOLEDO R.** Pathologie pulpaire et péri apicale et traitement de l'urgence. Endodontie  
ISBN : N° ISSN 129480585 ; année 2012
- [60] **LAFARGUES JJ.** La micro dentisterie, du rêve à la réalité ?  
ADF ; année 2005
- [61] **PERRIN P., JACKY D., HOTZ P.**Pratique Quotidienne : Formation Complémentaire ;  
Le Microscope Opératoire Au Cabinet Dentaire Généraliste.  
rev mens suisse odonto stomatol. Vol 110 : 9/2000; Pp956
- [62]**CARON G.** Champ opératoire, préparation pré-endodontique et cavité d'accès.  
ISBN : N°6684\_.indb ; 01/08/12

## Références bibliographiques

---

- [63] **VOISIN F.** La minéralisation pulpaire étiologies conséquences et thérapeutiques. Thèse N° 2012 LYO 1D 009. Université Claude Bernard-Lyon 1 U.F.R. D'odontologie. Année 2012
- [64] **CARON G., MARTIN D.** Oblitérations canalaires les pulpolithes. L'information dentaire N° 1 - 6 janvier 2010 ; Pp 02-03
- [65] **KARIMI Z., CHALA S., NASSRI S., SAKOUT M., ABDALLAOUI F ;** Les dégénérescences calciques et leurs impacts sur la qualité du trtendodontique AOS 2016 | © EDP Sciences Pathologie; DOI: 10.1051/aos/2016044IAOS 2016|© EDP Sciences .Pp06
- [66] **BRONNEC.F.** Localisation des orifices canalaire. Réalités Cliniques Vol. 17 n° 4, 1Université Paris 7 ; année 2006.
- [67] **LAURENT A.,** Le MV2 de la première molaire maxillaire. L'information Dentaire N° 31, 21 septembre 2011 ; p 04 – 05
- [68] **SIMON S., SAUTIER J-M.** concepts cliniques en endodontie. Economie tissulaire et traitement endodontique INSP N° 6684\_.indb 40 ; Année 2005
- [69] **CANTATORE G.** concepts cliniques en endodontie ; Obturation canalaire et préservation radriculaire ; Pp 77
- [70] **Boulic. R :** Transport canalaire : expérimentation préliminaire relative à une nouvelle méthode d'exploration en imagerie 3D.Univ : Bretagne occidentale. 13/12/2013 pp 29/30.
- [71] **Blanquart. C :** Thèse : traitement non chirurgicale des perforations iatrogènes par la pose de .bio dentine : Réalisation de fiche pédagogique. 6 Septembre 2017 page 40.
- [72] **Buttel. L; Weiger. R; Krastl. G :** Réparation d'une perforation radriculaire avec le MTA : étude de cas. Rev Mens Suisse odontostomatol. Vol 123. 6/2013. 558/559/560
- [73] **POMMEL L., BUKIET F., CODERC G.** retraitement orthograde. Info dent N°22\_2 ; juin 2010 ; Pp99-104
- [74] **TOURABINEJAD M., WALTON R E., FOUAD A., LEVY G.** endodontie ; Principe et pratique. Traduction française : **LEVY G., ELSEVIER MASSON** \_ISBN :978-2-294-75645-1 ; 2016.
- [75] **COUVERCHEL C., BRONNEC F., CARBON G., SHAEFFER G.** procédure de reintervention pour la dépose des restaurations coronoradiculaires des dents déulpées Réalité clinique vol 22 n1pp77/78 ; année 2011
- [76] **POMMEL L., PERTOT W-J.** Obturation de l'endodonte. ISBN: N°6684\_.indb 243;année 01/08/12
- [77] **Von Arx T.** Apical surgery: A review of current techniques and out come. Saudi Dent Journal, 2011; Pp:9-15.

## Références bibliographiques

---

- [78] **Jouanny G, Khayat B.** La chirurgie endodontique : une solution très conservatrice. Clinic Focus, Le Fil Dentaire. 2010;(56):26-8.  
[https://www.lefildentaire.com/images/stories/ClinicFOCUS/lfd56\\_clinic\\_jouanny.pdf](https://www.lefildentaire.com/images/stories/ClinicFOCUS/lfd56_clinic_jouanny.pdf)
- [79] **TSEISIS L, ROSEN E.** Rétrospective evaluation endodontic treatment: traditional versus modern technique.  
Journal Endod, 2006, chapitre : 32, Pp : 412-416.
- [80] **KHAYAT B.** Microdentisterie - L'endodontie sous microscope.  
Inf. Dent., 1996, Pp: 921-922
- [81] **CARR G.B.** Advanced techniques and Visual enhancement for endodontic surgery.  
Endod. Rep, 1992, chapitre I, Pp : 6-9
- [82] **CASTELLUCCIA.** Avancées technologiques en chirurgie endodontique.  
Réalités cliniques, 2001 ; Pp : 213-225
- [83] **Shanelec DA.** Periodontal Microsurgery.  
Journal Esthet Restor Dent, 2003 ; Pp:118-123.
- [84] **Clauder T.** The Dental Microscope: An Indispensable Tool in Endodontic Practice.  
An Editorial Forum for Dental Professionals II, published by Carl Zeiss Meditec AG, Jena, Germany.
- [85] **RUBINSTEIN R.** The anatomy of the surgical operating microscope and operating positions.  
Dent. Clin. North Am. 1997 ; Pp : 391-413.
- [86] **Belcher JM.** Perspectiva sobre la microcirugía Periodontal.  
Int J Periodon Rest Dent, Vol : V, Núm. 3, 2001; Pp :191-6.
- [87] **KIM S, KRATCHMAN S.** Modern Endodontic Surgery Concepts and Practice  
A Review. Journal Endod, 2006 ; Pp :601-623.
- [88] **VON ARX T.** Failed root canals : The case for Apicoectomy (periradicular surgery)  
Journal Oral Maxillofac Surg, 2005 ; Pp : 832-837.
- [89] **FRIEDMAN S.** Pronostic du traitement des parodontites apicales.  
Réalités clinique, 2001; Pp :227-237.
- [90] **MANDEL E., FRIEDMAN S.** Endodontic retreatment: à rational approach to root canal reinstrumentation.  
Journal. Endod, 1992, volume II ;Pp : 565-569.
- [91] **Andrade PF, Grisi MF, Marcaccini AM, et al.** Comparison between micro and macrosurgical techniques  
Journal Periodontol, 2010; Pp :1572-9
- [92] **Fernandes PG, Reino DM, Souza SL, et al.** The treatment of localized gingival recessions using coronally positioned flaps and enamel matrix derivative.  
Journal Periodontal, 2010 ; Pp : 1572-9



## Références bibliographiques

---

- [93] **GLUSKIN A., RUDDLE C., ZINMAN E.** Thermal injury through intraradicular heat transfer using ultrasonic deviees: precautions and practical preventive strategies. Journal. Am. Dent. Assoc. N : 1286-1293, 2005; Pp : 136.
- [94] **IQBAL MK, KRATCHMAN S.** Microendodontic Ultrasonic Instruments. Dentistry Today, 2004 ; Pp :104-110.
- [95] **MALLET J.P., ROUSSEL T.**Le ré intervention en endodontie : la voie chirurgicale. Réalités Cliniques, 2000, u ; Pp : 295-305.
- [96] **TORABINEJAD M., HONG c.u, LEE S.J., MONSEF M., PITT FORD T.R.** Investigation of mineral trioxide aggregate for root-end filling. Journal. Endod., 1995, 2L ; Pp : 603-608.
- [97] **VON ARX T.** Chirurgie periradicualire-2éme partie. Schweiz Monatsschr Zahn Med, 2000 ; Pp :981-992.
- [98] **RUBINSTEIN R, TORABINEJAD M.** Contemporary Endodontic Surgery. CDA. Journal, 2004 ; Pp :485-492
- [99] **KHAYAT B.** Innovations technologiques en endodontie chirurgicale. Réalités Cliniques, 1996 ; Pp : 341-350
- [100] **Plotino G, Pameijer CH, Grande NM, Somma F.** Ultrasonics in endodontics A review of the literature. Journal Endos, 2007 ; Pp : 81-95.
- [101] **Blanc D.** Astreinte musculosquelettique chez le chirurgien-dentiste: étude electromyographique et goniométrique  
Thèse N°35 :69-42, Université Toulouse 03 Paul Sabatier faculté de chirurgie dentaire ; année 2013
- [102] the eight keys to selecting great seating for long-term  
Site web: [Health/http://desergo.com/articles/8-keys/](http://desergo.com/articles/8-keys/)
- [103] Microchirurgia e microscopia operatoria  
Site web: <https://www.studiodentisticovenuti.it / servizi / microchirurgia-stereomicroscopio/>

# *ANNEXES*

**Liste des abréviations**

**OCE** Odontologie Conservatrice - Endodontie

**MO** Microscope Opérateur

**AAE** L'association Américaine Des Endodontistes

**TTL** Through The Lens

**LED** Light-Emitting Diode

**DGS** Direction Générale de la Santé

**MV1** Mesio-Vestibulaire 1

**MV2** Mesio-Vestibulaire 2

**MTA** Mineral Trioxyde Aggregate

**NI TI** Nickel- Titan

**TMS** Troubles Musculo Squelettiques

**Table des figures**

<b>Figure</b>	<b>Titre</b>	<b>Page</b>
<b>01</b>	Le microscope: (A) de Sourdille, (B) de G. Holemngren, (C) de Nylen Pearsen	<b>5</b>
<b>02</b>	Phénomène d'absorption à travers un corps non transparent	<b>6</b>
<b>03</b>	Phénomène de diffraction à travers une fente étroite et figure de diffraction observée sur un écran	<b>6</b>
<b>04</b>	Illustration d'un dioptré Plan.	<b>7</b>
<b>05</b>	schéma de la réflexion, réfraction, dispersion et diffusion de la lumière	<b>7</b>
<b>06</b>	Coupe frontale passant par la partie antérieure de la fosse nasale droite d'après Rougier et Maugery	<b>8</b>
<b>07</b>	Coupe sagittale de l'œil	<b>8</b>
<b>08</b>	Accommodation oculaire	<b>9</b>
<b>09</b>	Trajet lumineux avec convergence des rayons sur la rétine	<b>9</b>
<b>10</b>	le champ visuel humain	<b>10</b>
<b>11</b>	comparaison de contraste entre MO (a) loupe (b) et l'œil nu (c)	<b>11</b>
<b>12</b>	L'accommodation de l'œil emmétrope	<b>12</b>
<b>13</b>	Punctums proximum et remotum	<b>12</b>
<b>14</b>	Convergence des yeux en fonction de la distance des objets	<b>13</b>
<b>15</b>	vision des yeux en trois dimensions	<b>14</b>
<b>16</b>	Image qui permet de visualiser la distance de travail, la profondeur et le champ de vision.	<b>14</b>
<b>17</b>	la différence entre lentilles convergente et divergente	<b>15</b>
<b>18</b>	Trajet lumineux au travers d'une lentille convergente. O : centre optique F : foyer objet F' : foyer image X : l'axe optique.	<b>15</b>
<b>19</b>	la distance focale d'après Mallet	<b>16</b>
<b>20</b>	principe de Kepler	<b>16</b>
<b>21</b>	Mise au point, objet au foyer	<b>17</b>
<b>22</b>	Loupes à monture type lunettes	<b>18</b>
<b>23</b>	Origine d'aberration visuelle le stigmatisme	<b>19</b>
<b>24</b>	Intérêt d'un diaphragme pour supprimer les aberrations	<b>19</b>
<b>25</b>	l'effet d'un diaphragme	<b>19</b>
<b>26</b>	Eléments constitutifs d'une monture type lunette. Par KEPLER®	<b>20</b>
<b>27</b>	Eléments constitutifs d'une monture casque. Par ZEISS®	<b>20</b>
<b>28</b>	Système Flip-up par KEELER® et ZEISS	<b>21</b>
<b>29</b>	système loupe incorporés ancien et moderne marque Orasoptic	<b>21</b>
<b>30</b>	Différents systèmes d'éclairage.	<b>22</b>
<b>31</b>	Capuchons stérilisables (KEELER®) et Gaines de protection stérilisables (ZEISS®)	<b>22</b>
<b>32</b>	Matériels et Technique de nettoyage des surfaces optiques	<b>23</b>
<b>33</b>	Réglage de la distance inter-pupillaire, une seule image doit apparaître.	<b>24</b>
<b>34</b>	Angle de déclinaison.	<b>25</b>
<b>35</b>	Position basse des loupes par rapport aux pupilles.	<b>25</b>

## ANNEXES

<b>36</b>	La partie optique D'après Global.	<b>26</b>
<b>37</b>	Système type Greenough (A), et système type Galiléen (B) D'après Mallet.	<b>26</b>
<b>38</b>	Objectif de Microscope opératoire d'une focale de 200 mm	<b>27</b>
<b>39</b>	Zoom à tourelle ou électrique	<b>27</b>
<b>40</b>	Mise au point fine (ZEISS®)	<b>27</b>
<b>41</b>	la tête binoculaire (ZEISS®)	<b>28</b>
<b>42</b>	Les différentes partie de microscope D'après Global	<b>28</b>
<b>43</b>	Différents supports pour microscopes opératoires	<b>29</b>
<b>44</b>	B) Lumière Xénon (ZEISS®) C) Double iris (diaphragme) (ZEISS®)	<b>29</b>
<b>45</b>	Housse, poignées et molettes stériles (ZEISS®)	<b>30</b>
<b>46</b>	le système endoscopique.	<b>32</b>
<b>47</b>	Le séparateur du microscope optique.	<b>32</b>
<b>48</b>	Visualisation au MO avec et sans filtre.	<b>33</b>
<b>49</b>	Microscope associé à un appareil photo numérique.	<b>33</b>
<b>50</b>	Modèle avec moniteur.	<b>34</b>
<b>51</b>	fêlure visible sous microscope opératoire	<b>35</b>
<b>52</b>	Mise en évidence des fêlures sans dépôt de restaurations sous aides optiques.	<b>35</b>
<b>53</b>	Mise en évidence d'une fêlure sous MO après utilisation de bleue de méthylène après dépôt de la restauration	<b>35</b>
<b>54</b>	confirmation d'une fêlure radiculaire par microscope	<b>36</b>
<b>55</b>	Fracture radiculaire visible sous aides optique après inclinaison d'un lambeau.	<b>36</b>
<b>56</b>	préparation de cavité d'obturation avec économie tissulaire sous MO	<b>37</b>
<b>57</b>	préparation d'une cavité profonde avant et après curetage carieux et observation de la dentine tertiaire.	<b>37</b>
<b>58</b>	obturation esthétique après préparation de la cavité sous microscope.	<b>38</b>
<b>59</b>	Photo mettant en évidence la « carte dentinaire » du plancher pulpaire (x10), dentine axiale (blanc crayeux) et dentine du plancher pulpaire (brune), et les entrées canalaires sont reliées par une ligne brune.	<b>39</b>
<b>60</b>	Fig. A.60 : Les contours du pulpolithe sont mis en évidence par l'exsudat hémorragique de la pulpe sous-jacente. Fig.B.60 : La zone de démarcation entre le pulpolithe et les parois canalaires est approfondie et élargie à l'aide d'inserts ultrasonores sous control visuelle. Fig. C.60 : Vue du plancher indemne après élimination du pulpolithe	<b>39</b>
<b>61</b>	présence d'une calcification de la chambre pulpaire et les différentes tailles des pulpolithes	<b>40</b>
<b>62</b>	Radiographie rétro-alvéolaire montrant la présence d'une calcification de la chambre pulpaire de la 36 et 37.	<b>40</b>
<b>63</b>	la recherche de MV2 de la molaire maxillaire sous microscope opératoire.	<b>41</b>
<b>64</b>	photographie montre la présence d'un pulpolithe canalaire et visualisation directe du tiers apical après élimination du	<b>42</b>

## ANNEXES

	pulpolithe.	
<b>65</b>	Fig. 65 A : Canal en C d'une 37 mis en forme et nettoyé. Fig. 65 B : Obturation de la 37. Fig. 65 C : Radiographie de l'obturation de la 37.	<b>43</b>
<b>66</b>	traitement de la résorption sous microscope opératoire	<b>43</b>
<b>67</b>	Position du MV2, en mésial de la ligne imaginaire reliant le MV1 au canal palatin.	<b>45</b>
<b>68</b>	Un TVN sur 21.	<b>46</b>
<b>69</b>	canule et fouloir d'application du MTA et la situation au MO après application	<b>46</b>
<b>70</b>	diminution de la tuméfaction et cicatrisation de la fistule	<b>47</b>
<b>71</b>	cône d'argent retiré du canal à l'aide de deux limes H torsadées	<b>48</b>
<b>72</b>	mise en évidence du matériau d'obturation retiré lors de la désobturation sous fort grossissement	<b>48</b>
<b>73</b>	dépose d'ancrage métallique sous grossissement.	<b>49</b>
<b>74</b>	différents trousse utilisée pour le retrait des tenons et des instruments fracturés	<b>49</b>
<b>75</b>	inserts ultrasonores.	<b>50</b>
<b>76</b>	instrument fracturée intracanalire sous grossissement	<b>50</b>
<b>77</b>	Fig.77A : Vue clinique des tissus apicaux au microscope. Fig.77B : Vue clinique du bouchon de MTA après placement à l'apex. Fig.77C : Radiographie de contrôle du bouchon apical de MTA. Fig.77D : La restauration corono-radulaire fibrée et collée est placée lors d'une autre séance. Elle assure la consolidation de la dent.	<b>51</b>
<b>78</b>	Ostéotomie. L'apex radulaire est visible	<b>53</b>
<b>79</b>	Vue sous microscope d'une résection apicale et l'obturation rétrograde.	<b>54</b>
<b>80</b>	Préparation a retro avec un instrument ultra-sonique	<b>55</b>
<b>81</b>	Lésion péri-apicales (obturation canalaire a retro (A), (B) et (C))	<b>57</b>
<b>82</b>	Comparaison du taux de succès des techniques traditionnelles et des techniques modernes assistées par MO	<b>58</b>
<b>83</b>	comparaison d'un contre-angle classique et d'un contre-angle miniaturisé.	<b>58</b>
<b>84</b>	Fraise Long-Neck	<b>59</b>
<b>85</b>	simulation de l'impression visuelle ressentie lors de l'observation d'une fraise boule à grossissement 8x	<b>59</b>
<b>86</b>	irrigateur de Stropko® et micro seringues	<b>59</b>
<b>87</b>	comparaison de la taille d'un miroir de bouche et d'un micro-miroir.	<b>59</b>
<b>88</b>	microsondes	<b>60</b>
<b>89</b>	pistolet pour MTA.	<b>60</b>
<b>90</b>	micro-bistouri avec lame inclinable.	<b>60</b>
<b>91</b>	Fig91 : A : micro-fouloirs (à gauche) comparé à une taille classique (à droite) B : micro-précelle (BOMTEMPI®)	<b>60</b>



## ANNEXES

	C : micro-décolleur de Molt (en haut) comparé à une taille classique (en bas).	
<b>92</b>	inserts ultrasonores pour traitement endodontique ortho grade.	<b>61</b>
<b>93</b>	comparaison de l'extrémité d'un insert à ultrasons avec une micro-tête de chirurgie endodontique	<b>61</b>
<b>94</b>	limes ultrasonores.	<b>61</b>
<b>95</b>	Fig. 95 : posture dorsale / vice de posture de l'opérateur : A gauche : position courbée, telle qu'elle est souvent observée, Au milieu : utilisation de lunettes-loupe, A droite : travail avec le MO, avec un dos bien droit.	<b>62</b>
<b>96</b>	la position idéale sans MO et avec MO d'après Robinstein	<b>63</b>
<b>97</b>	amélioration de la posture avant et après le Port de la loupe	<b>63</b>
<b>98</b>	position ergonomique à dos droit sous microscope opératoire	<b>64</b>
<b>99</b>	représentations schématiques de différentes positions du miroir (PERRIN et coll., 2000).	<b>64</b>
<b>100</b>	travail à quatre mains	<b>65</b>
<b>101</b>	travail à six mains	<b>65</b>

**Table des tableaux**

<b>Tableau</b>	<b>Titre</b>	<b>Page</b>
<b>01</b>	Tableau de nombre moyens d'orifices canalaires présents pour chaque dent	<b>44</b>
<b>02</b>	Avantages procurés par les micro-instruments ultrasoniques pour la préparation à retro, par rapport à l'usage d'une fraise montés sur contre-angle.	<b>56</b>
<b>03</b>	Grossissement en fonction des étapes chirurgicales	<b>57</b>

## *Références Bibliographiques*

ABDELOUAHAD Nor El houda – AMEUR Somia– CHAHED Sabrina –  
HAMAMOUCHE Sara – HADJ MELIANI Issam

Intitulé de Mémoire :

« L'apport de l'aide optique en Odontologie Conservatrice et Endodontie »

## Résumé

### En français :

**La thérapie exacte nécessite une vision exacte.** Depuis une trentaine d'années, les systèmes de grossissement sont apparus dans la pratique de l'odontologie et surtout en endodontie. Les télescopes, et particulièrement le microscope opératoire offrent de nouvelles possibilités d'investigation, de diagnostic et de traitement. Après des rappels sur l'histoire et l'introduction des systèmes de grossissement, on a exposé les critères de choix des aides visuelles et l'apprentissage nécessaire à son utilisation. On insiste ensuite sur l'apport de ces systèmes dans les traitements endodontiques initiaux, dans la prise en charge des complications endodontiques et dans le développement de la chirurgie endodontique réalisée exclusivement sous système de grossissement. **Seuls qui peuvent voir l'invisible peuvent faire l'impossible.**

### En anglais :

**Exact therapy requires exact vision.** For about thirty years, magnification systems have appeared in the practice of dentistry and particularly in endodontics. Telescopes, and especially the operating microscope offer new possibilities for investigation, diagnosis and treatment. After reminders on the history and introduction of magnification systems, the criteria for the choice of visual aids and the learning required for its use were presented. We then insist on the contribution of these systems in initial endodontic treatments, in the management of endodontic complications and in the development of endodontic surgery performed exclusively under a magnification system. **Only those who can see the invisible can do the impossible.**

### En Arabe :

العلاج الدقيق يتطلب رؤية دقيقة. منذ ثلاثين عاما، ظهرت أنظمة التكبير في ميدان طب الأسنان وخاصة في علاج الجذور و لها. توفر التلسكوبات، وخاصة المجهر الجراحي، إمكانيات جديدة للتحري والتشخيص والعلاج. بعد تذكيرات حول تاريخ و ظهور أنظمة التكبير، تم تقديم معايير اختيار المساعدات البصرية والتعلم المطلوب لاستخدامها. ثم اللاحاح على مساهمة هذه الأنظمة في العلاجات الأولية و إدارة المضاعفات اللبية وفي تطوير الجراحة اللبية التي يتم إجراؤها حصرياً في ظل نظام التكبير. فقط من يستطيع أن يرى غير المرئي يستطيع أن يفعل المستحيل.

**Mots clés : Aides optiques, Microscope opératoire, Loupes binoculaires**

Promotrice : Pr Z. Hadji-Ould Rouis

Jury :

Président : Dr M.SAHI

Examinatrice : Dr A.ZAIDI

UNIVERSITÉ SAAD DAHLEB  
BLIDA 1

Faculté de Médecine

Année Universitaire 2017-2018

*« Le gain de notre étude, c'est en être devenu  
meilleurs et plus sage »*

– MONTAIGNE –