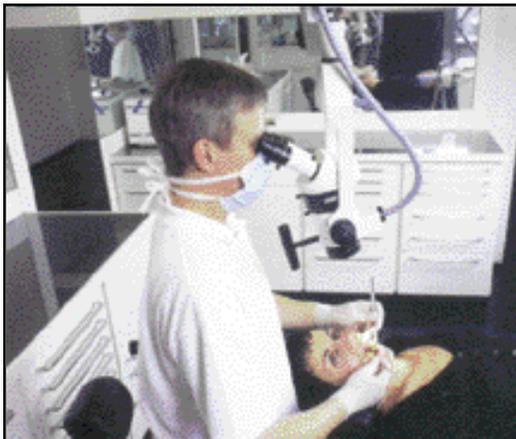


Microdentisterie et systèmes optiques.

Mots clés :
Loupes
Microscope
Microdentisterie
Ergonomie



Microdentistry and optical aids.

Keywords :
Magnifiers
Microscope
Microdentistry
Ergonomics

Jean-Philippe MALLET

Pratique privée, Paris

résumé
En odontologie, toute aide visuelle, quel que soit le grossissement, de x 2 à x 40, est bénéfique. Leur mode d'application dépend de l'opérateur, de l'acte clinique et du choix optique. La description de ces matériels (télé-loupes et microscopes) permet une meilleure compréhension de ces nouveaux instruments de travail. Celle-ci autorise l'analyse des différents critères qui favorisera le bon choix au moment de la décision d'achat. Qu'elles soient généralistes ou spécialisées, les applications en clinique odontologique sont nombreuses. Cette première approche montre que les possibilités offertes par ces aides visuelles sont vastes et, bien que très astreignantes, elles préfigurent l'aube d'un nouvel exercice de l'art dentaire au service de la précision et de la qualité de nos actes opératoires.

abstract
All optical aids, whatever their magnification (from 2x to 40x), are useful in odontology. How they are applied depends on the user, the clinical treatment and the system chosen. This description of telescopic magnifiers and operating microscopes is intended to help odontologists appreciate the scope of these new tools and weigh the various criteria before choosing an appropriate instrument for their surgery. There are numerous applications in clinical odontology, both specialized and non-specialized, where improved vision is a great advantage. This introduction presents the vast possibilities offered by optical aids. The requirements imposed by these tools may be considerable, but in terms of precision and quality they herald a major step forward for dentistry.



L'idée d'une nécessité de l'aide visuelle en Odontologie remonte aux années 60 quand les docteurs J. BOUSSENS et J. P. DUCAMIN de l'Université de Bordeaux II posèrent les bases d'une utilisation en clinique odontologique du microscope opératoire. Cette idée fût redécouverte dans les années 90 par le docteur G. CARR à l'occasion de chirurgies endodontiques. Depuis, les applications cliniques des aides optiques ne cessent de se développer. Endodontie par voie orthograde (recherche de canaux calcifiés ou sur-numéraires, de courbure radulaire, élimination d'instruments fracturés, traitements de perforation), techniques chirurgicales endodontiques ou parodontales, pédodontie et dentisterie conservatrice sont les premières disciplines dans lesquelles la nécessité d'une aide à la vision s'est fait sentir. Quel que soit le grossissement choisi, chaque aide visuelle est bénéfique en odontologie. Son mode d'application dépend de l'opérateur, de l'acte clinique et du choix optique. Seule la connaissance de ces instruments permet de faciliter leur mise en œuvre au cours des actes odontologiques.

L'odontologie est une spécialité de micro chirurgie à part entière. Les interventions réalisées sur des structures de petite taille (organe dentaire) nécessitent l'utilisation d'instruments dont la dimension est en rapport avec le champ opératoire (de 1 cm à quelques mm). En cela nous pouvons rapprocher l'odontologie des spécialités médicales qui depuis de nombreuses années utilisent des aides optiques de travail : Ophtalmologie, Oto-rhino-laryngologie, Chirurgie orthopédique, ...voire Neurochirurgie et Chirurgie vasculaire. Les apports des aides visuelles à ces spécialités sont : un grossissement du champ opératoire de x 4 à x 40 pour une distance de travail de 200 à 300 mm, la conservation d'une vision stéréoscopique et donc binoculaire et enfin, dans certaines situations, un éclairage du champ opératoire impliquant la confusion des champs optiques et lumineux.

Microdentistrie et optiques

Optique physiologique

Quelques notions d'optique physiologique sont nécessaires à la bonne compréhension de l'utilisation des aides optiques :

Le champ visuel, champ de lecture optique composé de la vision centrale et de la vision périphérique,

The need for optical aids in odontology was first stated in the 1960s, when Dr J. Boussens and Dr J.P. Ducamin of the University of Bordeaux II set out the basic principles for use of the operating microscope in odontological clinics. The concept was revived in the 1990s by Dr G. Carr for endodontic surgery. Since then, there has been constant development in clinical applications of optical aids. The first fields in which a need for optical aids was felt were conventional endodontics (to locate calcification, extra canals or root curvature, remove broken instruments or treat perforations), endodontic and periodontal surgical techniques, paedodontics and conservative dentistry. All optical aids, whatever their magnification, are helpful in odontology. How they are applied depends on the user, the clinical treatment and the choice of instrument. Thorough knowledge of these instruments is essential to ensure their optimum use in odontological treatment.

Odontology is a distinct field of microsurgery. Operations performed on structures as small as dental organs require the use of instruments whose size corresponds to the operative field (from one centimetre to a few millimetres). In this respect odontology can be compared with other branches of medicine – ophthalmology, otolaryngology, orthopaedic surgery, neurosurgery, vascular surgery, etc. – where optical tools have been used for many years. Binocular optical aids offer several advantages in these fields. The operative field is magnified from 4x to 40x for a working distance of 200 to 300 mm, stereoscopic vision is conserved, and if the operative field is lit the field of vision and field of light coincide.

Microdentistry and optics

Physiological optics

To understand how optical aids are used, some basic knowledge of physiological optics is necessary :

The field of vision is the optical scanning field comprising central vision and peripheral vision. It is



est plus grand dans le sens horizontal que vertical. Cette largeur de champ représente un angle de vision de 40° sans effort à 80° avec effort.

La profondeur de champ, distance qui sépare les parties extrêmes de l'objet qui sont vues nettement, sans variation de mise au point ou d'accommodation visuelle pour un opérateur. On en distingue le *punctum remotum*, le point le plus éloigné, qui peut être vu distinctement par l'œil au repos. Sa distance D à l'œil définit la distance maximale de vision distincte.

Le punctum proximum est, quant à lui, le point le plus rapproché distingué par l'œil grâce à sa faculté d'accommodation. Sa distance d à l'œil est la distance minimum de vision distincte. Si D et d sont exprimés en mètre, leur inverse 1/D et 1/d le sont en dioptries. Le rapport $1/d - 1/D$ est l'amplitude dioptrique d'accommodation, importante à connaître pour régler convenablement les oculaires.

Les aides visuelles présentent deux systèmes optiques qui sont à l'origine du grossissement du sujet observé :

L'oculaire est le système optique placé du côté de l'œil qui sert à examiner l'image fournie par l'objectif. Il a pour but d'amplifier l'image donnée par l'objectif. Il la rend plus plane et plus nette.

L'objectif est le système optique tourné vers l'objet que l'on veut voir. Il produit une image intermédiaire réelle, inversée dans le rapport de reproduction qui lui est propre.

L'objectif et l'oculaire sont gradués par la distance focale, distance du foyer principal au centre optique (**Fig 1**).

wider horizontally than vertically. This breadth of field represents an angle of vision of 40° without effort, extending to 80° with effort.

The depth of field is the distance separating the extremities of the object that are seen distinctly, without any variation of focus or accommodation on the part of the viewer. The eye clearly perceives the far point (*punctum remotum*), the farthest point which can be seen distinctly by the eye without effort. Its distance D from the eye is the maximum distance of clear vision.

The near point (or punctum proximum) is the closest point perceived by the eye through its accommodation faculty. Its distance d from the eye is the minimum distance of clear vision. D and d are expressed in millimetres, while their inverse $1/D$ and $1/d$ is expressed in dioptres. The $1/d - 1/D$ ratio is the dioptric amplitude of accommodation, which the operator must know in order to adjust the eyepieces correctly.

Optical aids incorporate two systems which together magnify the subject examined :

The eyepiece (or ocular) is the optical system positioned close to the eye and through which the image supplied by the lens is examined. It magnifies this image and makes it flatter and sharper.

The lens (or objective) is the optical system focused on the object under examination. It provides a real intermediate image, inverted, in its specific reproduction ratio.

Both the main lens and the eyepiece lens(es) are marked with their focal length, the distance from the focal point to their centre point (**Fig 1**).

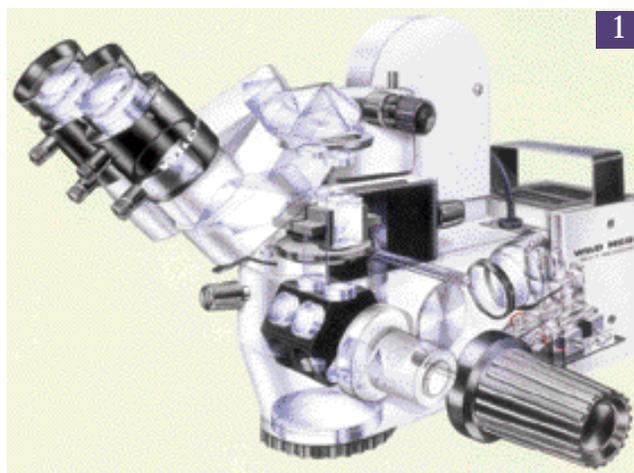


Fig. 1 : Coupe d'un microscope.
Microscope.

La vision microscopique

La vision normale est une vision binoculaire qui nous donne la sensation de la distance et du relief. Cette sensation est due à la superposition des images rétinienne et à la fusion des deux perceptions correspondantes. Ces deux images ne sont pas identiques, elles diffèrent d'autant plus que l'objet est plus rapproché. Aussi, la sensation de relief diminue au fur et à mesure de l'éloignement de l'objet. Dans la vision normale, le mécanisme de l'accommodation nous permet de voir nettement l'un après l'autre, mais non simultanément, des objets situés à diverses distances. Pour la vision microscopique, le mécanisme de l'accommodation n'entre pas en jeu, nous ne percevons qu'un seul plan très mince de l'objet à examiner et, pour voir les autres plans, nous devons faire varier la mise au point du système optique.

Lors de l'utilisation d'aides optiques, les tubes binoculaires, reliés à un prisme de renvoi à double réflexion, réfléchissent le faisceau visuel sur un tube principal qui comprend une série de prismes répartissant le faisceau lumineux en deux parties égales dirigées vers les manchons porte oculaire. Pour pouvoir adapter les tubes binoculaires à l'écart pupillaire, différent pour chaque observateur, l'entraxe des oculaires est réglable. La distance inter oculaire idéale obtenue permet ainsi l'obtention de la fusion complète des deux images.

Les aides visuelles opératoires

Loupes et télé loupes

Le système optique grossissant le plus simple est la loupe, système macroscopique, qui permet des grossissements jusqu'à $\times 2$. L'utilisation d'une loupe de faible grossissement nécessite cependant des distances de travail très courtes. Dès lors une vision binoculaire sous loupe est difficilement compatible avec une distance de travail correspondant à notre exercice. L'alternative au problème de grossissement à une distance de travail raisonnable reste donc les télé loupes. Ce sont des loupes combinées avec un télescope.

La fonction de la loupe ne sera pas de grossir l'objet observé mais de le reproduire dans un plan éloigné qui est le plan de netteté du télescope. C'est le télescope qui reproduit le grossissement proprement dit.

Microscopic vision

Normal binocular vision gives us an impression of distance and relief. This impression is caused by superimposition of the retinal images and merging of the two corresponding percepts. The two images are not identical, and the closer the object is to the viewer the more they differ. If the object is moved further away, the impression of relief diminishes. In normal vision, the eye's accommodation mechanism allows objects positioned at different distances to be seen distinctly one after the other, but not simultaneously. With microscopic vision, the accommodation mechanism is not required as we perceive only one very shallow plane of the object to be examined. To see other planes, we must adjust the focus of the optical system.

When a binocular optical aid is used, the principle is as follows. The binocular tubes, connected to a double-reflection prism, direct the viewer's beam of vision into a main tube housing a series of prisms. These prisms divide the light beam into two equal parts and reflect them back towards the eyepieces. To adapt binocular tubes to the exact interocular distance (which of course varies from user to user), the distance between the eyepieces can be adjusted. Once the correct distance is obtained, the two images merge completely.

Clinical optical aids

Magnifiers and telescopic magnifiers

The simplest magnifying instrument is the magnifier, a macroscopic optical device which offers magnification up to $2\times$. A weak magnifier limits the user to a very short working distance, however, so binocular vision with a magnifier is not really compatible with the working distance required in dental surgery. The solution to the problem of magnification at a reasonable working distance is therefore the telescopic magnifier. This is a magnifier combined with a telescope.

The function of the magnifier is not to enlarge the object studied but to reproduce it in a distant plane – the plane of sharp focus of the telescope. It is the telescope which provides the real magnification.

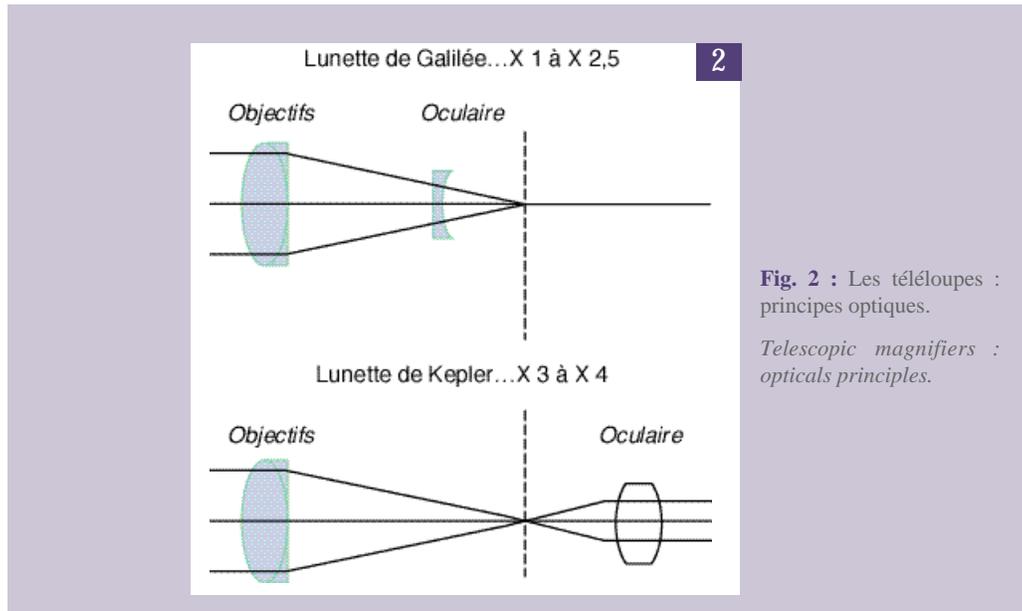


Fig. 2 : Les télélopes : principes optiques.

Telescopic magnifiers : opticals principles.

Deux principes optiques sont mis en œuvre pour réaliser des télélopes :

Le principe optique de la lunette de Galilée se rapproche de l'effet d'un verre épais. L'œil capte les rayons lumineux de formation de l'image qui traversent les zones marginales du système de Galilée avec toutes leurs déformations et aberrations. Pour ces raisons, les lunettes de Galilée sont réservées à des grossissements relativement faibles, jusqu'à environ $\times 2,5$ et ne sont utilisables de façon binoculaire que pour de faibles grossissements.

Le principe optique du système de Kepler présente un rayon principal passant toujours par le centre de l'objectif et réalise un diaphragme réel dans le champ visuel duquel les aberrations sont à peine perçues. Les télélopes qui adoptent le système de Kepler sont équipées de prismes redressant l'image inversée et offrent une vision stéréoscopique de grossissements compris entre $\times 3,2$ et $\times 8$ à des distances de travail de 190 mm à 350 mm (**Fig 2**).

Mis à part les grossissements, la limitation de l'utilisation clinique des télélopes, réside dans la nécessité de l'éclairage du site observé. De nombreuses solutions à ce problème sont proposées. Elles consistent toutes à rapporter sur les montures un flux lumineux issu d'une source de lumière au xénon. Cet éclairage doit être réglé afin de faire converger au plus possible les flux lumineux et optiques. Leurs inconvénients sont liés à leur poids qui nécessite le port d'un casque, support du système loupes, d'une source lumineuse et d'une fibre optique reliée au générateur de lumière situé à distance. D'autre part, la puissance du flux lumineux des générateurs est limitée, ce qui en réduit considérablement l'efficacité.

Telescopic magnifiers combine two optical principles :

The optical principle of the Galilean telescope produces an effect similar to that of a thick magnifying glass. The eye receives image-forming light beams which cross the peripheral zones of the Galilean system, with resultant deformations and aberrations. For this reason, Galilean telescopes are used for relatively weak magnification, up to about $2.5\times$, and cannot be used in binocular instruments for powerful magnification.

The optical principle of the Kepler telescope is that of a main beam passing entirely through the centre of the lens, with a real diaphragm. Aberrations in its visual field are almost imperceptible. Telescopic magnifiers using the Kepler system are equipped with prisms which righten the inverted image and provide stereoscopic vision with $3.2\times$ to $8\times$ magnification, at a working distance of 190 mm to 350 mm (**Fig 2**).

Apart from the question of magnification, clinical use of telescopic magnifiers is limited by the need to light the field of examination. Many solutions to this problem are proposed. They all consist in fixing a xenon light source to the magnifier frames. The lighting attachment must be adjusted in order for the luminous and optical fluxes to converge as closely as possible. The main disadvantage of these systems is their weight, as a helmet must be worn to support the magnifier system, the light source and a fibre-optic cable connected to a light generator located nearby. Moreover, the generator provides limited luminous flux power, considerably reducing efficiency.



Critères de choix de télé loupes (Tableau 1) :

L'utilisation de loupes impose le choix de la focale fixe de l'objectif. Cette focale déterminant le grossissement (généralement utiles de x 2,5 à x 4) impose également une profondeur de champ qui diminuera de manière inversement proportionnelle au grossissement, ce qui en réduit par là même les facilités de manipulation.

Criteria for choosing telescopic magnifiers (Table 1) :

The first key choice to make is the focal length of the lens, which determines the degree of magnification (generally 2.5x to 4x) and the depth of field. The former is inversely proportional to the latter: the greater the magnification, the shorter the depth of field, with a corresponding reduction in ease of use.

Tableau 1 : Profondeur de champs * Table 1 : Depth of field

Grossissement <i>Magnification</i>	2,15	2,75	3,50	5
Profondeur de champs <i>Depth of field</i>	23	13,6	11	10,6

Loupes Telescopic magnifier
Obj. 250 à 400 mm

Microscope *Microscope*
Obj. 200 mm

Grossissement <i>Magnification</i>	3,3	5	10	20	30
Profondeur de champs <i>Depth of field</i>	64	42	21	11	7

* valeurs approximatives

Le grossissement détermine également le champ de vision ce qui implique un choix en fonction de la discipline opératoire concernée (en Parodontie les actes intéressent un secteur dentaire, en Dentisterie Conservatrice ou en Prothèse fixe le choix se portera sur une dent unitaire et le grossissement peut être plus important).

La distance de travail variant également d'un individu à l'autre, lors du choix de ses loupes, il sera impératif de la déterminer lors d'une simulation "patient au fauteuil" afin d'en déterminer avec le fabricant sa valeur moyenne.

D'autres impératifs techniques nécessitent un choix judicieux des télé loupes et des réglages à définir avec le fabricant. Elles devront être adaptées à la distance inter pupillaire de l'opérateur et parfois à sa dioptrie si celle-ci est corrigée, ce qui donc en interdit tout partage et qui présage d'un changement régulier (tous les deux ans au minimum) au même titre que les lunettes de vues, nécessaires aux presbytes.

Enfin la volonté d'une adjonction de source lumineuse aux télé loupes déterminera non seulement le choix de la marque mais également la nécessité d'un casque-support indispensable à l'utilisation ergonomique concomitante de ces outils de travail (Fig 3).

The degree of magnification also determines the field of vision, which means a choice must be made according to the application. Periodontal treatment concerns a dental sector, whereas in conservative dentistry or fixed prosthodontics the treatment usually concerns a single tooth and the magnification may be greater.

Another essential criterion is the optimum working distance, which varies from one individual to another. When choosing his magnifiers with the manufacturer, the dentist must determine his average working distance by simulating a "patient in dentist's chair" situation.

Other technical imperatives affect the appropriate choice of telescopic magnifiers and the adjustments to be made by the manufacturer. The magnifiers must be adapted to the operator's exact interocular distance (and to his dioptrie, if corrected). They cannot therefore be shared and must be changed or readjusted at least every two years, in the same way as glasses to correct long-sightedness.

Lastly, the user will need to equip his magnifiers with a light source. This will further influence his choice of make, but also means he will need to purchase a helmet to use these tools simultaneously and ergonomically (Fig 3).



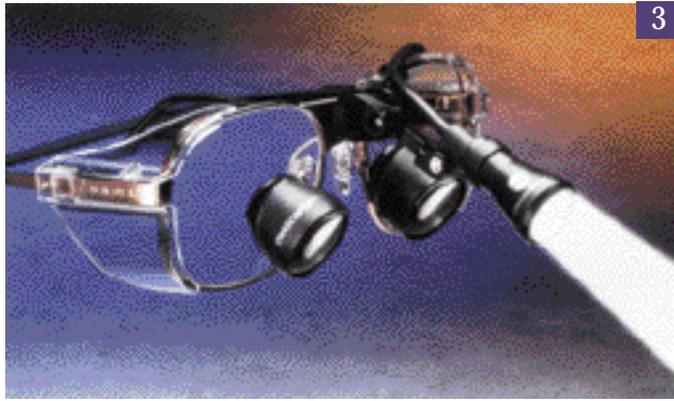


Fig 3 : Telescopiques. *Telescopic magnifiers.*

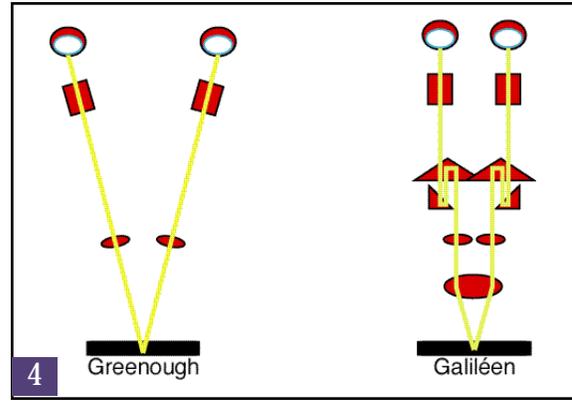


Fig 4 : Stéréomicroscopie. *Steromicroscopy.*

Le microscope et ses caractéristiques

Le principe du microscope est réalisé par l'objectif qui forme dans un tube une image agrandie (image intermédiaire) de l'objet observé et éclairé par une source de lumière. Cette image est secondairement grossie à l'aide de l'oculaire.

La stéréo microscopie qui transmet à chaque œil une image légèrement différente, peut être acquise de deux manières :

La stéréo microscopie de type Greenough : deux microscopes sont disposés côte à côte inclinés de telle sorte que les deux objectifs convergent sur l'objet.

La stéréo microscopie de type Galiléen : Fondée sur l'association de la loupe et d'un système optique binoculaire, les images observées œil par œil sont redressées par un assemblage de prismes entre l'objectif et les oculaires afin de les positionner en un axe de vision parallèle (*Fig 4*).

Les stéréo microscopes ont la particularité de bénéficier d'une profondeur de champ considérable, adaptée à une distance de travail relativement longue, et ce grâce au diamètre augmenté de leur objectif.

Les valeurs de grossissement sont obtenues par un viseur de 125 mm à 160 mm de focale et par l'interposition d'un prisme grossissant situé entre objectif et oculaire. La rotation de différents prismes dans une tourelle permet d'obtenir des valeurs à 3 ou 5 niveaux de grossissement qui offrent un grossissement total de x 4

The microscope and its characteristics

The principle of the microscope is simple. The object to be examined is lit by a light source and the lens forms an enlarged image of it in a tube. This intermediate image is further magnified by the eyepiece.

Stereomicroscopy provides two slightly different images, one transmitted to each eye. The stereoscopic effect may be achieved in two ways :

The Greenough stereomicroscope comprises two microscopes positioned side by side and angled so that their lenses converge on the object to be examined.

The Galilean stereomicroscope combines a magnifier with a binocular optical system. The images received by each eye are rightened by a series of prisms between the lens and the eyepieces so as to position them in a parallel axis of vision (*Fig 4*).

An advantage of the stereomicroscope is its large depth of field, due to the large diameter of its lens, making it suitable for a relatively long working distance.

Magnification values are determined by the eyepieces, with a focal length of 125 mm to 160 mm, and by a magnifying prism located between the lens and the eyepieces. By rotating different prisms in the lens turret, the operator can choose from three or five magnification levels, offering an overall magnification ranging from



à x 25 ou x 40. Certains modèles plus sophistiqués, présentent dans leur tourelle un zoom électrique afin de faire varier le grossissement, non plus par niveau mais de façon continue, modifiant la hauteur d'un prisme situé entre optique et oculaire. Ce zoom peut être commandé au pied ou au niveau du guidon de préhension du microscope. Le grossissement total de l'objet observé peut être calculé selon la formule :

$$\frac{\text{Grossissement total} = \text{Focale binoculaire} \times \text{Gt viseur} \times \text{Gt tourelle}}{\text{Focale objectif}}$$

Les focales de l'objectif déterminant la distance de travail séparant le microscope du champ observé, des objectifs interchangeables échelonnés de 25 mm en 25 mm sont disponibles pour des distances focales variant de 100 mm à 400 mm. Leur valeur modifie proportionnellement les grossissements.

Les focales des oculaires déterminent de manière inversement proportionnelle les champs de vue sans modification de la distance de travail.

Descriptif du microscope et choix des composants

Descriptif du microscope et choix des composants

Le choix d'un microscope opératoire pour l'exercice de l'art dentaire n'est pas aisé. Il est non seulement déterminé par le type d'exercice souhaité mais également par la position opératoire, par le type d'implantation, par le type d'aide opératoire et plus encore par le budget qui peut y être consacré ou encore par la méthodologie d'apprentissage.

Quel que soit le microscope choisi, à ce jour, il doit s'adapter aux particularités de l'exercice de l'art dentaire :

- Position de travail assise avec une vision du champ opératoire qui diffère suivant l'organe dentaire concerné.
- Profondeur de champ importante.
- Travail en vision indirecte dans 80 % des cas, ce qui implique une absence de liberté des mains.
- Assistance opératoire quasiment indispensable.
- Nécessité d'une source lumineuse puissante et pénétrant à l'intérieur de l'organe traité.

4x to 25x or 40x. Some sophisticated models have an electrically powered zoom built into the lens turret. By varying the height of a prism between the lens assembly and the eyepieces, it alters the magnification continuously rather than by level. The zoom can be controlled at the microscope's base or with the handles. The total magnification of the object examined may be calculated as follows:

$$\frac{\text{Total magnification} = \text{binocular focal length} \times \text{eyepiece magnification} \times \text{lens magnification}}{\text{focal length of lens}}$$

As the focal length of the lens determines the working distance between the microscope and the plane of observation, interchangeable lenses graduated in 25 mm steps are available for focal lengths ranging from 100 mm to 400 mm. Magnification increases proportionally according to their value.

The field of vision is determined by and inversely proportional to the focal length of the eyepieces, while the working distance is not affected.

Microscope specifications and choice of components

Microscope specifications and choice of components

Choosing the ideal operating microscope for dental surgery is not easy. The choice must be determined not only by the intended application but also by the operating position, the type of location and the type of operating assistance. It may also be determined by the available budget or the learning process required.

Whichever model is chosen, it must be suited to the specific conditions of dental surgery:

- a seated working position with a view of the operative field which varies according to the dental organ concerned
- a large depth of field
- indirect vision and restricted hand movement in 80% of operations
- essential operating assistance
- a powerful light source to penetrate inside the organ treated.





Il faut distinguer 3 parties distinctes auxquelles s'adjoignent les accessoires :

- Une partie optique : le microscope
- Une partie mécanique : Le bras pantographique de mobilisation monté sur un support
- Une partie électrique : La source lumineuse

La partie optique

Le système d'un microscope comporte trois éléments : les oculaires, les objectifs et les prismes de grossissements.

Les oculaires, de focale 100 mm ou 125 mm, sont des optiques à grand angle de valeurs de grossissement x10 ou x12,5. Leur dioptrie, variable et gravée sur l'oculaire, doit pouvoir être bloquée afin de ne pas être modifiée de manière inopinée après réglage. Ils seront surmontés d'une bonnette en caoutchouc repliable pour une lecture avec des lunettes de vue et devront avoir une possibilité d'adjonction d'une croix de visée, indispensable pour centrer une image photographique ou vidéo (*Fig 5*).

Ils seront fixes, inclinés à 45° ou variables et inclinables de 30° à 90°. Le réglage de l'écart inter pupillaire devra être aisé, de préférence réalisé à l'aide d'une vis d'écartement, afin de permettre un ajustement fin.

Les objectifs en montage à vis sont facilement interchangeables. Choisis en fonction de la position de l'opérateur qui impose la distance de travail, leur focale peut être de 200 mm, 250 mm, 280 mm ou 300 mm. Ce choix sera réalisé après une phase d'apprentissage, mais la possibilité du changement de focale peut attirer les praticiens qui possèdent des distances de travail différentes en fonction des spécialités dentaires exercées (*Fig 6*).

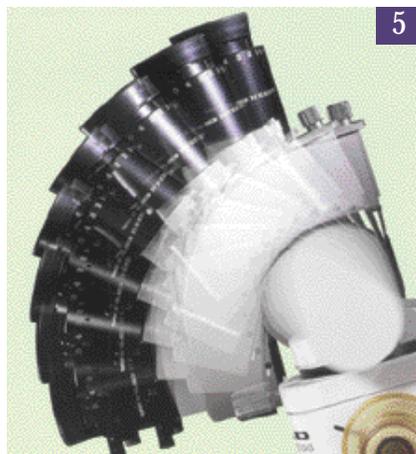


Fig. 5 : Oculaires inclinables.
Adjustable eye pieces.

There are three distinct components (to which the accessories are attached):

- the optical component: the microscope
- the mechanical component: the pantographic arm mounted on a support
- the electrical component: the light source.

Optical component

The optical system of a microscope comprises three elements: the eyepieces, the lenses and the magnification prisms.

The eyepieces are wide-angle lenses with a focal length of 100 mm or 125 mm and a magnification value of 10x or 12.5x. Their dioptry, engraved on each eyepiece, is adjustable but must be lockable to prevent accidental modification after it has been set. The eyepieces are covered by folding rubber cups to facilitate use by operators wearing glasses. It should be possible to fit a cross-hair sight required for centering a photographic or video image (*Fig 5*).

The eyepieces may be fixed at a 45° angle or adjustable from 30° to 90°. The interocular distance should be easy to set, preferably with a spacing screw for fine adjustment.

The lenses are screw-mounted and easily interchangeable. Their focal length may be 200, 250, 280 or 300 mm. They should be chosen according to the operator's usual working distance, after a test period. The possibility of changing the focal length will interest dentists whose working distance varies with the speciality practised (*Fig 6*).



Fig. 6 : Ojectifs. *Lenses.*





Fig. 7 : Mise au point fine. *Fine Focus.*

Les prismes de grossissements, montés sur une tourelle dans le bloc optique, permettent des valeurs de grossissement à 3 niveaux (x8, x10, x16) ou 5 niveaux (x3,5, x8, x10, x16, x24). Ces valeurs de grossissement varient cependant en fonction du choix des focales et des oculaires. Le passage d'un prisme à l'autre est réalisé par une molette située sur le côté du corps du bloc optique. Elle doit être facilement accessible et pouvoir être surmonté d'un manchon stérile.

La mise au point fine peut être réglée par une seconde molette située sur le côté du bloc optique ou située au niveau de l'objectif. (Elle n'est pas indispensable si le microscope est facilement manipulable et extrêmement bien équilibré.) D'un point de vue ergonomique, la première solution est plus accessible. Elle élimine les risques de passage de la main de l'opérateur dans le champ visuel et évite le mouvement horizontal de rotation de la main afin de réaliser la mise au point (**Fig 7**).

The magnification prisms, mounted on a turret in the optical assembly, provide magnification values at three or five levels (8x, 10x and 16x or 3.5x, 8x, 10x, 16x and 24x respectively). These magnification values will vary, however, according to the choice of focal length of eyepieces and lenses. The operator changes one prism for another by turning a wheel located on the side of the optical assembly housing. It must be easily accessible and coverable with a sterile sleeve.

The focus may be precisely adjusted by a second wheel located on the side of the optical assembly body or at lens level. The first position is better from an ergonomic point of view, as there is no risk of the operator passing his hand across the field of vision and he does not have to make a horizontal rotating movement to focus. This feature is not essential if the microscope is easily manipulated and very well balanced (**Fig 7**).

Tableau 2 : Modifications sur les composants du microscope. *Table 2 : Modifications to microscope components.*

		Grossissement total <i>Total magnification</i>	Champ de vue <i>Field of vision</i>	Intensité lumineuse <i>Light intensity</i>	Hauteur de travail <i>Working distance</i>
Binoculaire <i>Binocular</i> (distance focale) <i>(focal length)</i>	de 125 mm à 160 mm	+	-	=	=
Objectif <i>Lenze</i> (distance focale) <i>(focal length)</i>	de 150 mm à 350 mm	-	+	-	+
Grossissement (Tourelle) <i>Lens magnification</i>	de x 0,3 à x 3	+	+	-	=
Grossissement (Viseur) <i>Eye piece magnification</i>	de 10 à 12,5	-	+	=	=

Modifications sur les composants du microscope

Un tableau récapitulatif de ces éléments pré-décrits permet à l'opérateur de choisir à sa guise une configuration idéale de travail variant les propriétés du microscope en fonction des données qui lui semblent prioritaires dans le cadre de son propre exercice (*Tableau 2*).

La partie mécanique

Le bras pantographique est, comme un bras de tube radiologique, formé d'un premier bras rigide en rotation autour d'un statif, prolongé sur son autre extrémité par un bras ciseau. C'est ce bras ciseau qui supportera la partie optique.

Toutes les libertés de mouvement du microscope sont procurées par ce bras au même titre que son équilibrage. A fortiori, c'est l'utilisation de freins qui limitera en douceur ses mouvements. Il est, bien entendu, très important de prendre garde à la robustesse du bras, mais il faudra encore surveiller la manière dont son équilibrage peut être réglé en fonction du poids de la partie optique surtout lorsque celle-ci peut être alourdie d'accessoires qui lui sont rattachés. Les systèmes de freinage doivent être fins, faciles à manipuler et suffisamment fiables pour ne pas se modifier en fonction de la chaleur ou de l'hygrométrie de la pièce. Ils devront gérer la souplesse des mouvements ainsi que l'équilibrage et ne seront pas réglés par un apport de contrepoids ou par des serrages trop intempestifs des vis de réglages.

Un choix de bras court ou long est souvent proposé. Avant le choix de ce bras, l'opérateur doit penser à la position finale du microscope opératoire qui devra avoir toute laxité de position opératoire et être facilement accessible ou remis en une position de repos à portée de main.

Le bras pantographique est monté sur un support (statif) mural, plafonnier ou au sol sur un plateau monté sur roulettes. Cette dernière solution fort séduisante pour des cabinets qui possèdent plusieurs fauteuils est fortement déconseillée. La mobilisation par trop excessive du microscope entraînera souvent une fragilisation de celui-ci et une usure accélérée des bras supports risquant à tout moment un choc ou un porte-à-faux excessif lors des manœuvres de déménagement. Néanmoins, pour les inconditionnels de ce type de support au sol, il faudra vérifier que le socle, s'il est circulaire, possède, pour des raisons de stabilité, un nombre

Modifications to microscope components

By studying a table summarizing the above elements, the dentist can choose a configuration of the microscope's properties which corresponds to the most important characteristics of his working practice (*Table 2*).

Mechanical component

Like a radiology arm, the pantographic arm comprises a rigid arm pivoting on a mount or stand, joined to an articulated scissor arm. The latter supports the microscope.

The scissor arm provides the microscope with its freedom of movement and balance. Brakes are applied to control all movements smoothly. The strength of the arm is a very important criterion, of course, but it is equally important to consider the way its balance can be adjusted according to the weight of the microscope, especially as its overall weight will increase when accessories are added to it. The braking systems must be precise, easy to manipulate and sufficiently unaffected by fluctuations in the temperature or hygrometry of the treatment room. They must provide fluidity of movement and perfect balance and should be adjustable without resorting to a counterweight or excessive tightening of the adjusting screws.

Manufacturers often propose a short or long pantographic arm. Before making this choice, the operator should consider the final positions of the microscope. There must be full latitude of movement when operating and the microscope must be easily accessible from a "rest" position within arm's reach.

The pantographic arm is fixed to a wall or ceiling mount or to a base on castors. The latter option would seem ideal for surgeries with several dentist's chairs, but is not recommended. Frequent manoeuvring of the microscope may well damage it and will increase wear on the support arms, and there is a risk of it being knocked or even overbalancing while being moved into place. Those who nevertheless prefer a floor-standing model should choose a circular base with a minimum of five castors and a locking system for maximum stability.



Fig. 8 : Montage sur socle
Floor standing mode.



Fig. 9 : Fixation murale.
Wall mount.



Fig. 10 : Plafonnier.
Ceilling mount.

minimum de 5 roulettes avec système de blocage. La version parallélépipédique est à proscrire pour des raisons évidentes d'encombrement au niveau des fauteuils de l'opérateur et de l'assistante (**Fig 8**).

Le statif à fixation murale est choisi lorsque la hauteur de plafond ne permet pas une version plafonnier. La platine de fixation sera située au dos de l'opérateur dans l'axe du fauteuil afin de lui permettre une mise en œuvre facilitée " main droite " ou " main gauche " (**Fig 9**).

Pour le statif plafonnier, la hauteur de la colonne est également très importante. Tout en considérant la position opératoire assise du dentiste, de cette hauteur de colonne résulte l'aisance du praticien à saisir le microscope et l'amener en adéquation avec sa position de travail. La platine sera fixée, pour un droitier, " à 11h00 " et légèrement décalée sur la droite du patient (**Fig 10**).

En conclusion le choix du type de bras du microscope opératoire sera rigoureux sur sa flexibilité, sa robustesse, sa facilité et fiabilité des réglages tant au point de vue équilibration que souplesse de manipulation. Le choix du support sera également réfléchi en fonction du type d'exercice et si le choix se porte sur un support fixe, l'étude de la position du support sera déterminante.

Utilisations spécifiques du microscope opératoire

Avant une intervention, il est important de privilégier le maintien du microscope en une position opératoire unique qui permette un accès visuel le plus efficace possible.

ty. The rectangular version is not recommended as it is likely to obstruct the dentist's and assistant's chairs (**Fig 8**).

If the room is too high for a ceiling-mounted arm, a wall mount should be chosen. The mounting plate should be positioned behind the dentist and in line with the chair, so that he can manoeuvre the microscope comfortably with either hand (**Fig 9**).

If a ceiling mount is used, the length of the column is also important. As the dentist works in a seated position, the ease with which he can grasp the microscope and swing it into a working position depends on the length of this column. For a right-handed operator the mounting plate should be positioned at 11 o'clock and slightly to the right of the patient (**Fig 10**).

To sum up, the operating microscope arm must be chosen according to its flexibility, its robustness and the ease with which precise adjustments can be made to ensure perfect balance and smooth handling. The choice of support will depend on the type of surgical practice. If a fixed support is chosen, due consideration must be given to its ideal position.

Specific uses of the operating microscope

Before using the microscope in a clinical operation, it is important to establish a set operating position which provides optimum visual access.





La position finale du microscope peut être fixée différemment selon le type du microscope :

Pour la plupart des microscopes, les réglages sont bloqués par des vis qui arrêtent les mouvements de chacun des axes pris un à un. D'autres microscopes sont, quant à eux, équipés d'un système qui permet un recentrage manuel du centre de gravité du microscope. Dès lors que l'équilibre est obtenu, le système est verrouillé par une seule vis de serrage. Enfin, certains sont munis d'un système électromagnétique d'immobilisation qui peut être libéré par simple pression sur un bouton, le temps de définir une nouvelle position opératoire. L'équilibrage fin du microscope est d'autant plus indispensable que sont ajoutés des éléments rapportés comme un appareil photographique ou un oculaire annexé. En effet, le poids de ceux-ci nécessite une répartition des charges par un réglage particulier des axes de rotation des bras afin de ne pas les fausser et, par là même, rendre plus difficile les mouvements du microscope dans les trois dimensions de l'espace.

Une microchirurgie idéale devrait faire intervenir deux assistantes. La première est principalement responsable de l'aspiration, de l'élimination de la buée et des micro-gouttelettes sur le miroir. Elle est habituellement assise et peut assister en vision microscopique binoculaire par l'intermédiaire d'oculaires annexés ou mono oculaire sur un écran de rappel vidéo. La seconde assistante tient le rôle d'une instrumentiste. Elle prépare les produits et passe les instruments. Elle est située près du chirurgien qui tend la main afin de se faire passer l'instrumentation nécessaire. Cette instrumentiste suit l'intervention uniquement en vision directe ou relayée par un écran vidéo. Bien sûr ce travail à six mains est idéal mais il est parfaitement envisageable à quatre mains.

La source lumineuse

L'éclairage est de type coaxial à la visée ce qui signifie que la lumière est focalisée et répartie entre les oculaires afin que le praticien puisse voir à l'intérieur du site avec une absence totale d'ombre et d'éblouissement. Cet avantage est rendu possible grâce aux optiques galiléennes qui focalisent à l'infini et envoient des faisceaux parallèles à chaque œil. L'opérateur regarde une image située au-delà du site opératoire (dans l'objectif) ce qui lui évite toute fatigue oculaire. La lumière est concentrée à travers une suite de prismes et traverse l'objectif pour illuminer le site opératoire. Elle se réfléchit ensuite pour traverser l'objectif, les lentilles de grossissement, les binoculaires et sort divisée en deux faisceaux lumineux ce qui produit un effet stéréoscopique pour fournir à l'opérateur une image en trois dimensions.

The microscope may be fixed in this position in various ways, depending on its type.

With most microscopes, position settings are locked by screws that prevent movement in each of the three axes. Some microscopes are equipped with a system for manual adjustment of their centre of gravity. Once perfect balance is obtained, the system is locked with a single screw. Other microscopes are equipped with an electromagnetic immobilization system. It can be released while setting a new operating position simply by pressing a button. Finely balancing the microscope is all the more essential if accessories such as a camera or additional eyepieces are added. Their weight must be evenly distributed by adjusting the rotation axes of the support arms, otherwise their mechanism will be perturbed and it will be more difficult to move the microscope smoothly through all three axes.

In ideal conditions, microsurgery should be performed with two assistants. The first is mainly responsible for aspiration and removing condensation and microscopic droplets from the mirror. She is usually seated and may observe the operation in binocular microscopic vision through additional eyepieces or in monocular vision on a video screen. The second assistant is responsible for the surgical instruments. She prepares the dental materials and passes the instruments, standing close to the surgeon who holds out his hand to take the instrument required. She follows the operation only in direct vision or on a video screen. Working with three pairs of hands is the ideal situation but it is perfectly possible to operate with only one assistant.

The light source

The light source and eyepieces are coaxial, meaning that the light is focused between the eyepieces so that the surgeon can see inside the operating site without any shadow or glare. This advantage is made possible by the Galilean optical assemblies which focus on infinity and send parallel beams to each eye. The operator looks at an image located beyond the operating site (in the lens), reducing ocular fatigue. The light is concentrated through a series of prisms and travels through the lens to illuminate the operating site. It is then reflected back through the lens assembly and magnification lenses and divided into two beams which travel through the binoculars. This produces a stereoscopic effect and the operator sees a three-dimensional image.



Deux sortes de sources lumineuses sont habituellement montées : soit une ampoule halogène au xénon refroidie par un ventilateur, soit une ampoule halogène à quartz où la lumière est transmise par un système de fibres optiques. Le câblage par fibre optique absorbe la lumière et tend à diminuer l'intensité du faisceau mais l'intensité lumineuse initiale peut être plus puissante que pour une ampoule halogène au xénon. Par contre la lumière procurée par cette dernière est plus brillante et élève la température sur le site opératoire.

L'unité d'alimentation électrique du dispositif d'éclairage doit être connectée au niveau du premier bras issu du statif, à distance du site opératoire et des risques de projections humides. La lumière froide, obtenue par une lampe halogène de 150 W qui doit être facilement changeable, est transférée par une fibre optique coaxiale au centre optique. Une ampoule de rechange intégrée au système permet pour certains microscopes le passage d'une source lumineuse à l'autre en cas de panne d'ampoule. Il est préférable de pouvoir varier l'intensité lumineuse sans en réduire le voltage grâce à un obturateur afin de ne pas modifier les teintes du site opératoire.

Accessoires et périphériques

Les microscopes peuvent être équipés d'une optique supplémentaire d'observation. Un diviseur optique, agissant en séparateur de faisceau, permet de partager le faisceau lumineux au cours du trajet de la lumière lorsque celle-ci retourne aux yeux de l'utilisateur. Cette dérivation a pour fonction de fournir la lumière à un périphérique tel qu'appareil photo, caméra vidéo ou tube d'observation auxiliaire (**Fig 11**). Les oculaires annexés pour un travail en équipe peuvent être des binoculaires articulés ou monoculaires ou des écrans à cristaux liquides.

Two kinds of light source are usually mounted: a xenon bulb cooled by a ventilator or a quartz halogen bulb with the light transmitted by a fibre-optic system. Fibre-optic cables absorb light and tend to reduce beam intensity, although the initial light intensity may be greater than for a xenon bulb. The light provided by a xenon bulb is brighter, but it raises the temperature of the operating site.

The electric power unit for the lighting device must be connected beside the first support arm, at sufficient distance from the operating site to protect it from any splashes. The cold light, provided by an easily-replaceable 150W halogen lamp, is transmitted to the optical centre by a coaxial fibre-optic cable. Some microscopes have a back-up bulb fitted in the system so that the operator can change from one bulb to the other if the first one fails. Ideally it should be possible to use a shutter to reduce light intensity without reducing voltage, so that the colours of the operating site are not changed.

Accessories and peripherals

Microscopes may be fitted with various additional observation devices. An optical divider will separate the beam of reflected light along its return path to the user's eyes. The diverted light is then supplied to a peripheral such as a camera, a video camera or a second observation tube (**Fig 11**). An additional viewing accessory – binocular eyepieces, a monocular eyepiece or a liquid crystal screen – may be fitted for work in a team.



Fig. 11 : Appareil photo adjoint au microscope.
Additional camera fitted to the microscope.

Cette option permet à l'assistante ou l'aide opératoire, au même titre que l'opérateur, d'observer en vision stéréoscopique le champ opératoire (Fig 12). Néanmoins, si l'expérience est enrichissante pour ceux-ci, elle leur en limite les libertés de mouvements et l'anticipation à préparer les instruments, rendant obligatoire un travail à 6 mains avec une instrumentiste. D'autre part, cette optique, souvent montée au moyen d'un diviseur optique, réduit l'intensité de source lumineuse divisée sur les deux sorties optiques. Au même titre une bague " C " qui permet, à partir d'un diviseur optique, d'installer un appareil photo ou une caméra vidéo, procure les mêmes inconvénients de puissance lumineuse. C'est pourquoi l'intégration d'une caméra vidéo à l'intérieur du système optique est préférable. A partir de cette caméra vidéo, les images seront diffusées sur un moniteur afin de permettre à l'assistante de suivre l'intervention tout en observant l'intégralité du champ opératoire (Fig 13).

Des poignées de mobilisation du microscope seront rapportées au bloc optique afin de pouvoir facilement le manipuler. Elles peuvent être axiales ou latérales. Ces dernières rendent la manipulation à la main plus facile, à la manière d'un guidon. Cependant, ces cornes doivent pouvoir être orientées selon des positions hautes, médianes ou basses en fonction de l'encombrement des instruments utilisés (Fig 14).

Des filtres peuvent être adjoints sur l'objectif pour éviter la polymérisation prématurée des composites photos polymérisables.

This accessory allows the operating assistant to examine the operative field in stereoscopic vision, in the same way as the dental surgeon (Fig 12). However, while this may be a valuable experience, it reduces the assistant's freedom of movement and anticipation in preparing instruments, making a second assistant essential. Moreover, this accessory is usually fitted by means of an optical divider, reducing light intensity since it is divided into two channels. Similarly, if a "C" ring is fitted to an optical divider to attach a camera or video camera, the same reduction in light intensity will occur. It is therefore preferable to integrate a video camera inside the optical assembly. Pictures from this camera can be screened on a monitor so that the assistant can follow the operation while observing the entire operative field (Fig 13).

Handles can be fitted to the microscope's optical assembly housing to facilitate manipulation. They may be positioned along its axis or laterally like bicycle handlebars. Handles fitted laterally make it easier to align the microscope, but it must be possible to set them in a high, middle, or low position to avoid obstructing the instruments being used (Fig 14).

Filters may be fitted to the lens to prevent premature photopolymerization of composites.



Fig. 12 : Modèle avec 2 visions stéréoscopiques.
Model with 2 stereoscopic visions.



Fig. 13 : Modèle avec moniteur.
Model with monitor.



Fig. 14 : Poignées. Handles.

Préparation à l'utilisation des aides optiques

Lors de la prise en main de télé loupe ou d'un microscope opératoire, différents réglages sont indispensables avant de pouvoir exercer tout acte opératoire.

En premier lieu la distance inter-oculaire doit être définie. Cette distance qui sépare les centres visuels se règle par un écartement manuel ou à l'aide d'une molette. La vision binoculaire doit être telle que la confusion des champs optiques droit et gauche ne laisse voir qu'un champ unique.

En seconde intention la dioptrie doit être réglée œil par œil. Elle peut être déterminée par l'ophtalmologiste ou calculée de telle sorte que, pour une longueur de travail donnée, chaque œil, indépendamment, voit l'objet observé net dans le viseur.

La distance de travail est enfin déterminée par l'opérateur afin que celui-ci se trouve en position de confort.

L'apprentissage de la microchirurgie doit développer une coordination spécifique des mains, des yeux et de l'esprit. La microchirurgie, différente de la macro chirurgie, est régie par un champ visuel limité dans lequel seule l'extrémité travaillante des instruments est visible (*Fig 15*).

Preparing to use optical aids

Before using a telescopic magnifier or an operating microscope to perform any odontological treatment, several essential adjustments must be made.

Firstly, the interocular distance must be set. This is done by moving the eyepieces apart manually or turning a wheel. In correctly adjusted binocular vision, the left and right optical fields will merge to form one visual field.

Secondly, the dioptre must be set for each eye. The dioptre may be determined by an ophthalmologist or calculated so that at a given working distance each eye in turn sees the object to be examined clearly in the viewfinder.

Thirdly, the operator must determine the most comfortable working distance.

Microsurgery depends on precise coordination of the surgeon's hands, eyes and brain. Unlike macrosurgery, it concerns a limited visual field in which only the tip of each instrument is visible (*Fig 15*).

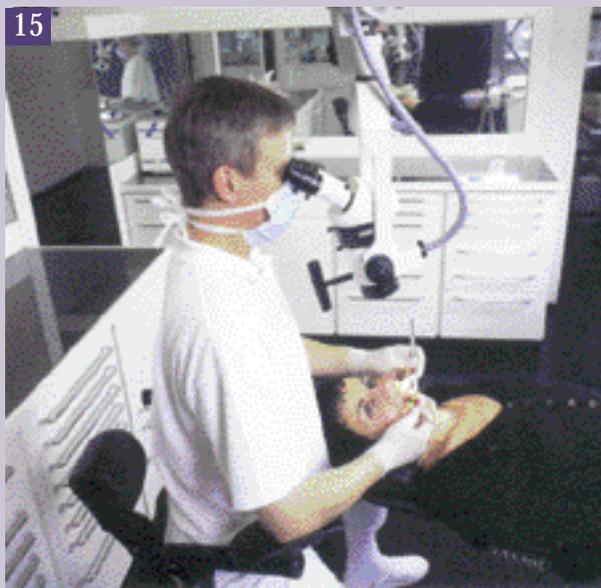


Fig. 15 : Position de travail avec un microscope.

Working position with a microscope.



Depuis l'introduction des aides visuelles en odontologie, chaque praticien a dû étudier et définir ses propres positions opératoires. Les odontologistes, maîtres du miroir, travaillent confortablement en vision indirecte, néanmoins la vision directe est préférable à chaque fois qu'elle est possible même si elle se limite à 20 ou 30 % de notre exercice.

Le patient devra être confortablement installé en position de repos de telle sorte que ses muscles de la tête et du cou soient relâchés. L'idéal serait de pouvoir obtenir un plan d'occlusion parallèle au sol pour les actes mandibulaires et perpendiculaire pour les actes maxillaires. Il faut savoir que toute position inconfortable entraîne à moyen terme une tentative de décontraction du patient qui déstabilise la position opératoire initiale. Un oreiller en gel peut être avantageusement situé sous le cou du patient afin d'augmenter son confort.

Applications cliniques

Les applications cliniques de l'utilisation d'une aide visuelle trouvent une justification dans de nombreuses disciplines de l'art dentaire. Elles permettent d'obtenir un bénéfice qualitatif en pré, per et post opératoire.

Communication

La compréhension par le patient des technologies appliquées à l'art dentaire ne peut se passer de la visualisation des différentes phases opératoires. L'enregistrement vidéo ou photographique de l'image des situations cliniques passées ou en cours, permet une meilleure explication des actes programmés ou exécutés. Les diagnostics négatifs, telle une fracture radiculaire, seront également mieux perçus par le patient s'ils sont visualisés.

Diagnostic endodontique

Lors de l'examen coronaire ou radiculaire, le diagnostic de fêlures ou de fractures est grandement facilité par les aides visuelles. Elles permettent non seulement de les voir, mais également de préciser leur importance et leurs limites anatomiques, ce qui influencera toutes les décisions thérapeutiques (*Fig 16*).

Since optical aids were first introduced in odontology, every dental surgeon has had to study and establish his own operating positions. Odontologists are adept at using mirrors and work comfortably in indirect vision. Direct vision is nevertheless preferable whenever possible, even if it is limited to 20% to 30% of odontological treatment.

The patient must be seated in a comfortable, well-supported position so that his head and neck muscles are relaxed. Ideally the surgeon should obtain two occlusion plans: a horizontal plan for mandibular work and a perpendicular plan for maxillary work. If the patient is uncomfortable he will eventually try to find a more relaxed position, altering the initial operating position. It may be worth placing a gel pillow under the patient's neck for extra comfort.

Clinical applications

Clinical applications of optical aids are of proven value in numerous fields of dental surgery. They offer qualitative benefits during operations and in the pre and post-operative phases.

Communication

The patient's understanding of the technologies used in dental surgery is greatly enhanced if he can visualize the different operating phases. A video or photographic record of clinical operations completed or in progress makes it easier to explain the treatment planned or already carried out. A negative diagnosis such as a root fracture will also be better received by the patient if it can be visualized.

Endodontic diagnosis

When performing coronal or root examination, the use of an optical aid makes it much easier to diagnose cracks or fractures. Not only can they be seen, but their size and anatomical limits can also be determined. These observations will influence all subsequent therapeutic decisions (*Fig 16*).



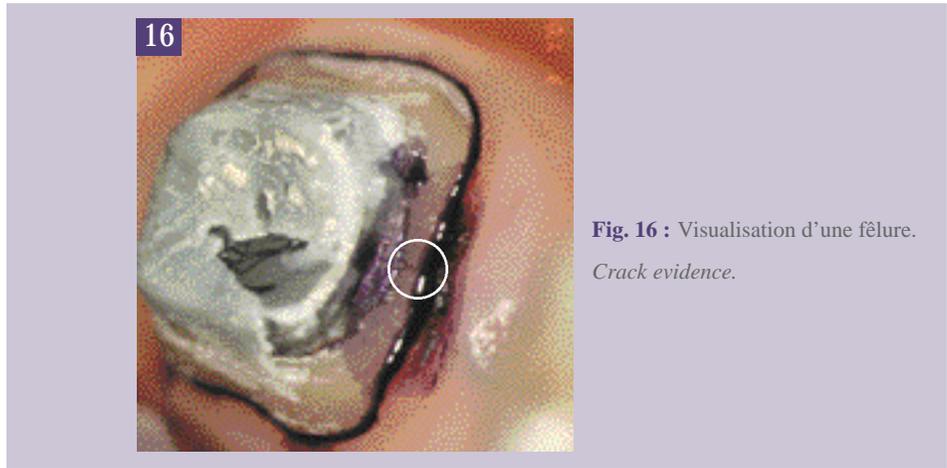


Fig. 16 : Visualisation d'une fêlure.
Crack evidence.

Chirurgie apicale

La nécessité de bien voir lors des chirurgies apicales est à l'origine des premières publications de micro dentisterie. L'intervention, par voie rétrograde, sur le péri apex permet de réaliser une préparation endodontique à l'aide de micro inserts mus par une énergie ultrasonore. La maîtrise de nouveaux matériaux, comme le Super EBA, associée à la précision du geste opératoire, assure une obturation rétrograde étanche de l'apex. Dès lors il ne s'agit plus de chirurgie apicale mais d'une microchirurgie endodontique apicale a retro (**Fig 17**).

Apical surgery

The need to see clearly when performing apical surgery formed the subject of the first microdentistry publications. Surgical treatment of the peri-apex makes it possible to carry out endodontic preparation with ultrasound micro-inserts. By combining highly precise operations with new materials such as Super EBA,, perfectly sealed apex filling can be performed. Consequently we no longer speak of apical surgery but of apical endodontic microsurgery (**Fig 17**).

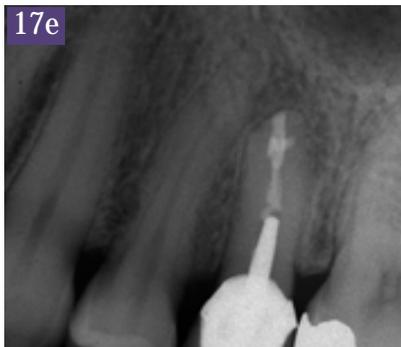
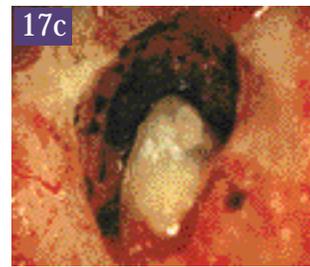
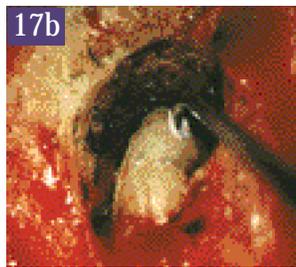
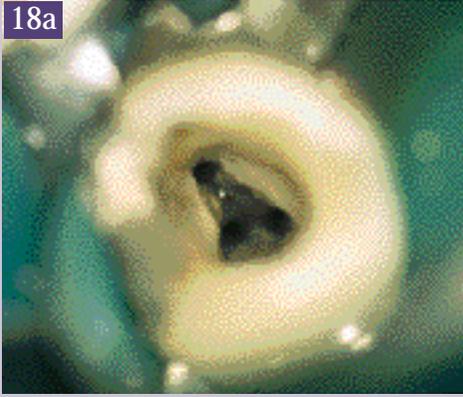


Fig. 17 : Lésion périapicale : radio préopératoire (a). Scellement apical (b, c). Radio post-opératoire (d). Radio à 1 an (e).

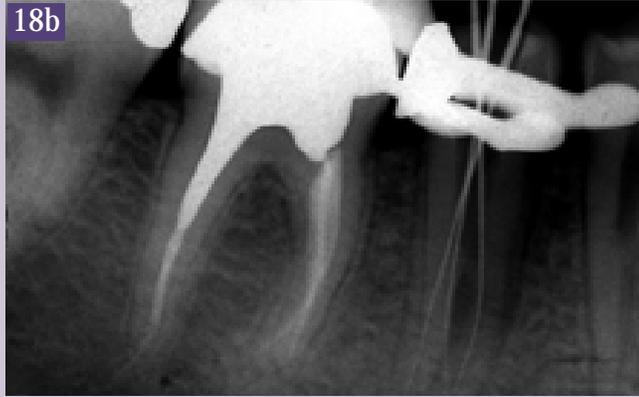
Peri apical defect : preoperative x ray (a). Apical sealing (b, c). Post operative x ray (d). x ray after 1 year (e).



18a



18b



18c



Fig. 18 : Traitement d'une prémolaire à 3 canaux.
Treatment of a 3 root canals bicuspid.

Endodontie non chirurgicale

L'utilisation des aides visuelles s'est rapidement avérée indispensable en endodontie (**Fig 18**).

Elle permet tout d'abord d'apprécier le volume du plancher radiculaire, les teintes dentaires, secondaires ou réactionnelles et la lisibilité des isthmes inter canaux afin d'en déterminer les émergences principales et/ou accessoires. La lecture d'un cliché radiologique a souvent été comparée à une lecture de carte routière. Cette lecture anatomique peut être, quant à elle, comparée à une lecture de carte topographique. Elle assure une plus grande compréhension des entités anatomiques intra-coronaires nécessaires à une endodontie de qualité (pulpe, calcifications intra-pulpaire ou aux dépens des murs canaux).

Lors de la mise en forme initiale de la chambre pulpaire et du cathétérisme, la possibilité de repérage des micro bulles issues de l'action de l'hypochlorite de sodium sur le parenchyme pulpaire permet de préciser l'origine de cette émission.

L'inspection des canaux pulpaire dans les premiers tiers permet une mise en évidence des bifurca-

Non-surgical endodontics

Optical aids have become an indispensable tool in endodontics (**Fig 18**).

Firstly, they enable the surgeon to assess the volume of the root chamber floor, perceive secondary or reactionary dentine colours and study the isthmuses between canals in order to identify principal and/or accessory openings. Reading an X-ray has often been compared to reading a road map. This anatomical examination may be compared to studying a topographic map. It offers a better perception of the anatomical complexity involved in high-quality endodontic treatment (pulp, pulp calcification, canal wall calcification).

When preparing the pulpal chamber and performing catheterization, it is possible to see the microbubbles formed by irrigation of the parenchyma with sodium hypochlorite and hence identify their origin.

Optical inspection of the first third of the root canals makes it possible to identify high branching where there is an anatomy of diverging canals. In the middle third it is possible to locate the beginning of a curvature, a branch or a false canal. In the case of wide,



tions 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. Dans le cas de canaux droits et larges, cette visualisation canalaire peut parfois amener à découvrir l'orifice apical. 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. L'observation du nettoyage des canaux radiculaires et des isthmes intercanalaires permet de réaliser puis de juger de la qualité de la préparation endodontique.

L'obturation canalaire par une technique de gutta-percha condensée verticalement à chaud devient plus aisée grâce aux aides visuelles.

Enfin, lors de la réalisation d'apexification avec de l'hydroxyde de calcium ou d'obturation d'apex largement ouvert à l'aide de MTA®, la visualisation des matériaux 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.

Pour les reprises de traitement radiculaire, le microscope opératoire est indispensable à chaque phase du traitement. Lors de la dépose de tenons radiculaires, métalliques ou non, le grossissement du site opératoire permet un détournage précis afin de les extraire aisément. De même, la dépose des faux moignons scellés est réalisée à l'aide de fraises en carbure de tungstène qui suivent la couche de ciment assurant un découpage du métal sans risque de perforation ou de délabrement dentinaire. Enfin, la dépose d'un instrument fracturé à l'intérieur d'un canal radiculaire n'est possible sans risque, que sous aide optique. Une lecture fine des relations entre l'instrument fracturé et les parois dentinaires permet un travail de précision autour de l'instrument facilitant ainsi son dégagement. Cet acte opératoire peut être réalisé à l'aide d'une instrumentation ultra sonore sans irrigation.

Traitement des perforations

Une perforation, qu'elle soit coronaire ou radiculaire induit une communication entre endodonte et parodontite. Le scellement étanche de cette perforation est la solution à ce problème. L'utilisation du microscope opératoire est toujours nécessaire de la localisation de la perforation à son scellement à l'aide d'un matériau d'obturation (**Fig 19**).

straight canals, the apical orifice can sometimes be located. These observations enable the surgeon to build up a real three-dimensional representation of the root canal. Coupled with the information provided by X-rays, they greatly increase his understanding of endodontic anatomy. When cleaning the root canals and isthmuses, the surgeon can carry out the endodontic preparation and assess its quality more easily when working with an optical aid.

Root canal filling with vertically compressed warm gutta-percha is also facilitated by the use of an optical tool.

Lastly, when performing apexification with calcium hydroxide or filling an open apex with MTA®, an optical aid makes it easier for the surgeon to place and remove the materials precisely in the lower third of the root canal and prevent them flowing outside the apex.

In cases where new root canal work is needed, an operating microscope is essential for each phase of treatment. If the operative site is magnified when metal or carbon root posts are removed, they can be cleared without damage and hence removed more easily. Similarly, when using a tungsten carbide drill to remove sealed false stumps, the surgeon can ensure the bur follows the layer of sealing cement and cuts the metal without any perforation or dentine damage. Magnification is also needed to remove a broken instrument from a root canal without damage. By closely observing the instrument's exact position with respect to the dentine walls, the surgeon can work precisely around the instrument, facilitating its removal. This treatment may be carried out using ultrasound instruments without irrigation.

Treating perforations

A perforation, whether coronal or radicular, affects both the endodontium and the periodontium. Complete sealing is the only possible solution to this problem. An operating microscope must be used in each phase of the treatment, from locating the perforation to sealing it with a filling materia (**Fig 19**).





Fig. 19 : Traitement d'une perforation à l'aide de MTA®. *Perforation treatment with MTA®.*

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). La réalisation sous microscope opératoire de tous ces actes permet une précision inégalée du geste et ce, sans délabrement dentinaire excessif (**Fig 20**).

Treating resorptions

When treating dentinal resorptions, the surgeon is faced with two tasks: he must first treat the resorption and its honeycomb structure (with an injection of calcium hydroxide), and then fill the resorption with sealing material (after removing the calcium hydroxide). By using an operating microscope in each phase he can work with great precision and limit dentine damage to a minimum (**Fig 20**).

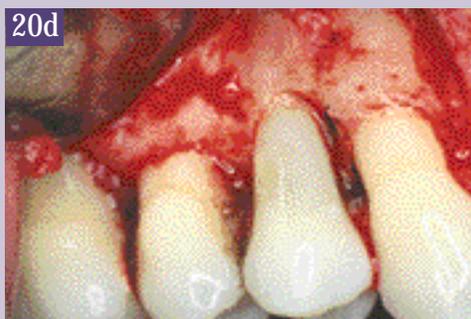
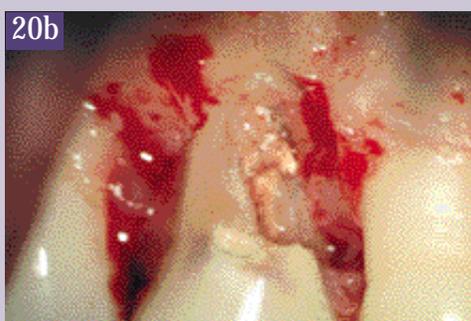


Fig. 20 : Mise en évidence de la résorption après endodontie (20a). Nettoyage et mise en forme de la résorption (20b). Préparation des surfaces autour de la résorption (20c). Obturation avec un matériau esthétique (20d).

Visualization of the resorption after root canal filling.(20a). Cleaning and shaping of the resorption (20b). Conditioning surfaces around the resorption (20c). Filling with an esthetic material (20d).



Odontologie conservatrice

Une dentisterie restauratrice à minima, concept naissant actuellement, n'est envisageable que par l'apparition des aides visuelles. De nouvelles voies de préparations par micro-abrasion ou à l'aide d'inserts ultrasonores diamantés permettent un délabrement minimum des tissus. Les collages de matériaux composites sont réalisés avec une plus grande précision. Le contrôle des bords des préparations ainsi que les finitions sont facilités pour les opérateurs. La localisation des cavités de carie est précise et le diagnostic est d'autant plus fiable que l'œil peut apprécier à forts grossissements l'état de surface amellaire et l'aspect crayeux significatif de la carie.

Lors d'un traitement de carie par un collage, le contrôle de la mise en place du matériau augmente la possibilité pour l'opérateur de ne pas inclure de microbulles dans la reconstitution. Il faudra faire attention à l'intensité de la lumière issue du microscope opératoire et s'imposer un travail avec un filtre orange. La plupart des fabricants livrent le microscope opératoire avec des filtres verts, nécessaires pour les autres spécialités médicales. Il serait judicieux de leur demander de modifier cet accessoire pour un filtre orange.

Enfin, après polymérisation, l'élimination des excès de ces matériaux esthétiques est facilitée par une aide optique car la différenciation entre le matériau et la structure dentaire de même teinte, sera plus aisée.

Hygiène et Parodontologie

La mise en évidence de la plaque bactérienne est parfois difficile à l'œil nu. La visualisation de cette plaque à fort grossissement permet d'expliquer la nécessité d'un brossage précis dans certains espaces interdentaires. Le grossissement visuel permet également au praticien dans certaines zones d'éliminer avec précision et sans traumatisme de fines particules de tartre sous gingival.

En Parodontologie, il semble que le travail sous microscope se limite aux secteurs où l'intervention est restreinte en terme de surface et surtout à un accès visuel direct. Dès lors que la profondeur de champ impose des changements importants de position, ou que les lambeaux intéressent des secteurs molaires-prémolaires, l'utilisation de loupes de grossissement x 2,5 à x 4, d'utilisation plus facile, est préférée par le parodontologiste.

Conservative odontology

Minimal restorative dentistry is a very new therapeutic concept, and is only conceivable with the development of powerful optical aids. New preparation methods involving microabrasion or ultrasound diamond inserts ensure minimum tissue damage. Bonding with composite materials can now be carried out with greater precision, and cavity edges and finishes are considerably easier to inspect. Carious cavities can be precisely located and diagnosis becomes more accurate, since with powerful magnification the eye can assess the state of the enamel and recognize the chalky areas indicative of a caries.

When treating a caries by bonding, the surgeon can apply the filling material more precisely when using an operating microscope, reducing the risk of including microbubbles in the reconstruction. He must control the light intensity and work with an orange filter. Most manufacturers supply their operating microscopes with a green filter, required for other medical applications. It would be advisable to ask them to supply an orange filter in its place.

A final advantage of using an optical aid is that it facilitates the elimination of excess cosmetic material after polymerization, as it is easier to distinguish between the material and the dental structure of the same shade.

Hygiene and periodontics

Bacterial plaque is difficult to see with the naked eye. By displaying powerfully magnified images of a patient's plaque, the dentist can underline the importance of controlled brushing in certain interdental spaces. Magnification also enables the dentist to remove fine particles of subgingival calculus in certain areas, precisely and without damage.

In periodontics, an operating microscope can be used in sectors where the treatment concerns a small area with direct visual access. In cases where the depth of field requires significant changes of position, or the gingival flaps concern molar and/or premolar sectors, the periodontologist will find it easier to use magnifiers with 2.5x to 4x magnification.





Seules à ce jour les indications de micro incisions avec des micro-lames de bistouri et de micro sutures à l'aide de fils de 6/0 à 10/0 sont décrites en Parodontologie. Il semble cependant que des approches sous microscope opératoire soient possibles dans le cadre de micro chirurgie muco-gingivale, de pose de membrane et de prélèvement muqueux dans les secteurs antérieurs. Leur utilisation peut être envisagée lors de la dissection fine de plans superficiels ou profonds.

Prothèse fixe

En Prothèse fixe, l'utilisation du microscope opératoire pourrait améliorer la qualité de la taille dentaire dans les phases terminales de la préparation ; finition et contrôle des imperfections et des irrégularités. Mais après une observation à des grossissements de x 10 des surfaces dentinaires, ces réalisations sont exécutées sous des grossissements de x 2,5 à x 4. Dès lors, l'utilisation d'un microscope optique n'imposerait pas de changement des aides optiques visuelles de grossissement pour l'opérateur.

Odontologie pédiatrique

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 traitement des puits et fissures pourrait être réalisé avec un niveau de qualité supérieure. La visualisation pour le petit patient des actes effectués en direct ou en différé pourrait permettre une dédramatisation de l'acte opératoire ; l'image diffusée n'intéressant non plus sa dent, mais une partie de la surface dentaire qu'il peut, dans son imaginaire, dissocier de son contexte buccal.

Re Motivation du cabinet dentaire

Enfin, une raison principale à l'utilisation d'un microscope opératoire au sein d'une structure de soins comme le cabinet dentaire, est la qualité des actes effectués et la communication praticien-assistant-patient qui en résulte.

Nombre des Chirugiens-Dentistes qui travaillent régulièrement avec un microscope opératoire parlent d'un rebond de leur intérêt et de leur motivation pour leur art. Ils redécouvrent l'organe dentaire et se fascinent pour ce nouveau monde de la micro dentisterie.

At present, periodontology journals describe only micro-incisions with micro-blades and micro-stitches using 6/0 to 10/0 thread. It would seem, however, that an operating microscope could be useful when performing muco-gingival microsurgery, using barriers or taking mucous samples in the anterior sectors. A microscope could also be used for fine dissection of superficial or deep tissue planes.

Fixed prosthodontics

In fixed prosthodontics, using an operating microscope can improve tooth cutting quality in the terminal phases of preparation, when imperfections and irregularities are finished and inspected. After examining the dentine surfaces at a magnification of 10x or more, the work is performed at a magnification of 2.5x to 4x. With a microscope it is easy to change from one magnification scale to another.

Pediatrics dentistry

In paediatric dentistry, work on baby teeth generally consists in cutting cavities that are smaller than those cut in permanent teeth. Using an operating microscope greatly facilitates this task, and cavities and fissures can be treated with a higher degree of precision. Moreover, viewing live or prerecorded images of the treatment could make a visit to the dentist considerably less alarming for young patients. As the picture screened concerns not a whole tooth but a small part of its surface, it is easier to dissociate it from its real oral context.

Renewed motivation within the dental surgery

Last but not least, a further major reason for using an operating microscope in a dental surgery or clinic is that the quality of the treatment provided results in increased communication between surgeon, assistant and patient.

Many dental surgeons who work regularly with an operating microscope have spoken of their revived interest and renewed motivation for the art of dentistry. They have rediscovered the dental organ and are fascinated by this new world of microdentistry.





Ils accèdent à un niveau de soins inégalé et repoussent ainsi les limites de leur exercice. Il peut également se créer une " bulle de travail " dans laquelle le praticien peut inviter son assistante afin de la faire participer à toutes les phases opératoires et l'intégrer complètement à l'acte de soin réalisé.

Budget

Les microscopes opératoires de bonne qualité tant optique que mécanique et répondant aux critères que nous venons de préciser sont, pour la plupart d'entre eux, produits par des firmes européennes. Les prix varient de 9000 Euros à 12000 Euros en fonction du type et de la marque choisis. Il convient de leur ajouter le prix de la transmission de l'image sur un moniteur par une caméra vidéo, ce qui augmente le budget de 2200 Euros environ.

Ces considérations financières sont néanmoins à rapprocher du bilan global qui doit intégrer le niveau de qualité de travail et de confort, tant pour le praticien que pour le patient, la réduction considérable des temps de travail réalisée après la phase d'apprentissage nécessaire à toute nouvelle technologie. Enfin tout le bénéfice que peut procurer à notre exercice l'application d'une haute technologie au service de nos patients.

They are able to provide an unparalleled level of care and have pushed back the limits of their practice. Using an operating microscope enables the surgeon to set up a "work bubble", into which he can invite his assistant so that she participates fully in each operating phase and plays a key role in the surgery performed.

Budget

Most of the operating microscopes that provide high optical and mechanical quality and meet the criteria described above are manufactured by European firms. Prices range from 9,000 to 12,000 Euros, depending on the type and make. The cost of a video camera and monitor for image transmission should be added to this figure, increasing the overall investment by around 2,200 Euros.

This financial outlay is more than justified by the advantages, however. Parameters to be assessed include the high quality of the treatment provided, the improved comfort – for both surgeon and patient – and the considerable reduction in working time following the learning period required with any new technology. Taken together, they represent an immeasurable benefit, for patients and for the dental profession as a whole.

LISTES DES MARQUES DE MICROSCOPES ET LOUPES DISTRIBUEES EN FRANCE

Makes of microscopes and magnifiers distributed in France

Microscopes :	LEICA® : Mr SIGISMOND :	OHC chemin des rayettes 84460 Cheval Blanc Tel. 0296795151, Mob. 0609545814, Fax 0296742866
	MOLLER WEDEL® : Mr WENGER	CMT WENGER ZA Eckbolsheim 3,rue A. Kastler, 67087 Srasbourg Cedex 2 Tel. 0388769976, Fax 0388781063
	ZEISS® : Mr CHATAIGNIER	Carl ZEISS SA 60, rte de Sartrouville78230 Le Pecq Tel 0134802052, Mob. 0680343859, Fax 0134802001
	GLOBAL® : PROMODENTAIRE	11, rue Gay Lussac, 95503 Gonesse Cedex Tel. 0134453500, Mob. 0607990485, Fax 0139850062
	KAPS® : Mr POURET	Et POURET 21, bis rue Médéric, 92110 Clichy Tel. 0141404242, Fax 0141404252
Tele loupes :	ZEISS® distribué par ZEISS	
	ORASCOPTIC® distribué par OHC	
	SURGITEL® distribué par BISICO, L'opéra BP 60, 13680 Salon de Provence	Tel. 0490429292, Fax 049042926



Conclusion

Les modalités cliniques et les implications matérielles et ergonomiques qu'imposent ces nouvelles aides à la vision sont très contraignantes mais elles préfigurent l'aube d'un nouvel exercice au service de la précision et de la qualité de nos actes opératoires. Nombreuses sont les applications cliniques qui nécessitent une qualité visuelle améliorée ; il ne tient qu'aux praticiens de les découvrir et de les appliquer au service de leur patient.

The clinical, material and ergonomic requirements imposed by these new optical tools may be very considerable, but in terms of precision and quality they herald a major step forward for dentistry. There are numerous clinical applications where improved visual quality is needed. It is up to dental surgeons to identify them and apply the new optical aids for the benefit of their patients.

Traduction : Richard FOXCROFT

Demande de tirés-à-part :

Docteur Jean-Philippe MALLET - 125, rue du cherche midi - 75015 Paris.

internet : microdentisterie@noss.fr

APOTHEKER H

The application of the dental microscope: preliminary report; *J Microsurg* 1981;**3**:103-106

CARR GB

Microscopes in endodontics : *J Calif Dent Assoc* 1992;**20**:55-61.

DUCAMIN J.P., BOUSSENS J.

Le microscope opératoire en odonto stomatologie : *Rev Odonto stomat* 1979;**8**:293-298

FELMAN M

Microscopic surgical endodontics : *NY State Dental J* 1994;**60**:43-45.

FRIEDMAN M.J., LANDESMAN H.M. :

Microscope-assisted precision dentistry. A challenge for new knowledge .
J Calif Dent Assoc 1998;**26**:900-905.

HUME WJ et GREAVES IC

The stereomicroscope in clinical dentistry : *Brit Dent J* 1983;**154**:288-290.

KHAYAT B.G..

The use of magnification in endodontic therapy : The operating microscope : *Pract Periodont Aesthet Dent* 1998;**10**:137-144.

KOCH K.

The microscope : its effects in your practice *Dent Clin North Am* 1997;**41**:619-627.

MALLET J.P., ROUSSEL T.

La réintervention en endodontie : la voie chirurgicale : *Real Clin Vol* 11, N° 3, 2000

MICHAELIDES

Use of the operating microscope in dentistry. *J Calif Dent Assoc* 1996;**24**:45-50

MUSIKANT B.L., COHEN B.I., DEUTSH A.S.:

The surgical microscope, not just for the specialist . *N Y State Dent J* 1996;**62**:33-35.

PERRIN P., JACKYD. et HOTZ P. Le microscope opératoire au cabinet dentaire généraliste *Rev Mens Suisse Odonto Stomatol* 2000;**110**:955-960

RUBINSTEIN R.

The anatomy of the surgical microscope and operating positions. : *Dent Clin North Am* 1997;**41**:391-413.

SHANALEC D, TIBBETTS L.

A perspective on the future of periodontal microsurgery : *Periodontology* 2000 1996;**11**:58-64.