

**LES AIDES OPTIQUES :  
IMPACTS SUR L'ORGANISATION DU TRAVAIL ET  
SUR LA SANTE DU CHIRURGIEN-DENTISTE.**

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

*Présentée et soutenue publiquement par*

**Maxime CURET**

Né le 08/03/1988

Le 28/05/2013 Devant le jury ci-dessous :

*Président*  
*Assesseur*  
*Assesseur*

M. le Professeur Alain JEAN  
Mme le Docteur Bénédicte CASTELOT-ENKEL  
M. le Docteur Christian VERNER

Directeur de thèse Mme le Docteur Valérie ARMENGOL

Par délibération, en date du 6 décembre 1972, le Conseil de la Faculté de Chirurgie Dentaire a arrêté que les opinions émises dans les dissertations qui lui seront présentées doivent être considérées comme propres à leurs auteurs et qu'il n'entend leur donner aucune approbation, ni improbation.

# TABLE DES MATIERES :

<b>1. INTRODUCTION</b> .....	5
<b>2. GENERALITES</b> .....	7
<b>2.1. Caractéristiques physiologiques de la vision</b> .....	8
2.1.1. Anatomie de l'œil humain.....	8
2.1.2. Formation d'une image.....	8
2.1.3. Paramètres de la vision.....	9
2.1.3.1. Champ visuel .....	9
2.1.3.2. Contraste .....	9
2.1.3.3. Accommodation.....	9
2.1.3.4. Convergence.....	9
2.1.3.5. Perception du relief.....	9
<b>2.2. Principes généraux des systèmes optiques</b> .....	10
2.2.1. Lentille.....	10
2.2.2. Distance focale.....	10
2.2.3. Objectif.....	10
2.2.4. Oculaire.....	10
2.2.5. Prisme.....	10
2.2.6. Loupe et mise au point.....	11
<b>3. LES DIFFERENTES AIDES VISUELLES DU CHIRURGIEN-DENTISTE</b> .....	13
<b>3.1. Les loupes</b> .....	14
<b>3.2. Les loupes binoculaires ou télé-loupes</b> .....	14
3.2.1. Description des éléments constitutifs .....	14
3.2.1.1. Partie optique.....	14
3.2.1.1.1. Système Galiléen.....	14
3.2.1.1.2. Système Képlérien .....	15
3.2.1.2. Partie mécanique .....	15
3.2.1.2.1. Support .....	15
3.2.1.2.2. Eclairage.....	17
3.2.2. Entretien .....	18
3.2.2.1. Prévention de la contamination, quels moyens ?.....	18
3.2.2.2. Comment décontaminer ses loupes ?.....	18
3.2.3. Critères de choix.....	19
3.2.3.1. Quel grossissement choisir ? .....	19
3.2.3.2. Quelle focale choisir ? Mesurer sa distance de travail.....	20
3.2.3.3. Rôle de l'angle de déclinaison .....	20
3.2.3.4. Position relative des loupes.....	20
3.2.3.5. Régler la distance inter-pupillaire.....	21
3.2.3.6. Alignement coaxial.....	21
3.2.3.7. Lunettes ou casque ?.....	21
3.2.3.8. TTL ou Flip-up ? .....	21
3.2.3.9. Avec éclairage ou non ?.....	22
3.2.3.10. Combien de temps les tester ?.....	22
3.2.3.11. Combien de temps vais-je mettre à m'y habituer ? .....	22
3.2.3.12. Quel coût ?.....	22
<b>3.3. Le microscope photonique opératoire</b> .....	22
3.3.1. Description des éléments constitutifs.....	23
3.3.1.1. Partie optique.....	23
3.3.1.1.1. Objectif.....	23
3.3.1.1.2. Oculaire.....	23

3.3.1.1.3. Prismes de grossissement.....	24
3.3.1.1.4. Mise au point.....	24
3.3.1.1.5. Valeur de grossissement.....	24
3.3.1.2. Partie mécanique.....	24
3.3.1.2.1. Statifs.....	24
3.3.1.2.1.1. Sol.....	25
3.3.1.2.1.2. Mural.....	25
3.3.1.2.1.3. Sur colonne centrale.....	25
3.3.1.2.1.4. Plafonnier.....	25
3.3.1.2.2. Freins.....	26
3.3.1.2.3. Eléments complémentaires.....	26
3.3.1.2.4. Eclairage.....	27
3.3.1.3. Partie acquisition d'images.....	27
3.3.2. Entretien.....	28
3.3.2.1. Prévention de la contamination, quels moyens ?.....	28
3.3.2.2. Comment décontaminer son microscope ?.....	28
3.3.3. Critères de choix.....	28
3.3.3.1. Type d'exercice visé.....	28
3.3.3.2. Modules complémentaires.....	28
3.3.3.3. Quelle focale ?.....	29
3.3.3.4. Quel statif ?.....	29
3.3.3.5. Courbe d'apprentissage.....	29
3.3.3.6. Coût ?.....	29
<b>4. IMPACTS SUR L'ORGANISATION DU TRAVAIL DU CHIRURGIEN-DENTISTE.....</b>	<b>30</b>
<b>4.1. Ergonomie</b> .....	<b>31</b>
4.1.1. Position de travail du praticien, règles de base.....	31
4.1.1.1. Définition.....	31
4.1.1.2. Assise.....	31
4.1.1.3. Port de tête.....	32
4.1.1.4. Position des bras.....	33
4.1.1.5. Position des mains et des doigts (points d'appui).....	34
4.1.1.6. Classification des mouvements (Classe I, II, III, IV, V).....	35
4.1.2. Gestion de l'espace .....	36
4.1.2.1. Choix du fauteuil.....	37
4.1.2.2. Choix de l'unit (kart/bras, cordons pendants, retour auto).....	38
4.1.2.3. Agencement de l'équipement : le « Basis Konzept » (BK) .....	38
4.1.2.3.1. Emplacement du praticien et de l'assistante.....	38
4.1.2.3.2. Emplacement de l'unit .....	39
4.1.2.3.3. Avantages.....	39
4.1.2.3.4. Inconvénients.....	40
4.1.2.4. Emplacement des meubles et surfaces de travail.....	40
4.1.2.5. Gestion de l'instrumentation.....	41
4.1.3. Positions du praticien et du patient selon l'acte réalisé.....	42
4.1.4. Eclairage.....	43
4.1.5. Particularités ergonomiques du travail sous aides-optiques.....	44
4.1.5.1. Loupes .....	44
4.1.5.2. Microscope opératoire.....	45
4.1.5.3. Apport de l'éclairage intégré.....	45
4.1.5.4. « Les aides optiques, faiseuses ou briseuses de posture ? » .....	46
4.1.5.5. Importance de l'intégration précoce à l'exercice.....	47
<b>4.2. Ressources humaines</b> .....	<b>47</b>
4.2.1. Différents degrés d'assistance au fauteuil.....	47

4.2.1.1. Travailler seul avec aide optique.....	47
4.2.1.2. Travail à quatre mains.....	47
4.2.1.3. Travail à six mains .....	50
4.2.2. Gestion du temps de travail de l'assistante .....	50
4.2.3 Former son personnel .....	51
<b>4.3. Gestion du matériel et consommables.....</b>	<b>51</b>
4.3.1 Instrumentation adaptée.....	51
4.3.2 Gestion de l'asepsie.....	53
<b>4.4. Economique.....</b>	<b>53</b>
4.4.1. Coût de l'investissement .....	53
4.4.2. Amélioration de la rentabilité .....	54
<b>4.5. Communication.....</b>	<b>55</b>
4.5.1. Communiquer avec le patient.....	55
4.5.1.1. Effet positif d'une nouvelle technologie.....	55
4.5.1.2. Implication du patient.....	55
4.5.1.3. Risques de sur communication, de sur visualisation.....	56
4.5.2. Communiquer avec les collaborateurs.....	56
4.5.2.1. Prothésiste.....	57
4.5.2.2. Confrère et Hôpital .....	57
4.5.2.3. Institutions.....	57
<b>4.6. Actes opératoires modifiés.....</b>	<b>57</b>
4.6.1. Impact sur le type d'acte réalisé.....	57
4.6.2. Durée des actes.....	58
4.6.3. Limites.....	59
<b>4.7. Formation .....</b>	<b>59</b>
4.7.1. La formation continue.....	59
4.7.2. La formation initiale.....	60
<b>4.8. Résumé.....</b>	<b>60</b>
<b>5. REPERCUSSIONS DE L'USAGE D'AIDES OPTIQUE SUR LA SANTE DU PRATICIEN ?.....</b>	<b>61</b>
<b>5.1 Impact sur le système musculo-squelettique .....</b>	<b>62</b>
5.1.1. Généralités .....	62
5.1.2. Les TMS des chirurgiens-dentistes .....	62
5.1.2.1. Localisation et fréquence des troubles .....	62
5.1.2.2. Etiologie et facteurs de risque d'apparition.....	63
5.1.3. Le stress.....	65
5.1.4. Moyens de prévention .....	66
5.1.5. Le temps de récupération.....	67
5.1.6. Impact des aides optiques.....	68
5.1.6.1. Effets sur la posture .....	68
5.1.6.2. Importance de l'intégration précoce à l'exercice.....	68
5.1.6.3. Quelles contraintes ? .....	69
<b>5.2 Impact sur la vision du chirurgien-dentiste.....</b>	<b>70</b>
5.2.1. La fatigue visuelle.....	70
5.2.1.1. Définition.....	70
5.2.1.2. Facteurs individuels.....	70
5.2.1.3. Facteurs professionnels.....	70
5.2.1.4. Symptômes à court terme.....	70
5.2.1.5. Symptômes à long terme .....	71
5.2.2. La vision du Chirurgien-dentiste .....	71
5.2.2.1. La lumière au cabinet dentaire .....	71
5.2.2.1.1. Les différentes sources lumineuses, le zonage lumineux.....	71
5.2.2.1.2. Lien entre lumière et acuité visuelle.....	72

5.2.2.1.3. Eblouissement et sous-éclairage.....	72
5.2.2.1.4. Aide matérielle pour une visibilité optimale.....	73
5.2.2.1.5. Apport des AO sur l'éclairage.....	73
5.2.2.2. L'acuité visuelle du chirurgien dentiste.....	73
5.2.2.3. Quel est l'impact des aides optiques sur l'acuité visuelle ?.....	74
5.2.3. Les aides optiques entraîneraient une fatigue visuelle supplémentaire, mythe ou réalité? .....	76
5.2.4. Conclusion.....	77
<b>5.3. Environnement psychologique et gestion du stress .....</b>	<b>77</b>
<b>6. TABLEAUX RECAPITULATIFS.....</b>	<b>79</b>
<b>7. CONCLUSION .....</b>	<b>83</b>
REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES.....	86
TABLE DES ILLUSTRATIONS .....	94
TABLE DES TABLEAUX .....	96

# **1. INTRODUCTION**

## **1. INTRODUCTION**

Aujourd'hui, lorsque nous ouvrons n'importe quel magazine dédié à la chirurgie-dentaire, il est impossible d'échapper à la vue de superbes photographies macroscopiques, nous exhibant les anatomies dentaire et gingivale dans leurs moindres détails.

Il en est bien souvent de même pour l'iconographie des supports visuels projetés dans les conférences de notre discipline.

Mais que ressent alors un praticien qui, lui, travaille à l'œil nu et ne peut au quotidien souscrire à un tel niveau de précision visuelle, ne serait-ce que dans la vérification de son travail. Du désarroi ? Peut être. De la frustration ? Sans doute. Aussi peut-il être tenté d'acquérir un moyen de sur dimensionner ce qu'il voit au moyen d'aides optiques. Il va donc vraisemblablement chercher à se renseigner, en consultant entre autres, la littérature.

Pourtant, malgré l'abondance de publications, faisant référence notamment aux possibilités nouvelles et aux bénéfiques sur la posture apportés par l'usage d'aides optiques, une aura de mystère semble envelopper leur usage. Peu d'articles fondés sur la preuve existent, ce sont souvent des avis de praticiens, certes référents dans leur domaine.

Il n'existe finalement, à ce jour, aucun consensus ni ouvrage regroupant l'ensemble des impacts que vont avoir l'introduction de loupes ou du microscope sur la pratique du chirurgien-dentiste.

De ce constat est née l'idée de tenter de rassembler dans un unique document une présentation descriptive des aides optiques utilisées en chirurgie-dentaire, suivie de leurs impacts respectifs sur le travail et la santé du praticien.

Dans un premier temps, et parce qu'essentiels à une bonne compréhension ultérieure, seront présentés les principes de la vision physiologique et de l'optique.

Nous détaillerons ensuite les télé-loupes et le microscope opératoire dans leur construction, leur fonctionnement, leur entretien et les critères de choix entre différents produits.

Puis nous nous emploierons à caractériser l'ensemble des impacts que peut engendrer l'intégration d'aides visuelles sur l'organisation du travail du praticien. Nous le verrons, ils concernent plusieurs facettes du travail d'un chirurgien-dentiste et sont, de fait, multiples et variés.

Une fois l'aspect du travail développé, notre attention se portera sur les conséquences de l'usage de tels dispositifs sur la santé de l'opérateur : les aides optiques sont-elles bénéfiques pour la santé ou sont-elles, au contraire, potentiellement à l'origine de pathologie ?

Cette thèse ne traitera que des aides visuelles utilisables en per opératoires, la caméra intra-orale, la macrophotographie ou la radiovisigraphie permettant des examens complémentaires préopératoires seront écartés du développement.

L'ensemble a été rédigé dans un souci d'exhaustivité et de pragmatisme, afin que tout lecteur désireux d'en savoir un peu plus sur les aides optiques soit satisfait, et parvienne à faire son choix dans les meilleures conditions possibles. Puisse ce document répondre à leurs attentes, c'est là notre unique dessein.

## **2. GENERALITES**

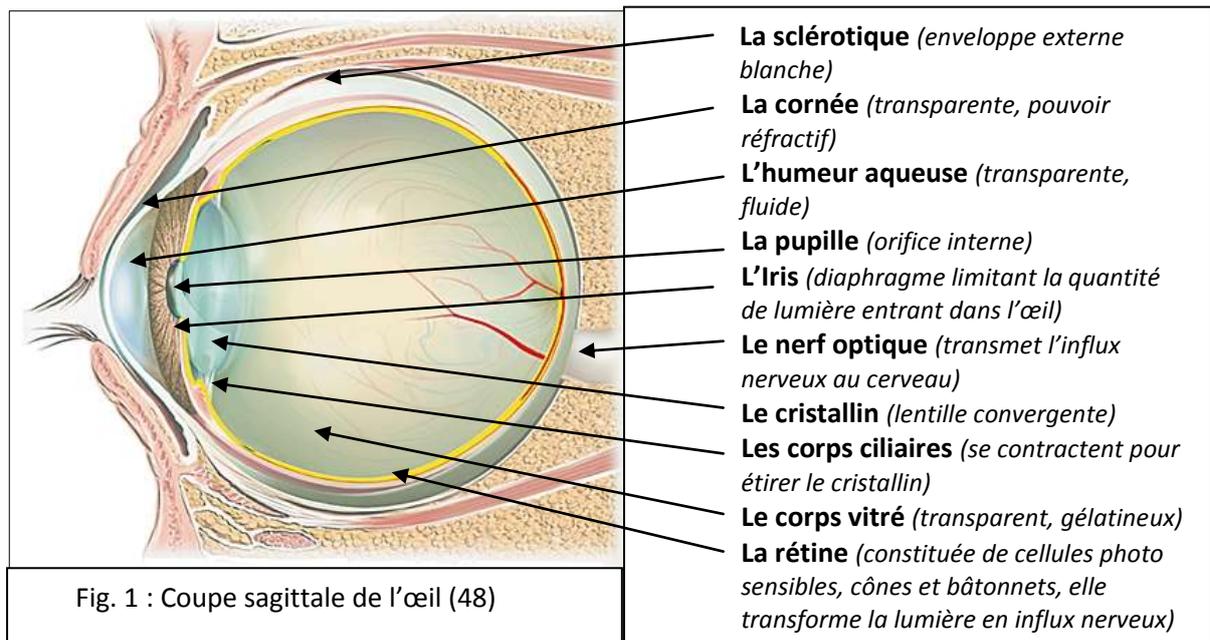
## 2. GENERALITES

### 2.1. Caractéristiques physiologiques de la vision (21)(48)(52)

Pour comprendre le fonctionnement des aides optiques, il est nécessaire de définir les composantes de la vision.

#### 2.1.1. Anatomie de l'œil humain

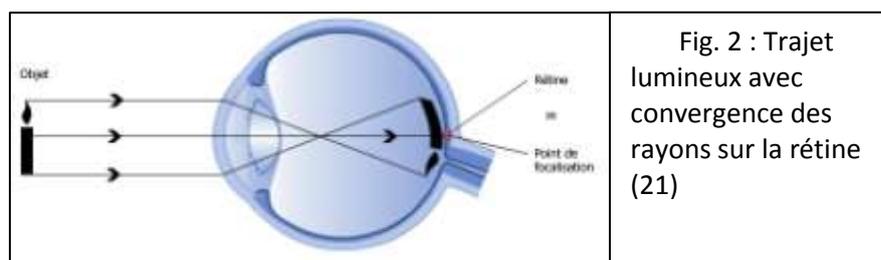
L'œil est l'organe de la vision. Il est suspendu dans l'orbite par six muscles moteurs et est relié au cerveau par le nerf optique (II). Il se compose de :



#### 2.1.2. Formation d'une image

La lumière parvenant à l'œil traverse différentes couches transparentes avant de parvenir aux cellules photo réceptrices. Dans l'ordre chronologique, elle passe par la cornée, l'humeur aqueuse, le cristallin et le corps vitré. A chaque changement de milieu, l'image est légèrement modifiée.

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.



### 2.1.3. Paramètres de la vision

#### 2.1.3.1. Champ visuel

C'est la superficie de la zone de netteté, composée d'une partie centrale et d'une partie périphérique. Il est défini par :

- La largeur de champ : plus large dans le sens transversal que vertical, elle représente un angle de 40° sans effort, à 80° avec effort.
- L'acuité visuelle ou pouvoir séparateur : distance minimale séparant deux points que l'œil peut percevoir comme distincts. Mesurée en dixièmes, elle varie selon les individus, la luminosité, les contrastes, le moment de la journée.
- La profondeur de champ : distance qui sépare les parties extrêmes d'un objet qui sont vues nettement, sans variation de mise au point ou d'accommodation visuelle pour un opérateur.

#### 2.1.3.2. Contraste

C'est l'opposition de deux choses qui sont mises en valeur par leur juxtaposition. Plus elles sont différentes, plus le contraste est élevé.

#### 2.1.3.3. Accommodation

C'est un processus physiologique de mise au point, permettant de voir nettement un objet, quelle que soit sa distance. L'élément principal du mécanisme est le cristallin. C'est une lentille souple, qui, par le jeu des muscles ciliaires, peut se dilater ou se contracter. En faisant ainsi varier sa courbure, le cristallin modifie sa puissance réfractive et déplace la lumière focalisée vers l'avant ou l'arrière pour la projeter exactement sur la rétine.

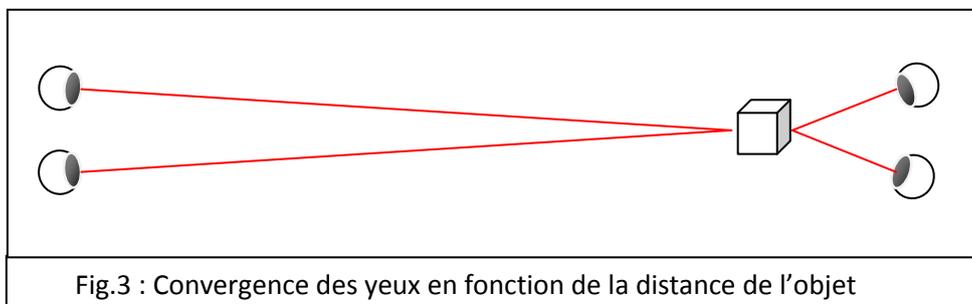
Tout défaut d'accommodation conduit à une image qui ne se forme pas sur la rétine et qui est perçue floue.

- L'hypermétropie est un manque de convergence, l'image se forme en arrière de la rétine.
- La myopie est un excès de convergence, l'image se forme en avant de la rétine.
- La presbytie est un manque de convergence par perte d'élasticité des structures avec l'âge.

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

#### 2.1.3.4. 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. Les champs visuels peuvent alors se superposer. En l'absence de convergence le sujet voit double.



#### 2.1.3.5. Perception du relief

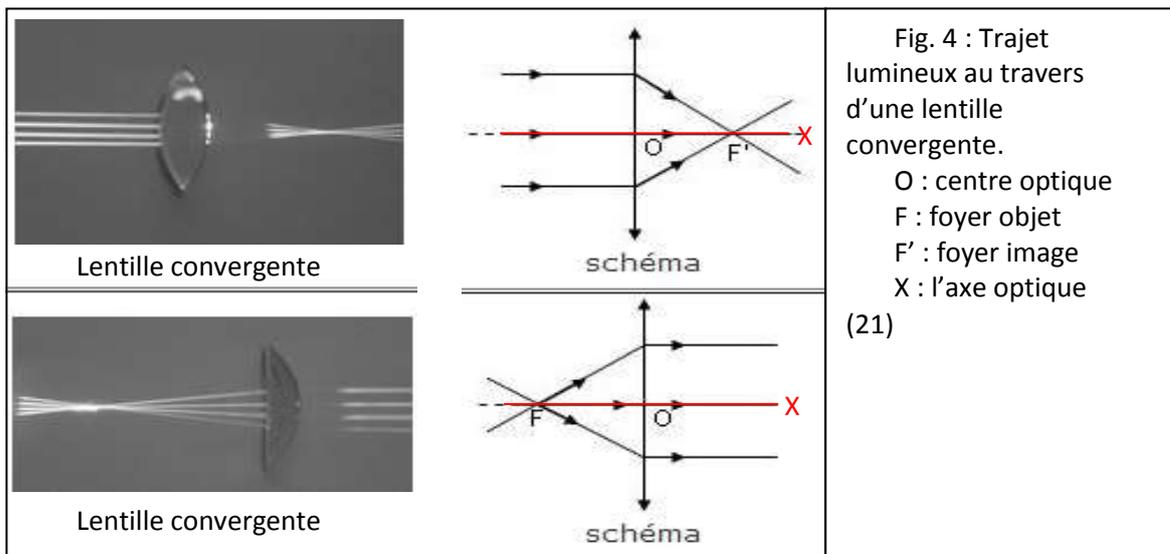
Malgré le phénomène de convergence, chaque œil perçoit une image légèrement différente d'un volume observé. Le cerveau en reconstituant l'image interprète cette différence et donne la notion

de relief, c'est le principe de la vision stéréoscopique. Le cinéma 3D en plein développement actuellement repose sur ce principe. Il est nécessaire de garder à l'esprit que la perception du relief ne peut se faire que de façon binoculaire car basée sur le décalage.

## 2.2. Principes généraux des systèmes optiques (21)(52)

### 2.2.1. Lentille

Système optique transparent déviant les rayons lumineux incidents par phénomène de réfraction. Elle se compose d'un axe optique (son axe de symétrie), et d'un centre optique (l'intersection de cet axe avec le centre de la lentille). Une lentille peut être convergente ou divergente. Le point d'intersection des rayons est appelé foyer. Il y a un foyer objet  $F$  (côté objet) et un foyer image  $F'$  (côté œil).



### 2.2.2. Distance focale

C'est la distance entre le centre optique de la lentille et les foyers ( $OF$  et  $OF'$ ). Toute lentille possède une distance focale qui lui est propre. Dans le cas des lentilles convergentes utilisées dans les aides optiques dentaires, elle sera directement liée à la distance de travail (Cf. 2.2.6.)

### 2.2.3. Objectif

C'est le système optique tourné vers l'objet que l'on veut voir. Il produit une image intermédiaire dite réelle, inversée dans le rapport qui lui est propre. C'est une lentille convergente.

### 2.2.4. Oculaire

L'oculaire est le système optique tourné du côté de l'œil et sert à examiner l'image fournie par l'objectif. Il l'amplifie, la rend plus plane et plus nette. C'est un ensemble de lentilles convergentes ou divergentes selon les systèmes.

### 2.2.5. Prisme

Un prisme est un élément optique utilisé pour réfracter la lumière, la réfléchir ou la 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.

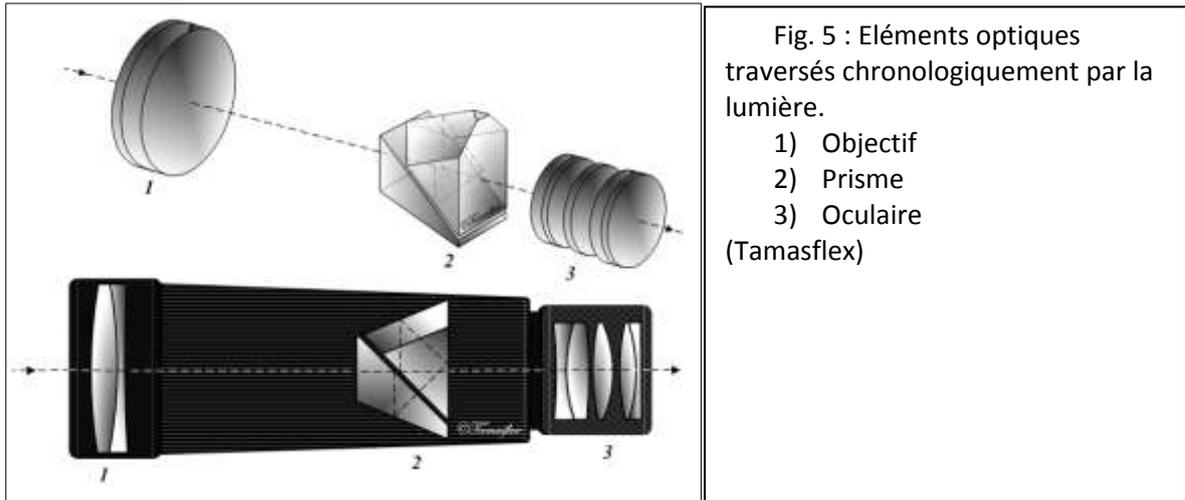


Fig. 5 : Eléments optiques traversés chronologiquement par la lumière.  
 1) Objectif  
 2) Prisme  
 3) Oculaire (Tamasflex)

### 2.2.6. Loupe et mise au point

La mise au point revient à trouver l'intervalle de distance objet-loupe pour lequel l'objet est visible nettement. Cette notion est essentielle car elle agit sur l'accommodation, mécanisme naturel mais pouvant entraîner une fatigue s'il est prolongé. Sans entrer dans les détails, elle peut être résumée ainsi :

Supposons un œil normal, placé au foyer image d'une loupe (là où elle renvoie son image modifiée), et rapprochons celle-ci d'un objet.

- Au début, l'objet est au-delà du foyer objet, l'image est réelle et derrière l'œil ; donc l'œil ne voit rien.

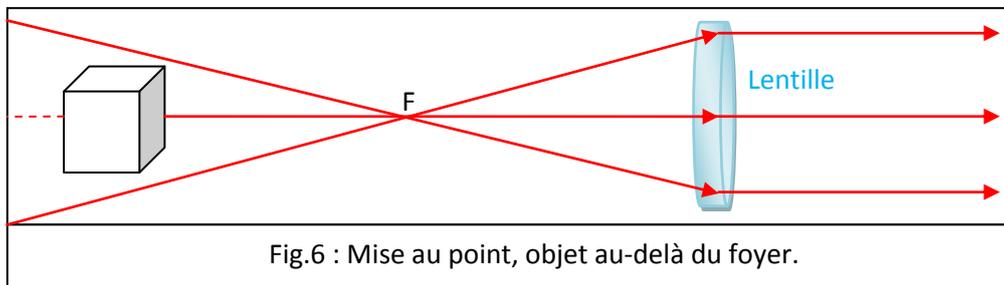


Fig.6 : Mise au point, objet au-delà du foyer.

- Quand l'objet arrive au foyer objet, l'image est à l'infini; l'œil normal la voit nettement sans accommoder.

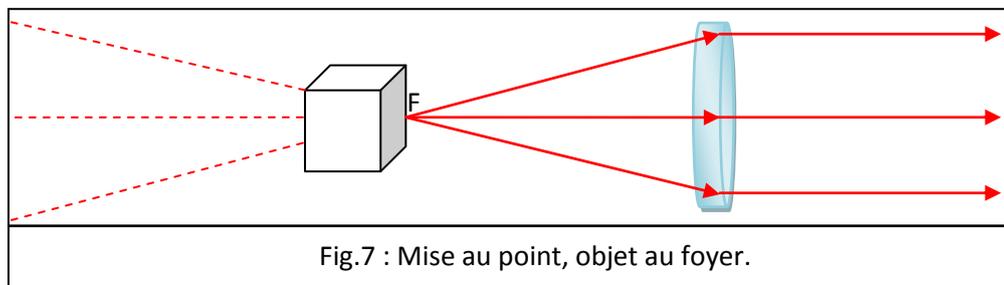
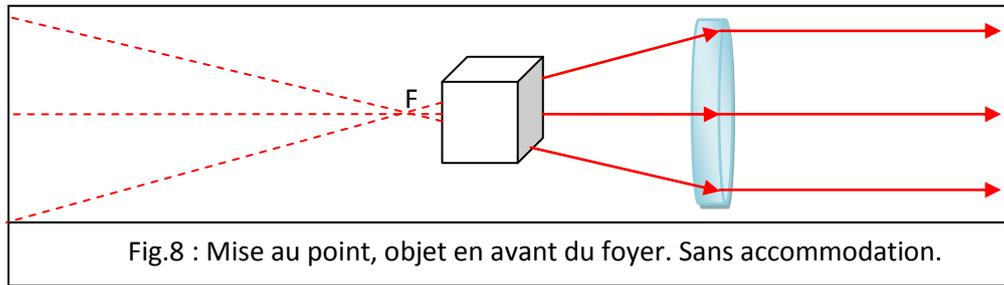
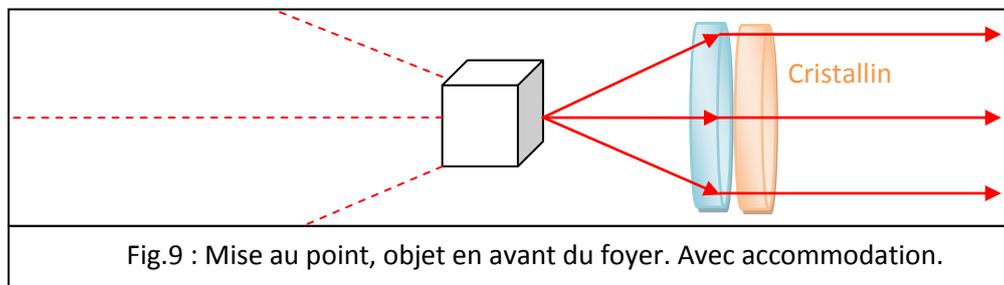


Fig.7 : Mise au point, objet au foyer.

- Continuons à rapprocher la loupe. L'objet dépasse le foyer, les rayons ne convergent plus en un point précis, l'objet est flou.



L'œil pouvant accommoder, le cristallin peut se schématiser par une lentille convergente supplémentaire permettant de rapprocher le foyer image et d'avoir une image nette. L'image reste visible nettement jusqu'au moment où elle arrive au *punctum proximum*, limite de capacité du cristallin.



Afin de ne pas faire intervenir l'accommodation, la situation idéale est donc de placer l'objet observé au plus près du foyer de la loupe. Autrement dit de faire coïncider distance focale et distance de travail. Cette notion est fondamentale pour le choix de ses loupes, nous y reviendrons en (3.2.3).

### **3. LES DIFFERENTES AIDES VISUELLES DU CHIRURGIEN-DENTISTE**

### 3. LES DIFFERENTES AIDES VISUELLES DU CHIRURGIEN-DENTISTE

#### 3.1. Les loupes (21) (52)

La loupe est le système optique grossissant le plus simple. Elle permet un grossissement X2 mais sa courte distance focale impose une distance de travail également courte (12,5cm). De ce fait, elles ne pourront être intégrées à notre exercice : sous vision binoculaire et à distance du site opératoire.

#### 3.2. Les loupes binoculaires ou télé-loupes(21) (52)

Ce sont les télé-loupes que les chirurgiens-dentistes utilisent aujourd'hui. En combinant des loupes avec le principe du télescope, la distance de travail a pu être augmentée et rendue compatible avec notre exercice.

##### 3.2.1. Description des éléments constitutifs

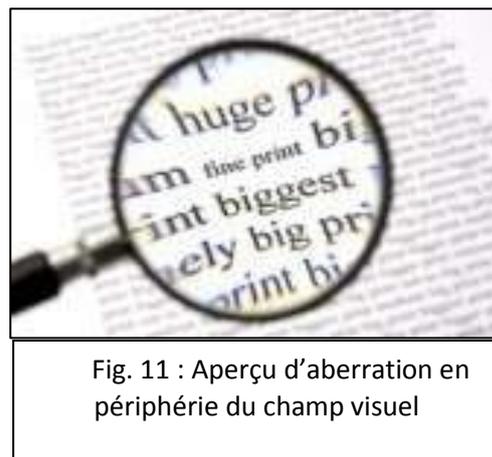
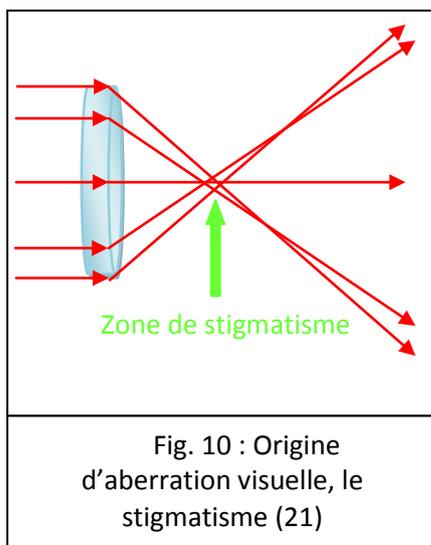
###### 3.2.1.1. Partie optique

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

###### 3.2.1.1.1. Système Galiléen

Système très simple, composé d'un objectif convergent et d'un oculaire divergent permettant de redresser l'image.

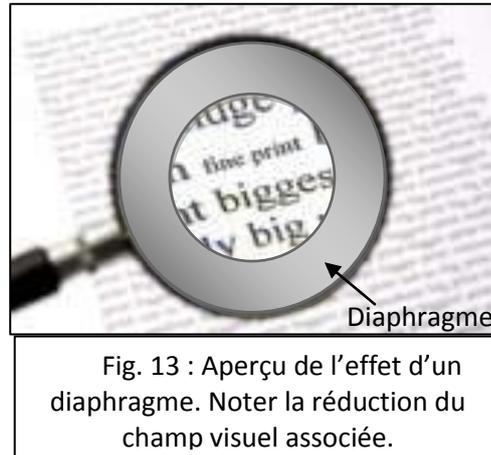
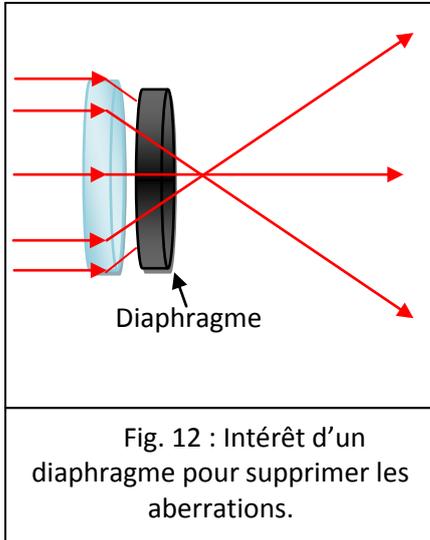
Ce système ne présentant pas de diaphragme, les rayons ne sont pas diffractés avec le même angle. Ils ne se coupent pas en un point précis mais en une zone dite de stigmatisme. Il en résulte l'apparition d'aberrations visuelles en périphérie du champ visuel : torsion de l'image, couleurs modifiées par exemple.



De plus, si l'on souhaite augmenter la puissance de la loupe, il faut réduire sa distance focale en la rendant plus bombée, ce qui entraîne encore plus de déformations de l'image. C'est pourquoi ce type de construction n'est utilisable en chirurgie-dentaire qu'à de faibles grossissements (x2,5 maximum).

### 3.2.1.1.2. Système Képlérien

Système plus complexe utilisant un diaphragme (Fig.12) ayant pour rôle de filtrer les rayons périphériques déformés donc diminuer les aberrations. Il met également en œuvre un jeu de prismes internes (Fig. 5) qui redressent l'image inversée fournie par l'objectif. Enfin, l'oculaire convergent grossit cette image. Grâce à ce procédé les grossissements peuvent être plus forts, de x3 à x8, pour des distances de travail de 19cm à 35cm.

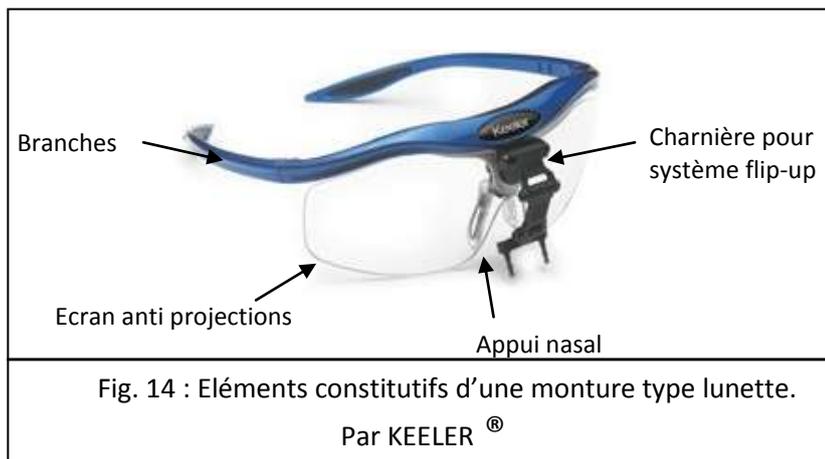


### 3.2.1.2. Partie mécanique (30) (58) (71)

#### 3.2.1.2.1. Support

##### - Monture type paire de lunettes

Support à appui nasal, le plus répandu. Ses principales qualités seront sa légèreté et un faible encombrement si adopté sans éclairage.



##### - Casque ou serre-tête

Support à appui pariétal. Plus encombrant, il favorise néanmoins l'adjonction d'un éclairage car répartissant mieux le poids supplémentaire et évite des douleurs par compression au niveau de l'appui nasal classique.

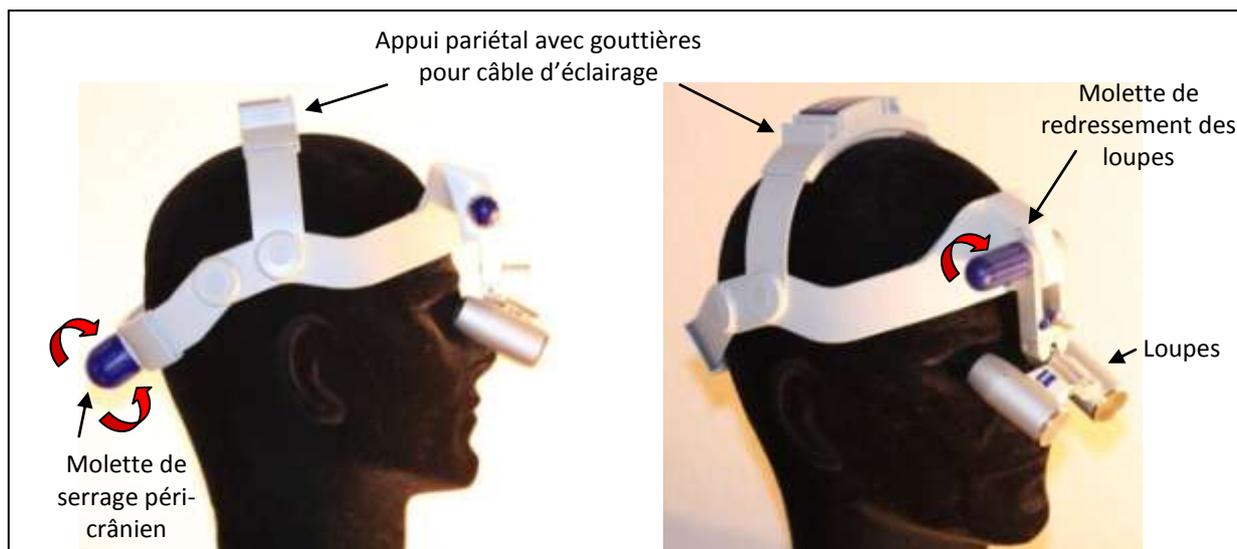


Fig. 15 : Eléments constitutifs d'une monture casque. Par ZEISS®

- **Système incorporé ou TTL (Through The Lens)**

Les loupes sont intégrées au verre de protection, elles le traversent, d'où leur nom.

L'angle entre la loupe et le verre est choisi avant la fabrication par un ensemble de mesures et ne sera plus modifiable.

Le verre de soutien peut être optiquement neutre, ou correctif (myopie, hypermétropie...). Cependant en cas d'évolution de la correction, il faudra changer tout le dispositif pour le réadapter.



Fig. 16 : Système TTL, par ACTS Medical® et Orasoptic®

- **Système Flip-up**

Les loupes sont fixées sur la monture par une charnière comprenant de 1 à 3 axes permettant de la relever hors champ visuel si nécessaire.

L'angle loupe/verre est réglé manuellement et modifiable à tout instant.

Le verre de protection peut également être neutre ou correctif, il pourra être changé sans reprendre toute la construction.

Les loupes peuvent être interchangeables, ceci afin de passer d'un grossissement à un autre en fonction de l'activité clinique.



Fig. 17 : Système Flip-up par KEELER<sup>®</sup> (gauche) et ZEISS<sup>®</sup> (droite)

### 3.2.1.2.2. Eclairage

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

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

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

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

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

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

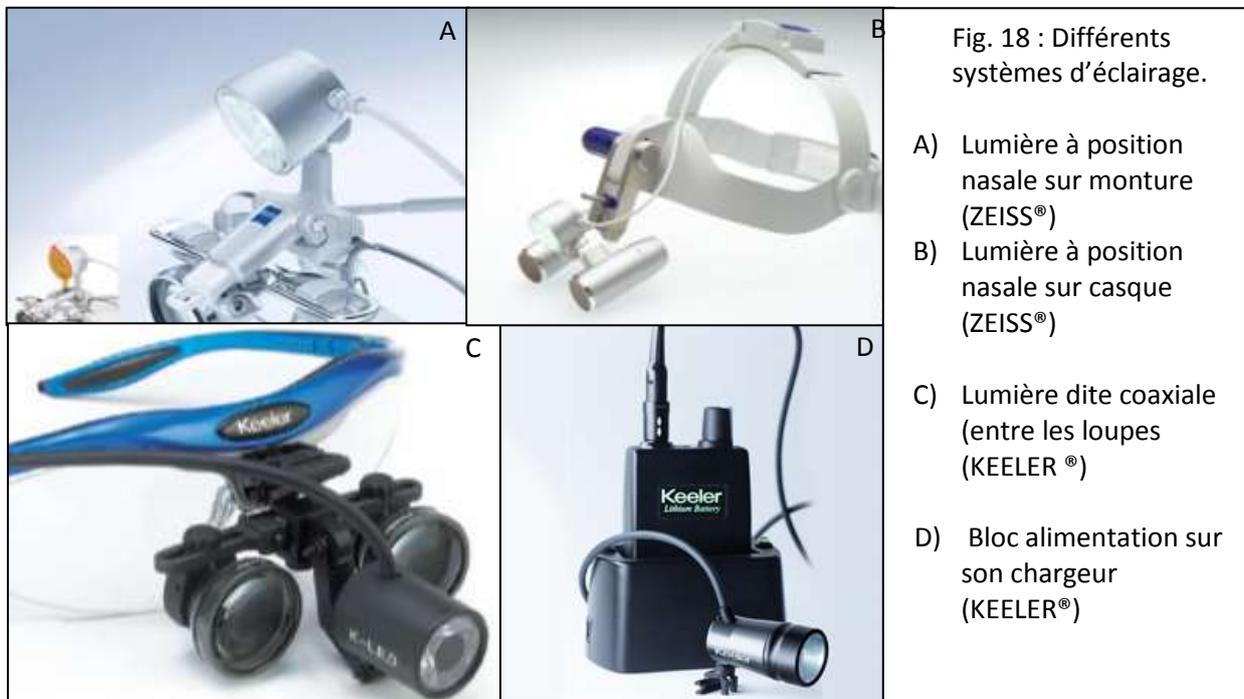


Fig. 18 : Différents systèmes d'éclairage.

A) Lumière à position nasale sur monture (ZEISS<sup>®</sup>)

B) Lumière à position nasale sur casque (ZEISS<sup>®</sup>)

C) Lumière dite coaxiale (entre les loupes (KEELER<sup>®</sup>))

D) Bloc alimentation sur son chargeur (KEELER<sup>®</sup>)

### 3.2.2. Entretien (25) (72)

#### 3.2.2.1. Prévention de la contamination, quels moyens ?

La meilleure prévention passe tout d'abord par quelques règles de manipulation simples.

Ne jamais toucher directement les surfaces optiques (objectif et oculaire), le gras des doigts est le plus difficile à nettoyer.

Les loupes doivent être manipulées le moins possible une fois les gants mis. Le réglage initial doit être minutieux afin de ne pas avoir à être corrigé lors du soin, suite à un changement de position ou de secteur par exemple. Toutefois pour permettre aux flip-up d'être redressées ou rabaisées entre 2 étapes, des gaines stérilisables peuvent être ajoutées.

Malgré tout, par leur proximité de la zone de soin, et étant situées en avant de l'écran de protection, les loupes sont susceptibles de recevoir des projections et d'être contaminées. Des bonnettes ou capuchons stérilisables peuvent être montés sur les objectifs pour les protéger. Ils peuvent être plans (neutres) ou d'une puissance d'une dioptrie, augmentant le grossissement mais réduisant la distance focale, donc de travail. Ceci peut présenter un intérêt à fort grossissement, 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.



Fig. 19 :

- A) Capuchons stérilisables (KEELER<sup>®</sup>)
- B) Gaines de protection stérilisables (ZEISS<sup>®</sup>)

#### 3.2.2.2. Comment décontaminer ses loupes ?

Les loupes sont des systèmes fragiles, non autoclavables car thermosensibles : les éléments optiques notamment seraient détruits par la chaleur. Hormis les capuchons protecteurs d'objectif évoqués ci-dessus, aucun élément ne pourra être stérilisé. Il faut donc désinfecter la monture selon les recommandations de la Direction Générale de la Santé :

- 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<sup>®</sup> 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. Des kits de nettoyage optiques existent.

D'abord utiliser une soufflette pour éliminer les poussières, et non les microfibras 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.

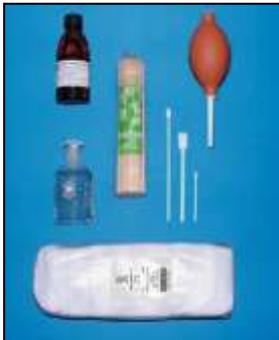


Fig. 20 : Kit de nettoyage ZEISS® (72)



Fig. 21 : Technique de nettoyage des surfaces optiques (72)

### 3.2.3. Critères de choix (7) (16) (17) (24) (45) (52) (59) (64) (67-70)

Comme tout matériel à usage professionnel, les critères de sélection des loupes peuvent se diviser en deux sous-groupes : les absolus et les relatifs.

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.

Un praticien, face à la multitude de loupes proposées peut rapidement perdre de vue les éléments essentiels et choisir au « coup de cœur » sa paire de loupe.

Nous allons ici proposer une série chronologique de questions à se poser afin de bien choisir son aide optique.

#### 3.2.3.1. Quel grossissement choisir ?

Les grossissements proposés vont du x2.0 au x5,5. Lorsqu'on augmente le grossissement, deux notions sont à retenir :

- on réduit la largeur du champ visuel et la profondeur de champ : on travaille sur un volume plus réduit. De plus, on augmente la zone aveugle (scotome) entre vue normale et agrandie (perte de repères)
- on diminue la quantité de lumière reçue, il faut augmenter l'éclairage.

Un faible grossissement (x2 à 3,5) est recommandé pour : actes sur large secteur (parodontie, contrôles), praticien débutant le travail sous aide optique (peu de perte de repères).

Un fort grossissement (x3,5 à 5) est recommandé pour : actes sur zone précise (odontologie conservatrice, endodontie, prothèse fixée et amovible, chirurgie sur petite surface), praticien expérimenté au travail sous aide optique.

Grossissement	2,15	2,75	3,5	5,0
Profondeur de champ (cm)	23	13,6	11	10,6

Tableau 1 : Evolution de la profondeur de champ en fonction du grossissement (52)

### 3.2.3.2. Quelle focale choisir ? Mesurer sa distance de travail

Nous l'avons vu, la distance focale idéale est confondue avec la distance de travail (2.2.6.). C'est pour cela que les fabricants proposent des « distances de travail » variables. Ce sont en réalité des distances focales des loupes qui varient.

Choisir est extrêmement simple, il suffit de mesurer sa propre distance de travail. Une fois le praticien placé en position neutre et le patient installé, une tierce personne doit mesurer la distance entre les yeux de l'opérateur et la zone à soigner (bord incisif maxillaire par exemple).

A faible grossissement, la profondeur de champ élevée englobera l'ensemble de la cavité buccale.

A fort grossissement, réaliser plusieurs mesures ciblant divers secteurs pour les soumettre au fournisseur.

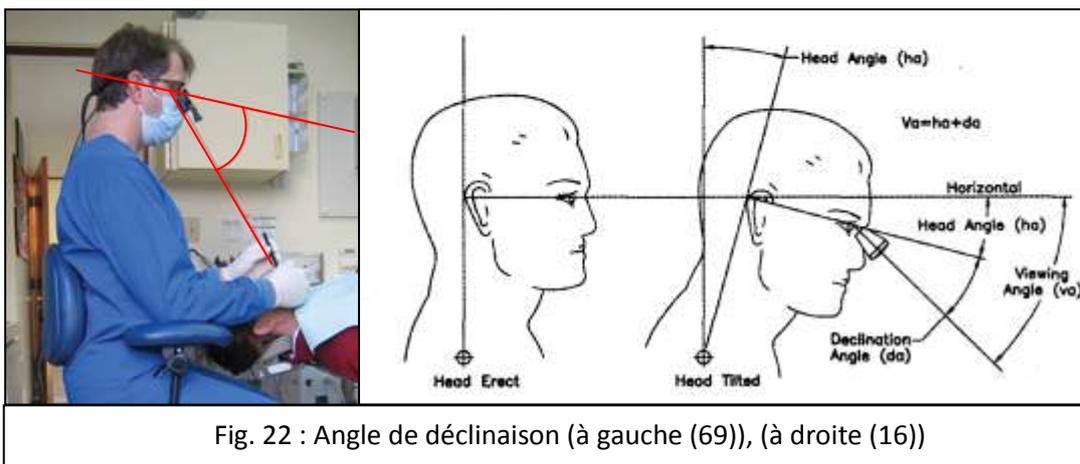
### 3.2.3.3. Rôle de l'angle de déclinaison

Quand la tête est droite, un axe horizontal passant par les yeux regardant droit devant peut être tracé. L'axe visuel est alors confondu avec l'horizontale. Si l'on baisse les yeux on crée un angle entre axe visuel et horizontale : c'est l'angle de déclinaison.

Les loupes doivent être placées selon l'angle de déclinaison le plus élevé possible sans effort.

Plus l'angle est élevé, plus l'axe est vertical, moins la tête doit être penchée en avant.

Moins il est élevé, plus l'axe est horizontal, plus il faut baisser la tête pour voir le champ opératoire.



Pour les flip-up, l'angle est adaptable directement grâce aux axes charnières. Pour les TTL, l'angle sera défini avant la fabrication et définitif.

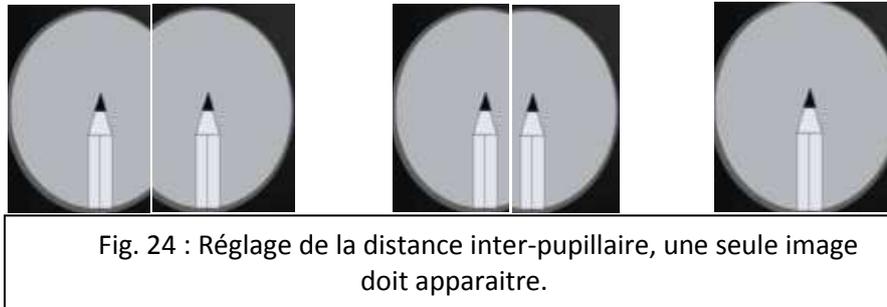
### 3.2.3.4. Position relative des loupes

Plus les loupes seront situées bas par rapport aux pupilles, moins la tête sera inclinée par la suite. Il faut donc des montures qui le permettent : larges et basse



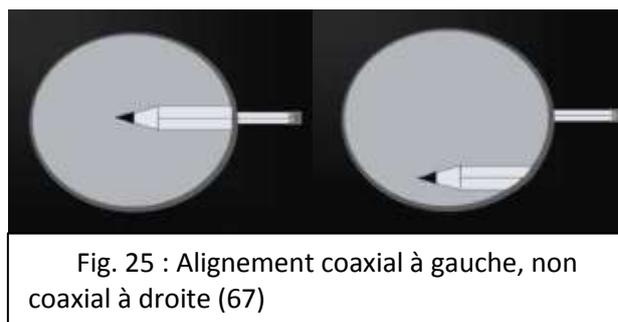
### 3.2.3.5. Régler la distance inter-pupillaire

La distance inter-pupillaire est variable selon les individus, elle doit être réglée de façon à faire coïncider parfaitement les deux images perçues par chaque œil. Si les loupes sont déplaçables de façon indépendantes, veiller à conserver la même distance de chaque loupe par rapport au centre. Sinon, la convergence sera perturbée. Certains modèles ont une molette d'écartement simultanée, plus sûr et plus ergonomique.



### 3.2.3.6. Alignement coaxial

Dans le plan vertical, le passage d'un objet entre champ et hors-champ doit se faire de façon alignée.



### 3.2.3.7. Lunettes ou casque ?

L'appui nasal doit être large et confortable, en silicone, il sera facilement modelable à la morphologie de chacun. Cependant, surtout si l'on porte un éclairage, l'appui peut être douloureux à la longue. Au quel cas le casque présente une très bonne répartition du poids, mais le style est différent. Le serrage ne sera pas excessif.

### 3.2.3.8. TTL ou Flip-up ?

Le flip-up est largement recommandé car beaucoup plus personnalisable. Il est possible de gérer son angle de déclinaison, son écart inter-pupillaire, la distance yeux/loupes (modifie la largeur du champ agrandi), ou encore la position verticale des loupes. Il est même possible de changer de jeu de loupe pour passer à un grossissement différent en fonction du cas. Une meilleure adaptabilité améliore le confort du praticien.

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.

### 3.2.3.9. Avec éclairage ou non ?

Facultatif à faible grossissement (X2, X2,5), avec un bon éclairage ambiant et des optiques de qualité.

Indispensable à plus fort grossissement. Lorsqu'on agrandi une image, on perd de la luminosité, il faut donc apporter davantage de lumière à l'objet observé pour conserver les mêmes niveaux de contraste et d'acuité visuelle. Ensuite, pour diminuer les zones d'ombre, inévitables dans la cavité buccale, l'éclairage coaxial est la meilleure solution. En effet, si la lumière suit le même axe que l'axe visuel, il n'y a pas d'ombre, donc une meilleure visualisation.

L'encombrement et le poids supplémentaires ne doivent en aucun cas dissuader le praticien d'adopter un éclairage coaxial, mais ils ne doivent pas être délétères pour sa posture, nous y reviendrons.

### 3.2.3.10. Combien de temps les tester ?

L'idéal est de pouvoir tester le système sur deux journées, à son cabinet : une première pour essayer une première configuration, et une deuxième avec des modifications éventuelles (autre grossissement, autre support). Une heure est généralement le temps proposé par les distributeurs, c'est insuffisant. Sur un temps trop court, le praticien ne pourra pas ressentir les effets dus au poids, au serrage, à un angle de déclinaison inadapté, ou encore si la puissance est adaptée à son exercice. Demander plus de temps d'essai permettra d'être sûr de son choix.

### 3.2.3.11. Combien de temps vais-je mettre à m'y habituer ?

Il est recommandé de ne pas porter d'emblée toute la journée ses loupes une fois acquises. Il faut réadapter sa posture, retrouver des repères visuels et des points d'appui différents. Pendant les deux à trois premiers jours, ne les porter que 2h de suite par jour. Puis, augmenter progressivement le temps de port pendant les 10 jours suivants. En règle générale, deux à trois semaines suffisent à s'habituer au travail sous loupes. Précipiter cette courbe d'apprentissage peut entraîner l'apparition de maux de tête et favoriser de mauvaises positions de travail.

### 3.2.3.12. Quel coût ?

De 700€ à 2800€ selon les distributeurs et les options.

## 3.3. Le microscope photonique opératoire

### 3.4.



Fig. 26 :  
Stéréo -microscope  
(ZEISS®).

### 3.4.1. Description des éléments constitutifs (14) (20) (52) (65) (71)

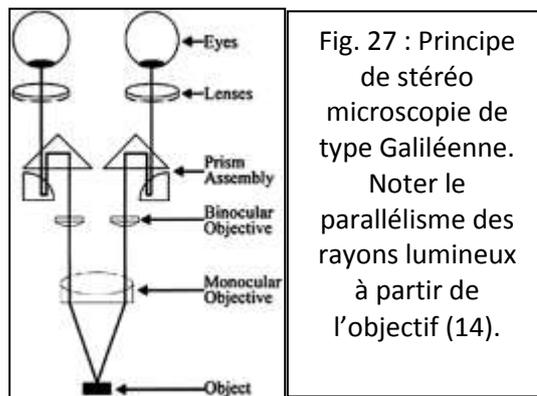
#### 3.4.1.1. Partie optique

La principale différence entre les télé-loupes et le microscope stéréoscopique réside dans l'absence de convergence des yeux à l'utilisation du microscope.

Basé sur le principe de Galilée (sans rapport avec celui du 3.2.1.1.1.), Il divise l'image de l'objectif en deux et les redresse afin de les positionner en un axe de vision parallèle. L'opérateur regarde donc une image située à l'infini, d'un point de vue convergence.

Côté accommodation, même principe que pour les loupes, si l'objet est situé au foyer de l'objectif, on a une vision à l'infini sans besoin d'accommoder à l'aide du cristallin. L'opérateur regarde également une image située à l'infini, d'un point de vue accommodation.

C'est la raison pour laquelle travailler sous microscope est souvent ressenti comme étant peu contraignant visuellement.



#### 3.4.1.1.1. Objectif

Son principe optique est identique à celui des loupes. Il peut être interchangeable grâce à une vis de serrage, ceci présente deux intérêts.

Tout d'abord, lors de l'acquisition et de la phase de test du microscope, il est possible de travailler avec différentes focales, donc différentes distances de travail.

Ainsi le praticien pourra choisir la ou les focales les plus adaptées à sa morphologie. Ensuite il pourra changer de focale au cours de son exercice, selon ses habitudes cliniques.



Fig. 28. Objectif à focale de 250 mm (ZEISS®)

#### 3.4.1.1.2. Oculaire

Les oculaires sont aussi interchangeables et peuvent avoir une puissance optique de 1 à 8 dioptries, permettant, le cas échéant de corriger les troubles de convergence des praticiens. Ils devront bien entendu remettre leurs lunettes dès que leur regard quittera le champ du microscope.

D'un point de vue ergonomique, il est préférable d'utiliser des bonnettes caoutchoutées rétractables permettant le port de lunettes correctrices.

La distance inter pupillaire est réglable par une molette graduée.



Fig. 29. Oculaires (ZEISS®)

### 3.4.1.1.3. Prismes de grossissement

Entre l'objectif et l'oculaire, l'image passe par une série de prismes dont ceux dits de grossissement. C'est à leur niveau qu'il est possible de modifier la valeur d'agrandissement, de zoomer. Deux systèmes existent :

- La tourelle : plusieurs prismes de pouvoir grossissant croissant sont montés sur un cylindre que l'on actionne par une molette latérale. On passe de palier en palier, généralement de x8, x10, x16 ; ou à cinq niveaux x3,5, x8, x10, x16, x24. Chaque passage de palier demandera une légère mise au point et éventuellement un léger recadrage.
- Le zoom électrique : le bloc optique est monté sur un axe vertical et se déplace de façon linéaire. La mise au point est continue. Le zoom peut être commandé manuellement au guidon ou au pied via un pédalier.



### 3.4.1.1.4. 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 située sur l'objectif ou par zoom optique. Un auto focus existe sur les zooms électriques.



### 3.4.1.1.5. Valeur de grossissement

Le grossissement final dépend de la conjonction des pouvoirs optiques des éléments du microscope selon la formule :

$$\text{Grossissement total} = \frac{\text{Focale binoculaire} \times \text{Gt oculaire} \times \text{Gt prismes}}{\text{Focale objectif}}$$

## 3.4.1.2. Partie mécanique

### 3.4.1.2.1. Statifs

Le statif est le support du microscope, sur lequel est fixé un premier bras rotatif rigide. Un deuxième bras vient s'articuler au premier en ciseau, à la manière d'un bras de tube radiologique. A son extrémité sera fixé le microscope, lui-même constitué de petits segments articulés permettant son positionnement fin. Les bras ont pour rôle de porter le poids de la structure et de déplacer le microscope de la position de soin à la position d'inactivité.

#### 3.4.1.2.1.1. Sol

Au sol, le plateau sera monté sur roulettes. Cette solution peut être séduisante lors de l'achat, pour tester sans fixer ; ou pour s'imaginer travailler sur plusieurs fauteuils avec le même microscope, pour un praticien seul ou lors d'un achat à plusieurs.

Or cela s'avère être un très mauvais choix :

- une mobilisation excessive risque d'endommager l'appareil (chocs, surcharges et porte-à-faux excessifs),
- la stabilité de l'ensemble est précaire même avec des freins à roulettes,
- le plateau de sol et les câbles sont très encombrants et gênent la circulation,
- la position de confort est difficile à retrouver entre deux patients, la mise en place est plus longue et contraignante, entraînant à la longue une lassitude et un risque de désintéressement de l'appareil.

Une structure fixe est incontournable pour ne pas transformer l'usage en contrainte.

#### 3.4.1.2.1.2. Mural

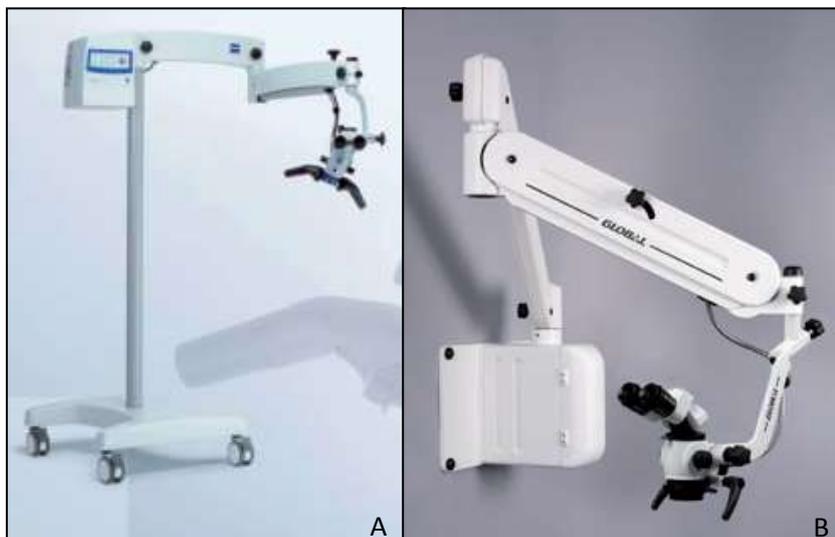
Le mural est utilisé quand la hauteur sous plafond ne permet pas le statif plafonnier. Il est traditionnellement fixé au dos du praticien, dans l'axe du fauteuil. Noter que la circulation est bloquée au niveau de ce mur.

#### 3.4.1.2.1.3. Sur colonne centrale

La colonne centrale allant du sol au plafond permet de regrouper de nombreux éléments (tube radio, scalytique, écran, unit) et minimise l'encombrement. C'est une bonne solution à condition de bien agencer les déplacements des bras des différents appareils. S'ils se croisent et que la mise en place de l'un nécessite le déplacement de l'autre, mieux vaut déplacer une des fixations au plafond (scalytique) ou au mur (radio).

#### 3.4.1.2.1.4. Plafonnier

Le statif plafonnier est une excellente solution d'un point de vue ergonomique. Il sera fixé au dessus du praticien, légèrement décalé à droite (11h) pour un droitier. Il ne génère aucun encombrement et est placé de façon à pouvoir être amené en position de travail facilement.



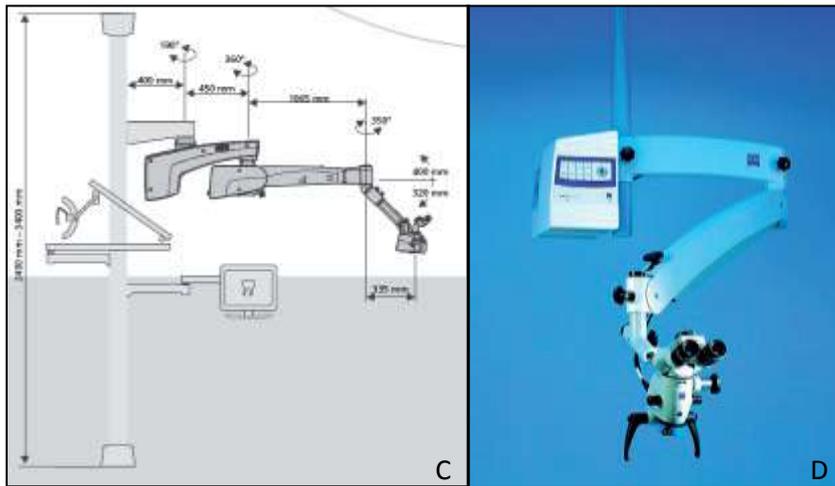


Fig. 32 : Différents supports :

- A) Sol (ZEISS®)
- B) Mur (GLOBAL®)
- C) Colonne
- D) Plafond (ZEISS®)

#### 3.4.1.2.2. Freins

Les freins sont les dispositifs qui rigidifient l'ensemble de la structure. Ils bloquent les articulations entre les différents bras et permettent une stabilité de l'ensemble.

S'ils sont trop serrés la manipulation est difficile et les pièces forcent, entraînant leur usure prématurée. De plus les déplacements se feront par à coups, non fluides.

A l'inverse une trop grande laxité empêchera de placer le microscope comme on le souhaite, la gravité faisant inmanquablement son effet. Le réglage des freins est une étape clé de l'installation.

Des bras très rigides associés à des freins de qualité rendront l'usage du microscope confortable car stable, sans oscillation, et finement positionnable.

Les microscopes dits haut-de-gamme sont pourvus de freins à blocage magnétique. Par pression d'un bouton le microscope est libéré, comme en apesanteur, et est verrouillé lors du relâchement de ce bouton.

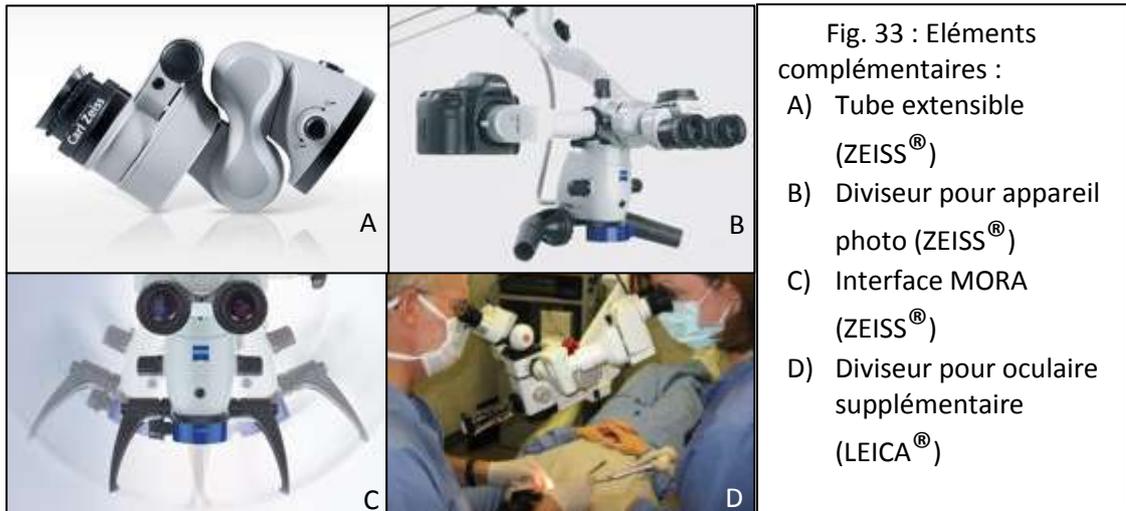
#### 3.4.1.2.3. Éléments complémentaires

Outre l'objectif à focale variable, de nombreux éléments peuvent être adaptés sur le microscope de base.

Les oculaires peuvent être montés sur un axe extensible, permettant d'éloigner ou rapprocher le microscope du praticien sans modifier sa position de travail (en cas de patient très petit ou très grand).

Le microscope peut être monté sur un axe de rotation sagittal, en gardant la ligne bi-pupillaire parallèle au sol.

Un diviseur d'image permet de monter un oculaire supplémentaire pour l'aide opératoire, un appareil photo, ou encore une caméra haute définition.

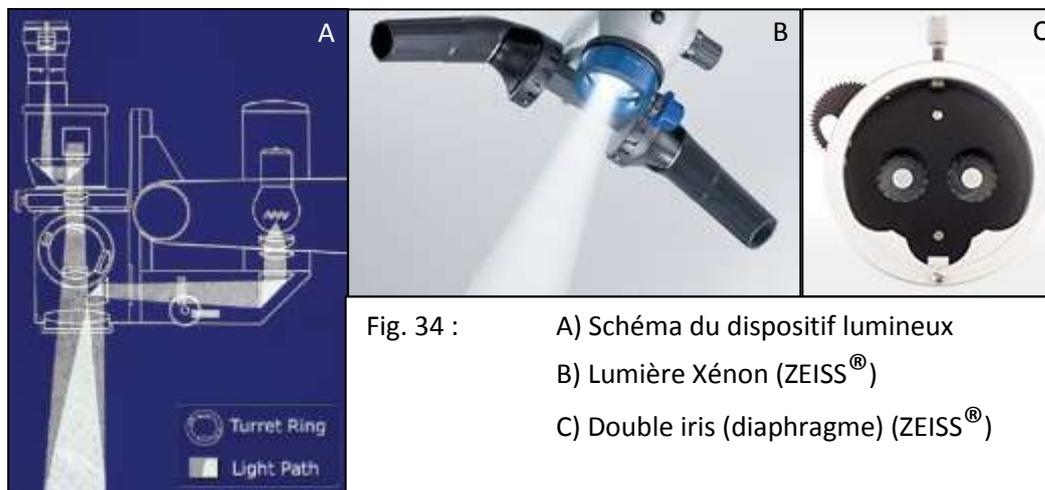


#### 3.4.1.2.4. Eclairage

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 quantité de lumière à fournir est importante.



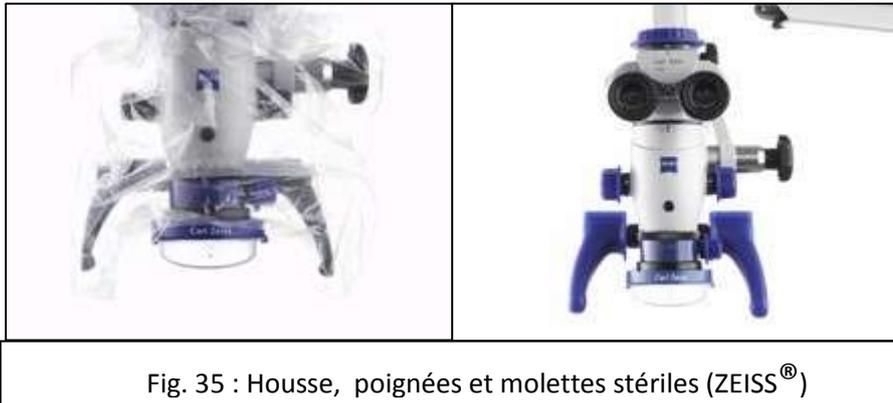
#### 3.4.1.3. Partie acquisition d'images

Nous l'avons vu, il est possible de rajouter des éléments sur le microscope permettant d'y intégrer un appareil photo, ou une caméra numérique (prévoir un dispositif de visée). Les images capturées sont transmises à un écran et, ou, au logiciel de soin du praticien. Il faut donc prévoir un passage de câbles et une zone de fixation d'écran (mural, plafond, colonne), visible par l'assistante, le patient, les accompagnants, etc.

### 3.4.2. Entretien (25) (72)

#### 3.4.2.1. Prévention de la contamination, quels moyens ?

Toujours par des règles d'asepsie basiques de manuportage premièrement. Ensuite, les fabricants ont développé des housses stériles dans lesquelles envelopper le microscope. Une lentille transparente type bonnette se fixe sur l'objectif et des poignées et molettes stériles (à usage unique ou stérilisables) sont rajoutées sur le microscope. Ces protections permettent de diminuer très fortement le risque de souillure de l'appareil lors des soins.



#### 3.4.2.2. Comment décontaminer son microscope ?

Si malgré les protections le microscope devait être décontaminé, les règles à suivre sont les mêmes que celles décrites en 3.2.2.2.

### 3.4.3. Critères de choix (14)(19)(20)(43)(47)(52)(60)(65)

#### 3.4.3.1. Type d'exercice visé

Grâce à ses forts grossissements, le microscope trouve son plein usage dans l'endodontie exclusive et la micro chirurgie parodontale. 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 endodontiques etc. ...

Plus que sur l'activité, le choix entre les différents modèles et modules complémentaires sera guidé par des critères ergonomiques et financiers.

#### 3.4.3.2. 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 diviseur et la caméra seront néanmoins nécessaire. Il serait dommage de se priver de la possibilité de partage de l'image de haute qualité fournie par le microscope.

Si le porte-oculaires rétractable n'est pas choisi, il est toutefois indispensable qu'il soit inclinable dans le sens vertical (pour s'adapter aux changements de hauteur du microscope). De plus sa longueur même fixe devra être soigneusement choisie pour éviter que le praticien ne se penche en avant, surtout s'il mesure entre 1,50m et 1,70m (47)

L'option MORA apporte surtout un plus en omni-pratique pour changer d'axe facilement.

#### 3.4.3.3. Quelle focale ?

Le choix de la focale est calé sur la taille et la position de travail du chirurgien dentiste. Plus il est petit, plus la focale doit être courte ; et si selon son acte il change de position opératoire, il peut disposer de focales interchangeable. Le zoom optique apporte là encore un avantage ergonomique.

#### 3.4.3.4. Quel statif ?

Le statif plafonnier et le montage sur colonne sont les plus ergonomiques car les moins encombrants. Le microscope en position inactive se fait oublier, mais il est facilement préhensible en cas de besoin. Sa mise en fonction ne doit pas être une contrainte pour le praticien, sinon son utilisation ne sera pas optimale.

#### 3.4.3.5. Courbe d'apprentissage

La courbe d'apprentissage du microscope est assez longue.

En effet, 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.

L'état initial agit ainsi fortement sur la courbe : un praticien organisé, dans un environnement ergonomique et assisté n'aura qu'à gérer le paramètre visuel. Celui qui devra tout réorganiser prendra nécessairement plus de temps.

En moyenne, de un à plusieurs mois sont nécessaires pour se sentir à l'aise dans sa nouvelle pratique.

#### 3.4.3.6. Coût ?

De 18 000€ à 55 000€ selon les modèles, marques et modules complémentaires.

## **4. IMPACTS SUR L'ORGANISATION DU TRAVAIL DU CHIRURGIEN- DENTISTE**

#### **4. IMPACTS SUR L'ORGANISATION DU TRAVAIL DU CHIRURGIEN-DENTISTE**

Nous l'avons vu, par principe optique, le recours à une vision grossie va diviser et réduire le champ visuel du praticien. En outre, les impératifs techniques du microscope laissent déjà supposer des adaptations architecturales au sein du cabinet dentaire.

Travailler sous aide optique ajoute une nouvelle composante à l'environnement de travail, déjà complexe, du praticien. Dès lors, il peut-être précieux d'anticiper son intégration.

Aussi, nous allons tenter de porter une vision d'ensemble sur les points d'organisation susceptibles d'être touchés, et de répondre à ces questions :

- Quel va être l'impact fonctionnel de cet ajout ?
- Quels changements implique-t-il sur le travail du praticien, de l'assistante, et sur le patient ; pendant et autour du soin ?

##### **4.1. Ergonomie**

L'ergonomie est l'« étude quantitative et qualitative du travail dans l'entreprise, visant à améliorer les conditions de travail et à accroître la productivité. Le but de cette science est de tenter d'adapter le travail à l'homme en analysant notamment les différentes étapes du travail industriel, leur perception par celui qui exécute, la transmission de l'information et, de façon parallèle, l'apprentissage de l'homme qui doit s'adapter aux contraintes technologiques. » (48)

L'adjectif ergonomique « se dit d'un appareil, d'un matériel dont la forme est particulièrement adaptée aux conditions de travail de l'utilisateur. » (48)

Il convient de rappeler ici les règles d'ergonomie générales, avant d'y intégrer les particularités résultant de l'utilisation d'aides visuelles.

##### 4.1.1. Position de travail du praticien, règles de base (3)(8)(15)(26)(31)(40)(48)(54)(57)(61)(68-70)

###### 4.1.1.1. Définition

La position de travail du chirurgien-dentiste correspond à l'ensemble des positions prises par ses segments corporels. Elle est donc caractérisée par des angles articulaires entre ces segments.

Pour pouvoir travailler confortablement chaque jour et tout au long de sa carrière, le praticien doit être positionné de façon neutre, c'est-à-dire avec un minimum d'effort pour se maintenir.

De plus cette position doit lui permettre de minimiser le nombre et l'amplitude de mouvements nécessaires à l'acte opératoire en cours.

###### 4.1.1.2. Assise

Aujourd'hui, un omnipraticien adopte la position assise pour réaliser 80 à 90% de ses actes contre 10 à 20% debout. Plusieurs paramètres du siège sont à considérer pour une assise optimale.

La hauteur du siège va modifier l'angle du genou. Si le siège est trop bas, les ischions subiront une pression excessive. S'il est trop haut, il faudra forcer pour ne pas glisser en avant.

L'inclinaison du siège doit être parallèle à l'horizontale ou légèrement penchée vers l'avant.

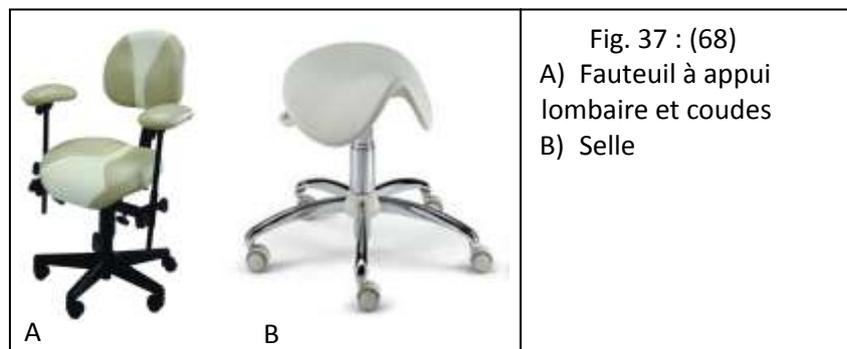
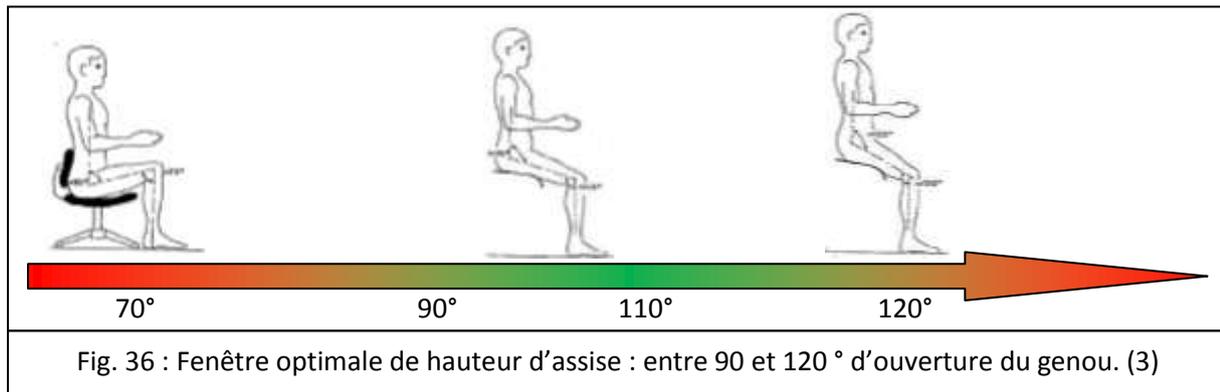
Le revêtement ne doit pas être en matière glissante pour ne pas être entraîné en avant.

Un appui lombaire permet de préserver la lordose lombaire physiologique.

Les sièges peuvent être pourvus d'appui-coudes fixés sur l'assise, permettant un maintien du haut du corps. Ils sont recommandés pour diminuer les abductions prolongées des épaules mais rendent le corps plus statique.

Des sièges type selle existent, ils permettent de préserver naturellement la lordose lombaire

Le choix entre un fauteuil pourvu d'un dossier ou une selle sera guidé par l'usage d'appui-coudes ou non.



Le rachis doit être vertical, il forme un axe perpendiculaire au sol.



#### 4.1.1.3. Port de tête

Idéalement, la tête doit être droite, les oreilles au dessus des épaules. Cette position correspond à un angle cervical de 0°. Cet angle nul ne permet pas de travailler, car le champ visuel vertical mesure environ 40°. La tête sera penchée en avant avec un angle compris entre 0 et 25° (limite de flexion acceptable).

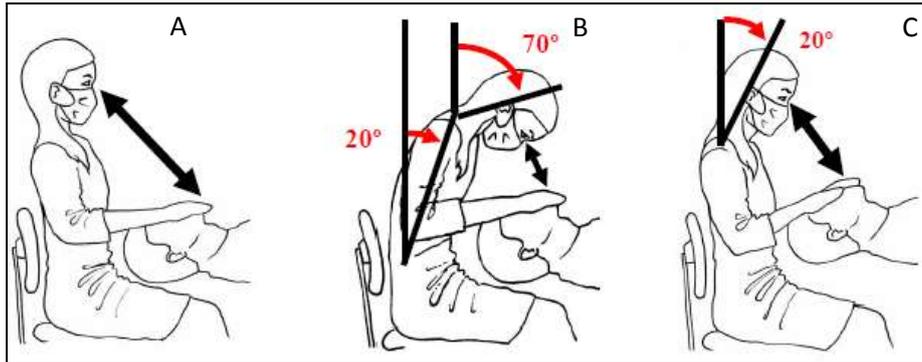


Fig. 39 : Positions céphaliques (3)

A) Position théorique idéale

B) Cou trop fléchi

C) Position compatible avec un exercice clinique, noter que le patient est positionné plus haut, permettant de redresser la tête.

#### 4.1.1.4. Position des bras

Les épaules doivent être décontractées, les coudes dans l'axe vertical passant par les épaules ou très légèrement en avant et, le plus près possible du corps (pas d'abduction des épaules). Les avant-bras forment un angle de 15 à 25° avec les bras, amenant les mains environ à hauteur du cœur du praticien.

Pour trouver la position la plus neutre pour le corps, il existe une méthode appelée « design by feel » ou méthode proprioceptive. Elle est basée sur l'idée qu'en se positionnant en fermant les yeux, l'absence de repère visuel permet de mieux ressentir le poids des différents segments corporels et ainsi, de les placer de façon harmonieuse. Dans le cas du chirurgien-dentiste, il est possible de s'imaginer devoir peler un légume ou régler sa montre.

En ouvrant les yeux, il est très fréquent de constater que les avant-bras ne sont pas horizontaux, car c'est la position où les mains sont le plus loin de l'axe du coude. Autrement dit, avec les coudes fléchis à 90°, le centre de gravité est éloigné du corps et l'effort pour maintenir la position est plus important qu'avec les coudes fléchis à 60°.

Finalement, lorsque l'on se place de façon neutre, le patient se retrouve obligatoirement plus haut.

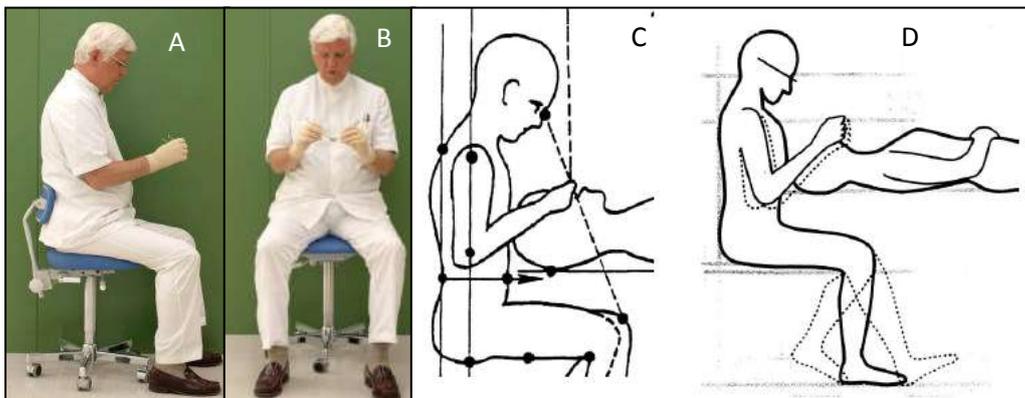


Fig. 40 : Position neutre (3)(40)

A) Position neutre, vue latérale.

B) Position neutre, vue frontale, noter la symétrie gauche droite.

C) Schéma de position neutre.

D) Schéma de position neutre avec représentation en pointillés des mouvements possibles sans contrainte.

#### 4.1.1.5. Position des mains et des doigts (points d'appui)

Une bonne référence pour la position des mains est celle que l'on a lorsque l'on donne la main à quelqu'un. Il n'y a ni flexion, ni extension du poignet, ni pronation, ni supination. Il faut donc s'en rappeler et essayer de maintenir cette position le plus possible, en effectuant de petits mouvements autour de cette référence.

Très souvent, une mauvaise prise en main d'un instrument oblige à réaliser des flexions et, ou rotations, alors qu'une simple modification de préhension ramène la main en position acceptable.



Fig. 41 : Position du poignet (3)

A) Lors d'une poignée de main, le poignet est neutre.

B) Une mauvaise préhension de la lampe à photo-polymériser oblige l'opérateur à casser son poignet par flexion et met son épaule en abduction.

C) Une préhension adaptée permet de conserver le poignet droit.

De plus, si un angle de poignet est trop extrême, c'est le bras (voire le corps) tout entier qui va suivre : le coude va s'éloigner du corps, l'épaule va être en abduction et le rachis en latéroflexion.



Fig. 42 : Préhensions (3)

A) Abduction de l'épaule et latéroflexion rachidienne.

B) Préhension inversée, épaule basse et poignet en légère extension.

Pour les doigts, la notion essentielle est de toujours conserver au moins un doigt de chaque main sur un point d'appui.

Pour la main tenant le miroir ou l'aspiration, cet appui peut-être extra-oral : zygomatique (avec la partie externe ou interne des doigts) ou mentonnier.

Pour la main « soignante », il sera le plus souvent intra-oral : pouce index et majeur assurant la préhension de l'instrument et sa mise en mouvement ; annulaire et auriculaire prenant appui sur les dents voisines et rétractant les lèvres.

Afin de décontracter le pouce et de varier la prise pince, il est possible de passer le manche de l'instrument entre index et majeur



Fig. 43 : Appuis digitaux (3)

- A) et B) Appuis extra-oraux zygomatique.
- C) Appui extra-oral mentonnier.
- D) Appui intra-buccal par annulaire et auriculaire.
- E) et F) Pince modifiée

Il est très important de garder à l'esprit que poser sa main permet de reposer tout le bras et donc tout le haut du corps en diminuant le poids à soutenir pour les muscles de la posture. Toute force exercée à une extrémité, par exemple fouler un amalgame, va se répercuter le long du segment jusqu'au premier point d'appui. Il y entraîne la nécessité d'appliquer une force de sens contraire pour assurer la stabilité. Par conséquent, en l'absence d'appuis digitaux ou du coude, une pression ou une traction exercée par les doigts provoque une contraction supplémentaire de toute la chaîne musculaire, jusqu'aux ischiens, premier appui rencontré. Cet excès de tension a des conséquences à long terme sur la santé du praticien, nous y reviendrons en partie 5.2. .

#### 4.1.1.6. Classification des mouvements (Classe I, II, III, IV, V)

Une fois la position de référence trouvée, il faut évidemment être mobile pour travailler.

Cependant tous les mouvements ne sont pas souhaitables, certains provoquant torsions et flexions extrêmes. De plus, diminuer l'amplitude des déplacements permet de rester focalisé sur le site opératoire et d'accroître son efficacité.

C'est pour cela qu'un classement des mouvements les plus fréquents en odontologie a été réalisé, afin d'évaluer la qualité de mobilité des opérateurs.

Classe I : doigts uniquement (Ex : attraper un rouleau de coton)

Classe II : doigts et poignet (Ex : transférer un instrument)

Classe III : doigts, poignet et coude (Ex : saisir un instrument rotatif sur l'unité)

Classe IV : bras entier et épaule (Ex : prendre une lampe sur la paillasse)

Classe V : bras entier, épaule et rotation ou flexion du tronc (Ex : prendre un objet situé derrière la ligne des épaules)



Fig. 44 :  
Mouvements (31)  
A) Classe I  
B) Classe II  
C) Classe III  
D) Classe IV  
E) Classe V

Les mouvements de classe V sont à proscrire et ne doivent être qu'exceptionnels. Ceux de classe IV seront à éviter le plus possible et ceux de classe I, II et III à privilégier.

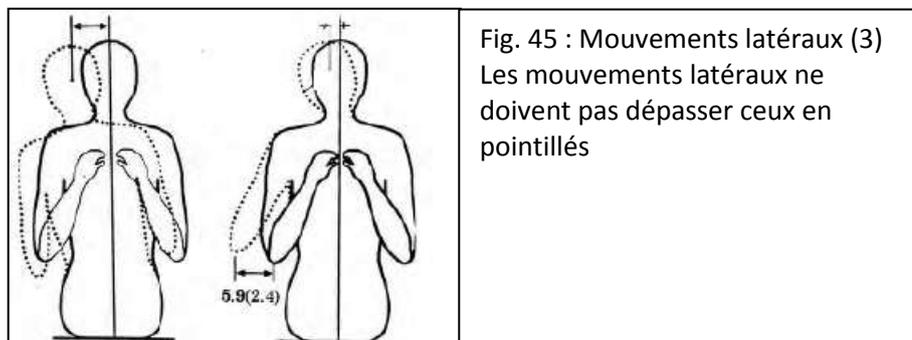


Fig. 45 : Mouvements latéraux (3)  
Les mouvements latéraux ne doivent pas dépasser ceux en pointillés

Tout ceci n'est bien sûr possible que si la structure le permet. Si les instruments et plans de travail ne sont pas placés au bon endroit (trop loin ou derrière), les mouvements de classe IV et V semblent inévitables. Il faut garder à l'esprit que c'est l'environnement qui s'adapte au corps et non l'inverse.

C'est pourquoi il convient à présent de définir certains paramètres d'organisation structurelle du cabinet dentaire, nécessaires à la préservation de bonnes conditions de travail.

#### 4.1.2. Gestion de l'espace (1)(3)(8)(26)(31)(32)(40)(41)(57)

L'agencement d'un cabinet de façon ergonomique permet d'optimiser sa pratique en se positionnant facilement (sans contraintes), en minimisant et fluidifiant les mouvements ou déplacements.

#### 4.1.2.1. Choix du fauteuil

Le fauteuil du patient doit remplir un cahier des charges pour le patient mais aussi pour le praticien.

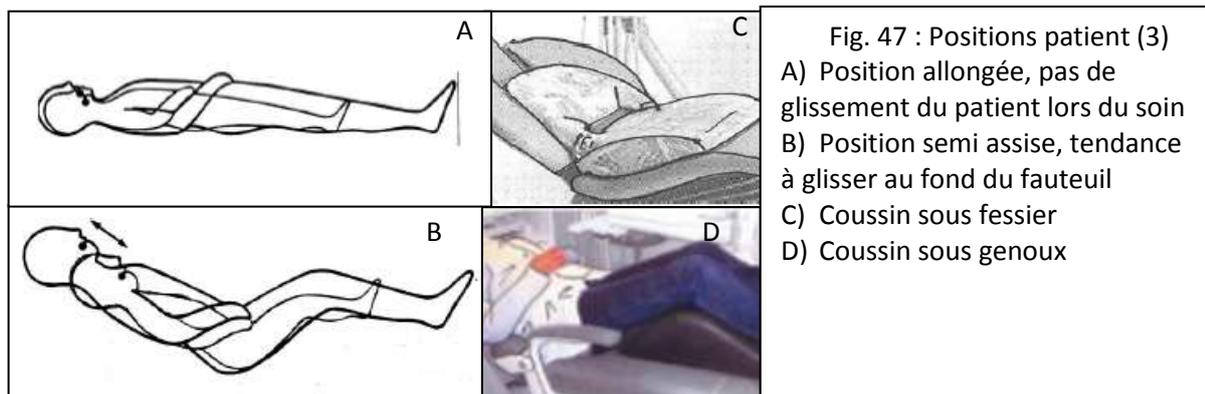
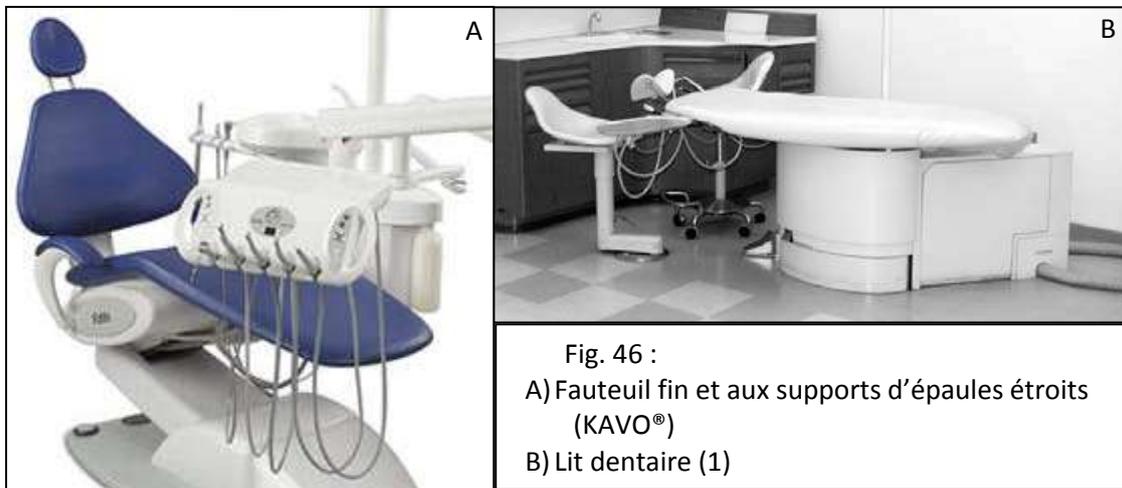
Pour le patient, il doit d'abord être confortable, avec un rembourrage moelleux, favorisant sa décontraction et son bien-être. Il doit posséder des accoudoirs. Le dossier et l'assise doivent être motorisés de façon indépendante afin de réaliser des mouvements de translation lors du passage de la position assise à allongée, atténuant la sensation de chute en arrière.

Pour le praticien, la tête sera large, rétractable et inclinable afin de parfaitement placer la tête du patient dans différentes positions au cours du soin. Enfin, des coussins supplémentaires peuvent être avantageusement placés sous la nuque, les fesses ou les genoux du patient pour l'empêcher de glisser vers le creux du fauteuil au cours du soin et de maintenir sa tête en position idéale.

Le dossier doit être fin pour permettre au praticien et à l'assistante de passer leurs jambes en dessous. Il doit également être dégagé au niveau des épaules pour rapprocher leur tronc du patient et ne pas avoir à se pencher en avant.

Le traditionnel crachoir est à faire disparaître car ne présentant que des inconvénients. Il gêne le travail de l'assistante lors du transfert d'instruments, perturbe le déroulement du soin si le patient souhaite s'en servir et il demeure une zone septique par excellence car très difficile à décontaminer. Grâce aux aspirations à haute vélocité (HAV) et à un bon rinçage en fin de soin, il est aujourd'hui possible de s'en séparer sans altérer le confort du patient.

Dans une autre approche, notamment dans celle du « *Design by feel* », le cabinet n'utilise pas une chaise dentaire avec dossier, mais un lit dentaire, sans aucun dossier articulé. Elle se base sur le principe que les patients qui se couchent eux-mêmes ont moins l'impression qu'ils vont tomber dans le vide lorsqu'on incline le dossier vers l'arrière. Ce lit est simplement motorisé pour gérer sa hauteur.



#### 4.1.2.2. Choix de l'unit (kart/bras, cordons pendants, retour auto)

L'unit désigne le bloc d'instruments alimentés en électricité, eau et air comprimé. Il peut comprendre une turbine, un ou plusieurs contre angles, un générateur d'ultra-sons, un bistouri électrique ou une lampe à photo-polymériser. La seringue air-eau peut siéger aux côtés de ces instruments ou appartenir au bloc d'aspirations.

Côté design, une multitude d'agencements différents est possible. Sous forme fixe ou mobile, sur kart à roulette ou glissière, à cordons pendants ou à fouets, plus ou moins inclinés ou à plat...

Ce qui compte dans la sélection d'un unit, c'est son emplacement. Le reste des critères de construction en découlent logiquement.

#### 4.1.2.3. Agencement de l'équipement : le « Basis Konzept » (BK) (8)

Le choix de l'emplacement de l'unit est déterminé par quatre paramètres de base :

- Le praticien travail seul ou avec assistance au fauteuil à temps plein.
- Le praticien travaille toujours assis ou parfois debout.
- Le patient est toujours allongé ou est parfois totalement assis.
- Présence ou non d'un crachoir.

Différentes positions de l'unit découlent de la combinaison de ces paramètres (BK1, 2, 3, 4). Nous développerons la plus ergonomique et polyvalente : le BK3/2, unit devant et sur le patient ; bloc aspiration/seringue derrière le patient sur bras télescopique. Les positions horaires décrites seront celles d'un praticien droitier, elles seront symétriquement opposées (axe 12h-6h) pour un gaucher.

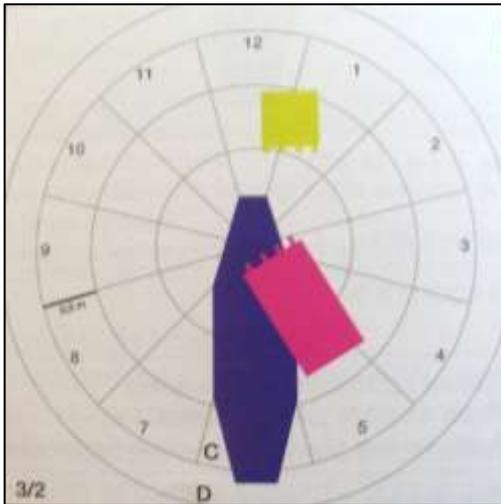


Fig. 48 : BK3/2, sur fond de quadrant horaire. Fauteuil (bleu), unit (rose), bloc aspiration/seringue (jaune). (8)

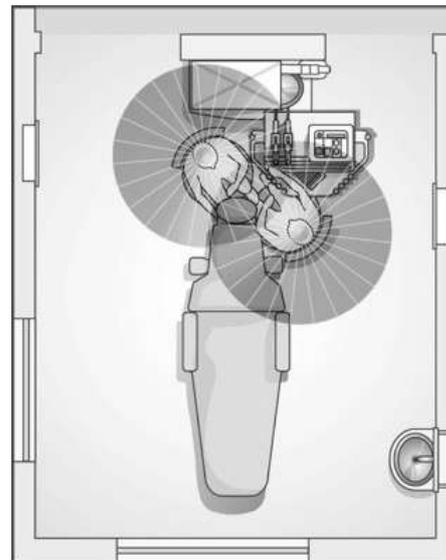


Fig. 49 : Position du praticien et de son assistant en BK3/2. (1)

##### 4.1.2.3.1. Emplacement du praticien et de l'assistante

Le praticien se situe à 9h ou de 11h à 12h30 selon les actes opératoires. Il faut éviter 10h car cette position oblige à mettre les épaules en abduction pour passer au dessus du patient.

L'assistante se situe entre 1h et 3h. Si elle est assise, ses jambes passent sous le dossier du siège, intercalées avec celle du praticien. Si elle est debout et si besoin, elle pourra monter sur un marche pied pour dominer la zone de soin.

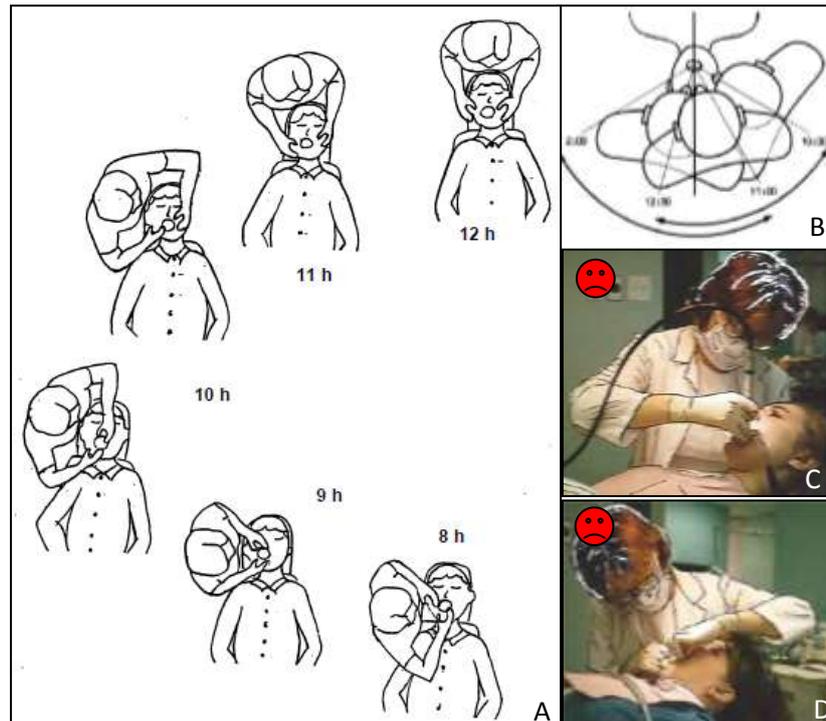


Fig. 50 : Positions horaires(3)

- A) Positions du praticien de 12h à 8h et abductions relatives des épaules. A 12h, 11h et 9h, les épaules sont basses ; à 10h et 8h elles sont relevées.
- B) Variations de positions de 12h30 à 10h.
- C) D) Illustrations d'abduction par mauvaise position horaire.

#### 4.1.2.3.2. Emplacement de l'unit

L'unit est placé au dessus du patient, il est dit trans-thoracique. Il est situé environ à 30-50 cm de la cavité buccale du patient, sans occuper l'espace de travail du praticien et de l'assistante.

Il doit :

- être mobile pour suivre tout changement de position du praticien (quadrant horaire, assis, debout) ;
- être synchrone avec les mouvements verticaux du fauteuil ;
- avoir des cordons courts, rectilignes, ne se croisant pas, à récupération inerte (se reposent seuls) ;
- permettre le travail à deux ou quatre mains.



Fig. 51 : (31)  
Unit  
trans-thoracique

#### 4.1.2.3.3. Avantages

- Peu d'espace occupé sur le plancher.
- Le praticien peut travailler assis ou debout.
- Excellente flexibilité des instruments rotatifs vis-à-vis de la bouche du patient.
- Permet le travail à deux ou quatre mains.
- Excellent transfert des instruments dynamiques par l'assistante.
- Facilité de saisie des rotatifs

- Simple pour la saisie dans le rapport entre l'œil et la main.
- Aucune tension dans la main au cours du soin.
- S'abaisse avec le fauteuil.
- Valable pour tous les quadrants.
- Valable pour droitiers et gauchers.

#### 4.1.2.3.4. Inconvénients

- Instrumentation en pleine vue du patient.
- Parfois, limitation dans l'approche du fauteuil par le patient.
- Parfois, l'unit peut gêner le scialytique.

#### 4.1.2.4. Emplacement des meubles et surfaces de travail

Il reste à présent à placer les meubles de rangement et les surfaces de travail.

Tout d'abord, pour permettre au praticien de se déplacer librement de 12h30 à 9h, un espace libre d'au moins 50cm à l'arrière du fauteuil (allongé) est obligatoire.

Ensuite, il est impératif de ne générer aucun mouvement de classe V, et réduire ceux de classe IV au maximum. Pour cela, les plateaux télescopiques et escamotables s'avèrent d'une grande efficacité.

En effet, tant pour celui du praticien que pour celui de l'assistante, ce système permet de disposer une grande quantité de matériel et de la placer au plus proche de son corps car au dessus des jambes. Le caractère mobile du support lui confère une adaptabilité à n'importe quel emplacement horaire. Il peut ainsi entrer dans la zone de travail usuel, qui ne requiert que des mouvements de classe I à III. S'il est très large, il est possible que la partie la plus éloignée du plateau passe en zone de travail occasionnel ; elle sera alors dédiée aux instruments et produits d'usage ponctuel lors du soin en cours.

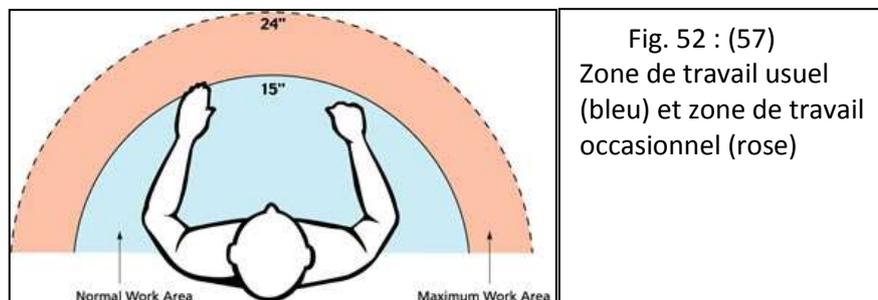


Fig. 52 : (57)  
Zone de travail usuel  
(bleu) et zone de travail  
occasionnel (rose)

Le choix du statif peut être très varié : mural, sur la colonne du fauteuil, sur les meubles de rangement voire même plafonnier. Il doit simplement ne pas interférer avec les autres bras d'appareils, être facile à mettre en place en position active et à être chargé/déchargé en respectant les flux de circulation. Sa hauteur en activité doit être calibrée sur la hauteur des mains de l'opérateur quand ses avant-bras sont fléchis à 90°.



Fig. 53 : Différents statifs pour tablettes (Didplus®)

A) Mural

B) Sur le fauteuil

C) Plafonnier

#### 4.1.2.5. Gestion de l'instrumentation

Enfin, toute cette organisation ne saurait être optimale sans une préparation instrumentale anticipée. En partant du principe qu'un acte, sauf urgence, est quasiment toujours prévu (soin conservateur, endodontie, étape de prothèse, etc.), presque tout le matériel peut-être disposé à l'avance par l'assistante sur les plans de travail à gauche et à droite du patient.

D'un point de vue ergonomique et hygiénique, il n'est pas souhaitable d'avoir à ouvrir un tiroir ou placard au cours du soin. Ceci pourrait générer un mouvement de classe IV ou V, nécessitant parfois même un déplacement pour pouvoir ouvrir le tiroir, entraînant une rupture de l'équilibre postural, de la concentration, sans parler de la menace planant sur la chaîne de l'asepsie.

Tout ceci nous conduit à la mise en place d'un système dit de rationalisation du matériel : le système « cassettes et bacs » ou « *tub and tray* ».

Le principe est simple : dans la cassette regrouper tous les instruments nécessaires à un acte opératoire, et dans le bac, regrouper tout le consommable nécessaire à ce même acte.

La cassette (autoclavable) contient dans l'ordre chronologique d'utilisation, tous les instruments stérilisables. Elle se place côté praticien s'il travaille seul, côté assistante si le travail est effectué à quatre mains puisqu'elle réalise les transferts.

Le bac, lui, est toujours côté assistante. Doté d'un couvercle transparent, il autorise une visibilité instantanée des consommables nécessaires, ce qui contraste grandement avec l'opacité traditionnelle des tiroirs.

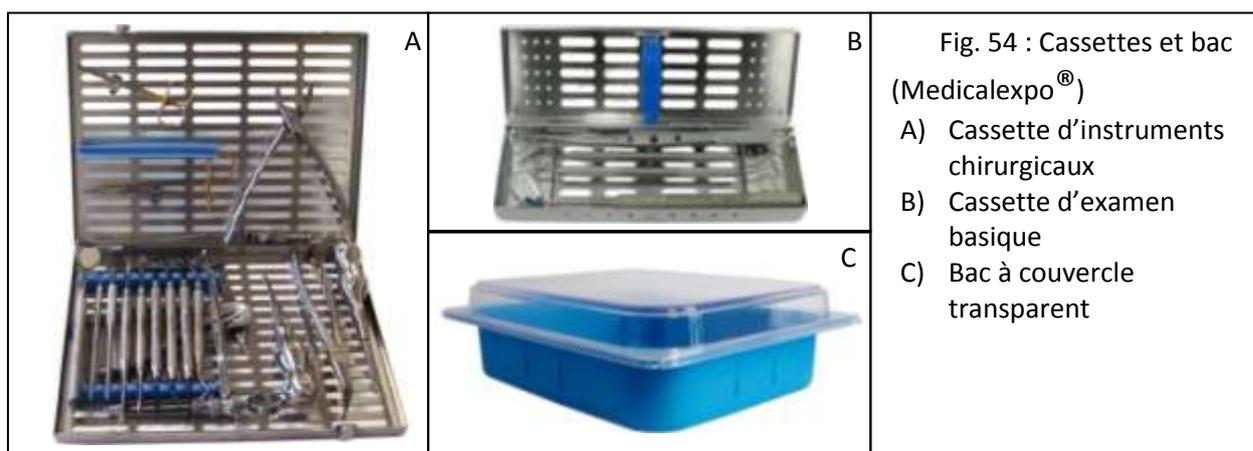


Fig. 54 : Cassettes et bac (Medicalexpo®)

A) Cassette d'instruments chirurgicaux

B) Cassette d'examen basique

C) Bac à couvercle transparent

Toute la chaîne de reconditionnement du matériel va être affectée positivement par ces regroupements. La stérilisation et le rangement seront plus sécurisants, plus rapides et moins fastidieux pour l'assistante en charge de cette tâche.



Fig. 55 : Organisation de bacs et cassettes (8)

- A) Décontamination facilitée et sécurisée par les cassettes.
- B) Rack de rangement de bacs de différentes disciplines (code couleur).
- C) Stockage de cassettes stériles, emballées et notées.
- D) Meuble intégrant des bacs et un plan de travail amovible pour l'assistante.

*In fine*, grâce à ce système aidant à la disponibilité immédiate et stéréotypée du matériel, les mouvements de préhension ou de déplacement du chirurgien-dentiste peuvent devenir automatiques. Il va être beaucoup plus aisé pour le praticien de concentrer son attention visuelle sur le patient, plutôt que sur son plateau technique. En conséquence, avec le temps, il pourra travailler « à l'aveugle » sur certaines séquences de soin.

C'est là tout l'enjeu de parvenir à créer un cadre ergonomique complet : libérer le praticien de toute contrainte posturale et visuelle, lui offrant alors de nouvelles perspectives comme, par exemple, travailler sous aide optique.

#### 4.1.3. Positions du praticien et du patient selon l'acte réalisé (3)(40)(52)

Si la vision directe est préférable chaque fois qu'elle est possible, elle se limite néanmoins à 20% de notre exercice. L'accès visuel direct à l'ensemble des surfaces dentaires et muqueuses demeure très difficile.

Aussi, le praticien est dans l'obligation de compenser en variant l'angulation de son miroir, et ce, d'autant plus qu'il doit chercher à limiter l'amplitude de ses mouvements posturaux.

Ce n'est pourtant pas suffisant : la tête du patient doit simultanément être placée de manière à offrir la surface visée au regard du chirurgien-dentiste, à travers son miroir ou non. Prenons un

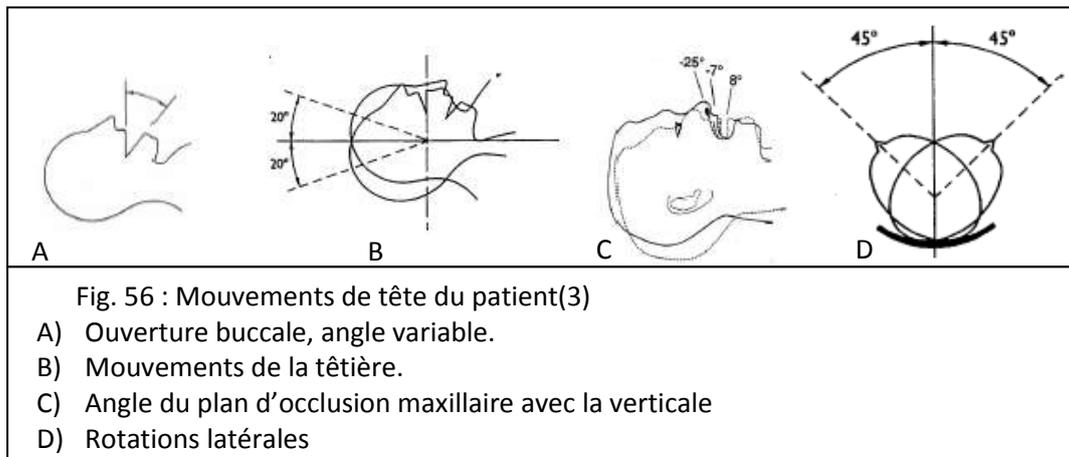
exemple hors contexte : si l'on souhaite regarder le côté gauche de son nez dans un miroir, il faut tourner la tête à droite, sans changer d'axe visuel et ainsi exposer la surface visée à son regard. C'est exactement le même principe à appliquer pour positionner la tête de son patient.

Pour un praticien situé à 12h :

- Si le soin a lieu au maxillaire, le patient a la tête en arrière (lui demander de lever le menton).
  - o S'il penche à droite, la vision est directe sur le secteur 2 vestibulaire et secteur 1 palatin postérieur ; indirecte sur secteur 2 occlusal et palatin.
  - o S'il penche à gauche la vision est directe sur le secteur 1 vestibulaire et secteur 2 palatin postérieur ; indirecte sur le secteur 1 occlusal et palatin.
- Si le soin a lieu à la mandibule, le patient a la tête moins basculée en arrière.

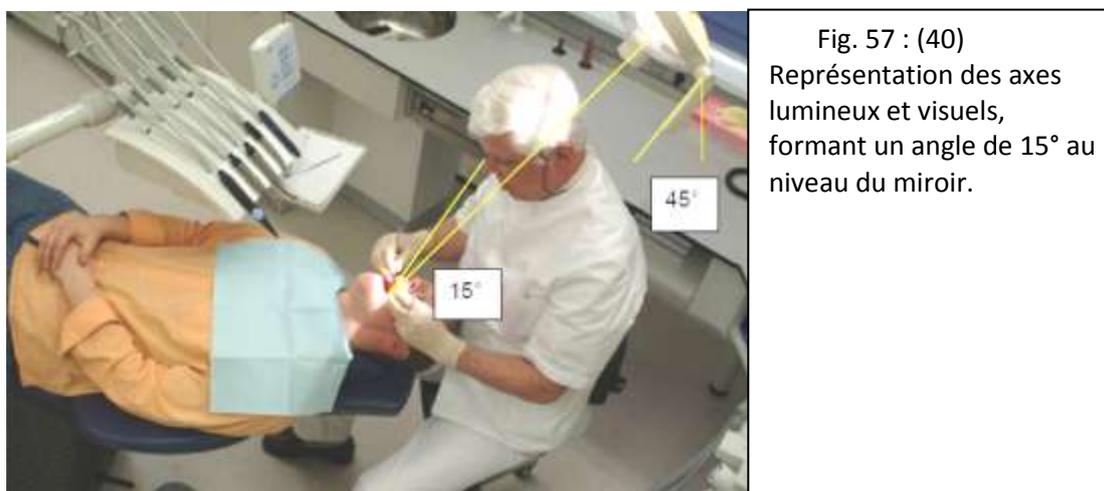
Le principe est ensuite le même qu'au maxillaire : il tourne la tête du côté opposé au soin.

Pour un praticien situé à 9h : le soin intéressera les faces vestibulaires secteurs 1 et 4, linguales secteur 3.

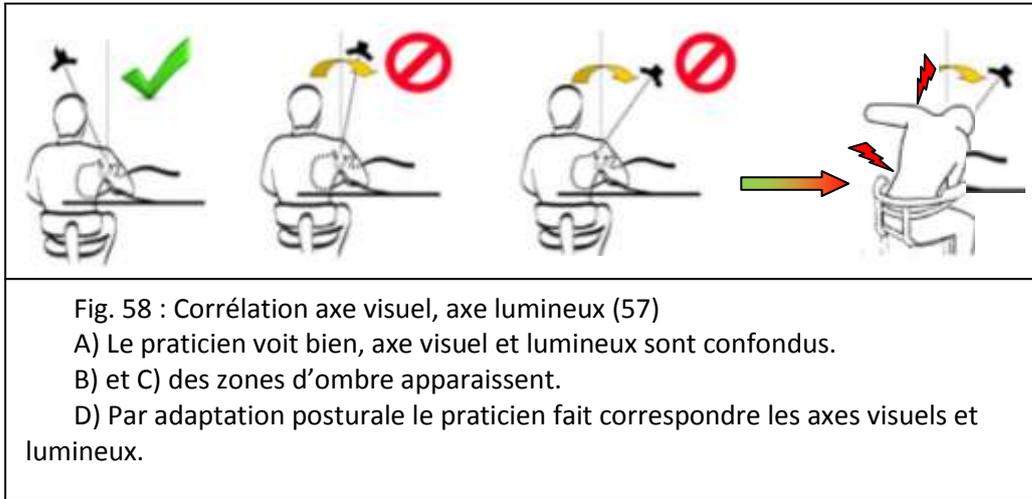


#### 4.1.4.Éclairage (40)(57)

L'éclairage joue un rôle fondamental en ergonomie. Son intensité en fonction des zones de travail doit suivre des recommandations (développés en 5.2.) pour favoriser le confort visuel. Au delà de ce paramètre, c'est le trajet de la lumière qui doit être pris en compte. Nous l'avons déjà évoqué, afin de limiter au maximum les zones d'ombre, l'éclairage doit être le plus coaxial possible avec l'axe visuel. Le scialytique se place donc juste derrière et au dessus de la tête du praticien, avec malgré tout un petit angle d'environ 15° pour ne pas avoir l'ombre du crâne.



Que se passe t-il si l'on décale le scialytique vers l'avant ?



Inévitablement, l'adaptation posturale va se faire : le praticien va chercher à faire correspondre les deux axes et va se pencher en avant et sur le côté.

#### 4.1.5. Particularités ergonomiques du travail sous aides-optiques (3)(10)(14)(19)(20)(22)(23)(43)(47)(50)(51)(52)(55)(59)(64)(68-70)

Le docteur L.M. Rucker, cité par l'ASSTSAS (2007), et référent en matière d'ergonomie dentaire, s'est intéressé aux effets des loupes ou microscopes chirurgicaux sur la posture du chirurgien dentaire. Il s'est, entre autres, employé à savoir si les aides optiques créent ou perturbent la posture, à travers un article intitulé « *Surgical magnification : posture maker or posture breaker ?* ».

Sa réponse est très claire : contrairement aux idées reçues, travailler sous aide optique ne crée pas l'ergonomie d'un praticien. Le port d'aides visuelles va aider le praticien à maintenir de bonnes positions de travail, mais uniquement si celles-ci sont déjà adéquates.

Comme la distance focale est choisie sur la distance de travail (Cf. 2.2.6.), intégrer des aides optiques à son exercice « verrouille » les positions du matériel et des personnes, qu'elles soient bonnes ou mauvaises.

C'est pourquoi les règles d'ergonomie globale détaillées précédemment sont essentielles au travail sous aides optiques.

Toutefois, utiliser des loupes ou un microscope va influencer certains paramètres.

##### 4.1.5.1. Loupes

###### Position des segments :

Légère inclinaison de la tête en avant (de 10° à 25°), 15° étant l'angle idéal. Pour rappel, l'angle de déclinaison des loupes doit être le plus important possible pour redresser la tête le plus possible. Avec des flip-up la flexion du cou est de 20°, avec des TTL environ 30°, il est donc préférable d'utiliser des flip-up.

Pour les autres segments corporels, tout est identique à une pratique œil-nu.

###### Position horaire :

Elle reste identique à celle recommandée pour un praticien à l'œil nu (12h30 à 11h ou 9h).

###### Position des équipements :

Toujours identique aux principes généraux, la rationalisation des instruments est ici absolument nécessaire au travail sous loupes.



Fig. 59 : (69)  
 Position ergonomique sous loupes, noter la présence d'accoudoirs.

Il est extrêmement perturbant de passer visuellement d'un champ agrandi à normal, et inversement (Cf. 5.3.), surtout à fort grossissement. Le praticien doit alors le plus possible garder son attention fixée sur le champ opératoire, garder ses points d'appuis et saisir ses instruments à l'aveugle.

Les appui-coudes sont alors d'une aide précieuse car le déplacement de la main est uniquement horizontal, sans variation de hauteur ni de distance. L'autre solution est fournie par le recours au travail à quatre mains, c'est alors l'instrument qui vient au praticien grâce à l'assistante (Cf. 4.2.1)

#### 4.1.5.2. Microscope opératoire

##### Position des segments :

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

Le reste des segments se place comme pour les loupes.

##### Position horaire :

Elle sera toujours autour de 12h, 9h est à proscrire.

##### Position des équipements :

Le statif sera plafonnier, sur colonne, ou mural, à l'arrière, légèrement décalé du praticien.

Les autres équipements sont ceux décrits pour rationaliser l'espace et l'usage du matériel.

Le choix d'un siège à appui-coudes est fortement recommandé, d'autant qu'il diminuera les tremblements physiologiques qui peuvent s'avérer gênants à fort grossissement.

Un équipement spécifique est en revanche à prévoir : un écran de visualisation, retransmettant les images produites par le microscope. Sa position peut être face à l'assistante (au mur à droite du praticien par exemple) si elle n'utilise pas d'oculaires supplémentaires pour accompagner l'acte opératoire. Il peut aussi être fixé au plafond ou au mur en face du patient pour qu'il profite également des images en direct. Deux écrans sont envisageables, un pour l'assistante, et un pour le patient.

Selon le type d'installation choisie, il faudra harmoniser l'ensemble de l'équipement et permettre la pose de fixation, puis le passage de câbles électriques, de gaines etc.

Si toutefois installer un tel système devait compromettre l'équilibre d'un bon rapport position de travail-déplacements, il serait raisonnable de préférer s'en passer.

Le mot d'ordre est intégration :

- Si dans le projet d'installation du microscope tout s'intègre parfaitement, alors cet outil sera utilisé agréablement à son plein potentiel.
- Si en revanche il est nécessaire de repenser les fixations, l'ordre des bras articulés, l'éclairage pour l'installation ergonomique (et donc fonctionnelle), alors il ne faut pas hésiter à faire des travaux. Dans le cas contraire, il est préférable de ne pas investir dans un tel matériel, plutôt que de l'utiliser dans de mauvaises conditions.

En définitive, le matériel s'adapte toujours à l'homme, pas l'inverse.

#### 4.1.5.3. Apport de l'éclairage intégré

L'importance du positionnement le plus coaxial possible du scialytique (15°) ayant été présenté, il est facile de se représenter ce qu'un éclairage coaxial à 0° (microscope) ou 10° (loupes), et synchronisé aux déplacements du praticien, peut apporter en terme d'ergonomie.

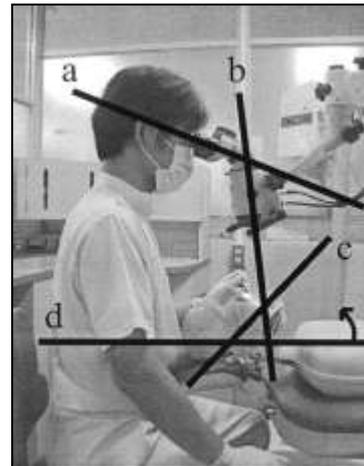


Fig. 60 : (47)  
Position ergonomique  
sous microscope

Plus besoin d'ajuster en permanence le scalytique à chaque variations positionnelle, moins de risque de préférer l'adaptation posturale pour éliminer l'ombre.

C'est donc un bénéfice ergonomique.

#### 4.1.5.4. « Les aides optiques, faiseuses ou briseuses de posture ? » (10)(23)(51)

De récentes études menées, en 2004 (10) et 2008 (51), ont cherché à obtenir un plus haut degré de preuve sur la capacité des aides optiques à induire une bonne posture du praticien.

Pour cela, deux groupes d'étudiants hygiénistes ont été équipés de repères corporels (tête, rachis) afin d'évaluer les variations positionnelles réalisées au cours du soin prodigué. Le dossier de leur siège a été marqué également, servant de référence initiale. Ils ont ensuite été filmés pendant plusieurs sessions de soin, chaque groupe travaillant alternativement avec télé-loupes ou non. Les variations de position ont été analysées par la vidéo, quantifiées et qualifiées.

Il en résulte un écart statistiquement significatif entre les positions lors du port de loupes, et celles prises sans. Globalement, lorsque les étudiants travaillent sous aide-optique, leur posture s'améliore (meilleur score ergonomique) et leurs variations par rapport à leur position neutre de référence diminuent.

Il est donc possible de répondre par l'affirmative à la question initiale : oui, les loupes chirurgicales aident à acquérir et maintenir une posture ergonomique.

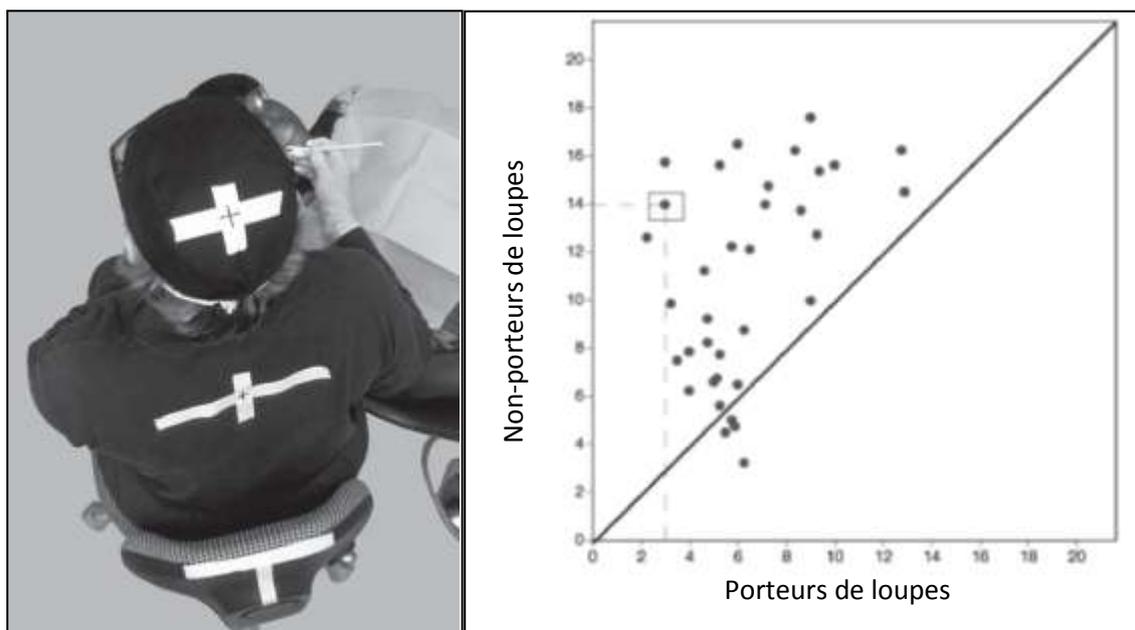


Fig. 61 : Evaluations posturales

A) Marqueurs positionnels sur la tête (vertex), le rachis (thoracique) et le siège (dossier). (10)

B) Courbe de comparaison des scores d'écart à l'idéal postural des porteurs et non-porteurs de loupes. (51)

- Chaque point représente le score d'un étudiant lorsqu'il porte ou non ses loupes.
- Plus le score est élevé, moins l'étudiant est placé ergonomiquement.
- Tous les points au-dessus de la courbe d'identité témoignent d'une amélioration posturale des étudiants lors du port de loupes.
- Plus le point est éloigné de la courbe, plus l'amélioration est importante.
- On constate un nombre important de cas où le score est divisé par deux lors du port

#### 4.1.5.5. Importance de l'intégration précoce à l'exercice

La même étude de MAILLET, MILLAR et coll. (2008) a montré que le groupe A, ayant commencé à travailler immédiatement sous aide optique, a développé de meilleures positions de travail que le groupe B, pourvu de loupes plus tardivement (scores moins élevés).

Les auteurs expliquent cette différence par l'existence du délai de cinq semaines d'habituations aux loupes donné aux étudiants, avant de les filmer. Le groupe ayant bénéficié des loupes plus tardivement a eu plus de difficultés à trouver une ergonomie car ayant déjà pris de mauvaises habitudes de placement.

Il est alors possible d'imaginer que plus un praticien aura passé de temps à travailler dans une mauvaise position, plus il éprouvera de difficultés à « reprogrammer » sa pratique.

L'intégration précoce des aides visuelles à l'exercice des praticiens et donc, aux étudiants encore en formation, semble par conséquent être très bénéfique pour leur garantir création et maintien d'une bonne posture.

## **4.2. Ressources humaines (8)(14)(31-33)(42)(52)(62)(70)**

### 4.2.1. Différents degrés d'assistance au fauteuil

#### 4.2.1.1. Travailler seul avec aide optique

Réaliser un soin sous microscope sans aide opératoire est fortement déconseillé. La tête étant redressée et les yeux très près des oculaires, 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 et de le faire entrer dans le champ, bien orienté, sans détourner le regard. Or, il n'est pas rare d'effectuer près d'une centaine de changements d'instrument au cours d'un soin (32). Dans ces conditions, passer son regard du microscope au plateau, et réciproquement, se révèle extrêmement contraignant et fatiguant pour l'opérateur.

Sous loupes, le travail seul est possible mais requiert une excellente organisation, comprenant un séquençage des instruments rigoureux. Cette pratique est à réserver aux soins simples, mettant peu de matériel en œuvre, et à faible grossissement. En cas de soin plus complexe ou à grossissement plus fort, il est préférable d'être assisté.

#### 4.2.1.2. Travail à quatre mains

S'il leur est nécessaire, l'exercice à quatre mains n'est cependant pas réservé à l'usage d'aides optiques : il est valable pour un opérateur à l'œil nu.

Il ne se limite pas à une simple gestion de l'aspiration et de la seringue air-eau par l'assistante. Il s'agit d'une réelle participation au soin, par délégation d'une partie des actes nécessaires, dont le maintien de la visibilité du champ opératoire.

Le plateau se situant du côté de l'assistante, une technique de transfert d'instrument efficace est nécessaire. Elle doit être au maximum non verbale, ceci nécessite une phase d'entraînement (Cf. 4.2.3.).

Description de la technique de transferts d'instruments (31-33) :

Typiquement, un instrument peut-être divisé en trois parties :

- La partie travaillante : son extrémité doit être dans le bon sens et être prête à être utilisée une fois délivrée dans la main de l'opérateur.
- La partie médiane : partie occupée par la main de l'opérateur.
- La partie non travaillante : tenue par la main de l'assistante.

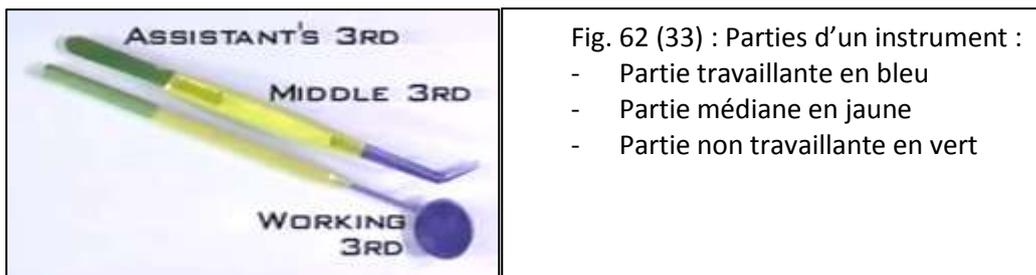


Fig. 62 (33) : Parties d'un instrument :  
 - Partie travaillante en bleu  
 - Partie médiane en jaune  
 - Partie non travaillante en vert

Dans la technique de transfert à une main, la main de l'assistante se compose de deux portions :

- La portion transmettrice comprend le pouce, l'index et le majeur.
- La portion réceptrice comprend l'annulaire et l'auriculaire.

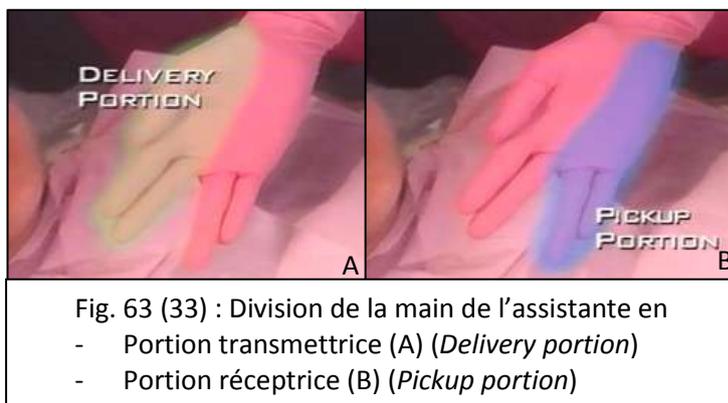


Fig. 63 (33) : Division de la main de l'assistante en  
 - Portion transmettrice (A) (*Delivery portion*)  
 - Portion réceptrice (B) (*Pickup portion*)

La figure 64 décrit le cycle de transfert d'instrument, à une main, d'après FINKBEINER (2010).

- (A) Partons de la situation initiale où l'instrument numéro 1 travaille en bouche, la main de l'opérateur est en appui, ici mentonnier.
- (B) Le praticien manifeste son souhait de changer d'instrument par une rotation autour de son point d'appui, mettant ainsi l'instrument hors de la zone de soin et prêt au transfert.
- (C) L'assistante apporte l'instrument numéro 2, en le tenant par sa partie son travaillante, et en utilisant la portion transmettrice de sa main.



- (D) A l'aide de la portion réceptrice de sa main, doigts tendus, l'assistante saisit l'instrument 1 par sa partie non travaillante.
- (E) En fléchissant annulaire et auriculaire, elle le retire de la main de l'opérateur et l'éloigne de la zone de soin.
- (F) Libérée, la main de l'opérateur peut recevoir l'instrument 2, orienté dans le bon sens.



- (G) L'assistante éloigne sa main de la zone de soin, en restant dans la zone de transfert si l'instrument 1 doit servir à nouveau. Elle y amorce une réinitialisation du cycle en saisissant l'instrument entre son pouce et sa portion réceptrice. Noter que le reste de l'instrument se trouve au dos de son index et de son majeur.
- (H) Par rotation sur son point d'appui, l'opérateur peut mettre la partie travaillante de l'instrument 2 en action. Pendant ce temps l'assistante replie son index et son majeur de manière à les faire passer de l'autre côté de l'instrument 1. Pour cela elle le pince avec le pouce, l'annulaire et l'auriculaire.
- (I) Le bas de la main pinçant toujours le manche, index et majeur peuvent alors passer sous l'instrument.



- (J) Les quatre doigts de l'assistante sont alors tous revenus du même côté de l'instrument 1.
- (K) Elle peut enfin ramener son pouce vers le haut, pour saisir la partie non travaillante entre pouce, index et majeur. La position initiale est de nouveau atteinte, le cycle est bouclé.
- (L) Il est alors possible d'effectuer un nouveau transfert d'instrument.



Fig. 64 (33) : Cycle de transfert d'instrument, à une main.

Le travail à quatre mains implique d'autres techniques, utilise de multiples formes de manche et d'angulations de parties travaillantes. Les instruments peuvent aussi être chargés d'un pansement au d'un coton par exemple. Compte tenu de la diversité du matériel utilisé par un chirurgien-dentiste, détailler ici chaque acte et son transfert spécifique dépasserait le cadre de ce travail.

Finalement, outre la dextérité de l'assistante, la clé du succès dans le travail à quatre mains semble résider dans une parfaite connaissance du déroulement de l'acte de la part de l'assistante. Il

incombe pour cela au praticien d'appliquer des protocoles simples, par définition réitérables, et de les communiquer à son assistante.

#### 4.2.1.3. Travail à six mains

Ce type d'exercice est mis en place lorsque l'acte nécessite que l'assistante utilise des oculaires et participe à la gestion du champ opératoire de façon très précise. Elle se trouve alors dans la même situation que l'opérateur, à savoir privée de son champ visuel périphérique. Elle ne peut plus réaliser la préparation et le transfert d'instrument. C'est pourquoi une deuxième assistante, dite instrumentiste, est présente du côté du praticien et remplit ce rôle.

Le travail à six mains n'est mis en place que lors du travail sous microscope à deux oculaires.



Fig. 65 (33) : Travail à six mains

#### 4.2.2. Gestion du temps de travail de l'assistante (8)

L'utilisation d'aides optiques par le praticien augmente ses besoins d'assistance au fauteuil.

En conséquence, la place de cette activité dans la liste de tâches de l'assistante s'accroît, et ce, au détriment des autres (accueil, secrétariat, préparation et reconditionnement du matériel).

Autrement dit, il va falloir réduire le temps alloué aux activités hors-soins. Plusieurs solutions simples sont envisageables.

- Tout d'abord la mise en place d'un système de bac et cassettes facilite le tri instrumental et permet un gain de temps (Cf. 4.1.2.5) à toutes les étapes de conditionnement et d'utilisation de matériel.
- Ensuite, optimiser les déplacements et activités de chacun lors des changements de patients. En effet, cette étape est souvent à l'origine de perte de temps car pas assez fluides ni efficaces. Il ne s'agit pas « d'enchaîner » plus rapidement sur le patient suivant, au risque de négliger les aspects relationnels fondamentaux de notre métier de soin. Il est ici question d'améliorer les flux circulatoires, en planifiant les étapes de façon chronologique et ainsi éviter les confusions, diminuer le stress et en définitive, favoriser un exercice agréable.

D'après BINHAS (2011) : « Le schéma de circulation sur un fauteuil avec une assistante. »

« Postulat : CD (Chirurgien-dentiste), A (Assistante) et P1 (Patient 1) sont en salle de soin et terminent la séance. P2 (Patient 2) est en salle d'attente.

- 1) A anticipe la fin de séance, range les plans de travail et une fois libre, nettoie le fauteuil.
- 2) CD accompagne P1 au secrétariat en lui donnant des conseils et en profite pour faire du relationnel.
- 3) Pendant ce temps, A amène les éléments souillés en salle de stérilisation.

- 4) A rejoint CD et P1 au secrétariat (CD peut aussi le laisser seul en l'informant de l'arrivée de A).
  - 5) CD prend congé de P1 et rejoint P2 en salle d'attente.
  - 6) CD accompagne P2 en salle de soin et commence la séance.
  - 7) A s'occupe de P1 (feed-back sur la séance + prise de rendez-vous + encaissement + remise de conseils post-opératoires).
  - 8) A accompagne P1 jusqu'à la sortie.
  - 9) A passe éventuellement en salle de stérilisation.
  - 10) A rejoint CD et P2 en salle de soin et le cycle repart à 0. »
- Enfin, dégager l'assistante des activités de secrétariat, physique et téléphonique, par le recrutement d'une secrétaire médicale.

#### 4.2.3. Former son personnel (8)

Au delà de l'activité de soin, le chirurgien-dentiste assume des responsabilités de chef d'entreprise, gestionnaire du cabinet dentaire. Il doit donc, s'il souhaite travailler avec du personnel compétent, s'assurer de leur bonne formation.

La formation initiale d'assistante dentaire comprend 336h, articulés en 15 modules et aboutit à un diplôme.

Afin de permettre une bonne intégration au cabinet du praticien, ce cursus général requiert un complément par l'apprentissage de protocoles et scripts propres à ce cabinet dentaire. Pour être ainsi transmis, ces protocoles doivent d'abord exister, avantageusement rédigés par écrit, formulés de façon claire et être évolutifs.

Des répétitions et entraînements sans patient, voire sur un mannequin se révèlent très productifs. Ces sessions favorisent la communication praticien-assistante et aident à préciser les objectifs de l'acte car autorisant un dialogue explicite et technique, ce qui n'est pas toujours possible en présence d'un patient.

Tout ceci s'intégrant à un ensemble dynamique de gestion du cabinet dentaire, passant par des réunions régulières, permettant organisation, concertation, investissement et motivation de tout le personnel.



Fig. 66 :  
Entraînement au travail  
à quatre mains, sur  
mannequin. (8)

### 4.3. Gestion du matériel et consommables (8)(14)(65)(66)

#### 4.3.1. Instrumentation adaptée

L'immersion dans un monde de détails fourni par l'usage d'aides visuelles implique une précision et une qualité sans faille des instruments utilisés par le praticien. Certains défauts ou usures acceptables dans une pratique à l'œil nu ne le seront plus avec un grossissement. Par exemple, les miroirs ne doivent pas être rayés ou ternis, les sondes et inserts ne seront pas émoussés, ou tordus etc. Encore une fois, les cassettes apporteront une amélioration sur ce point et protégeront les instruments de tout contact agressif lors des opérations de reconditionnement.

Pour aller plus loin, notamment à fort grossissement, une micro-instrumentation peut-être utilisée afin d'effectuer des actes plus spécifiques au travail sous aides optiques.

- Micro-miroir : de toutes tailles et formes, leur manche est flexible pour permettre un positionnement plus libre. Un revêtement au rhodium les rend plus rigides (pas de déformation d'image), résistants aux rayures, et améliore leur clarté et luminosité.

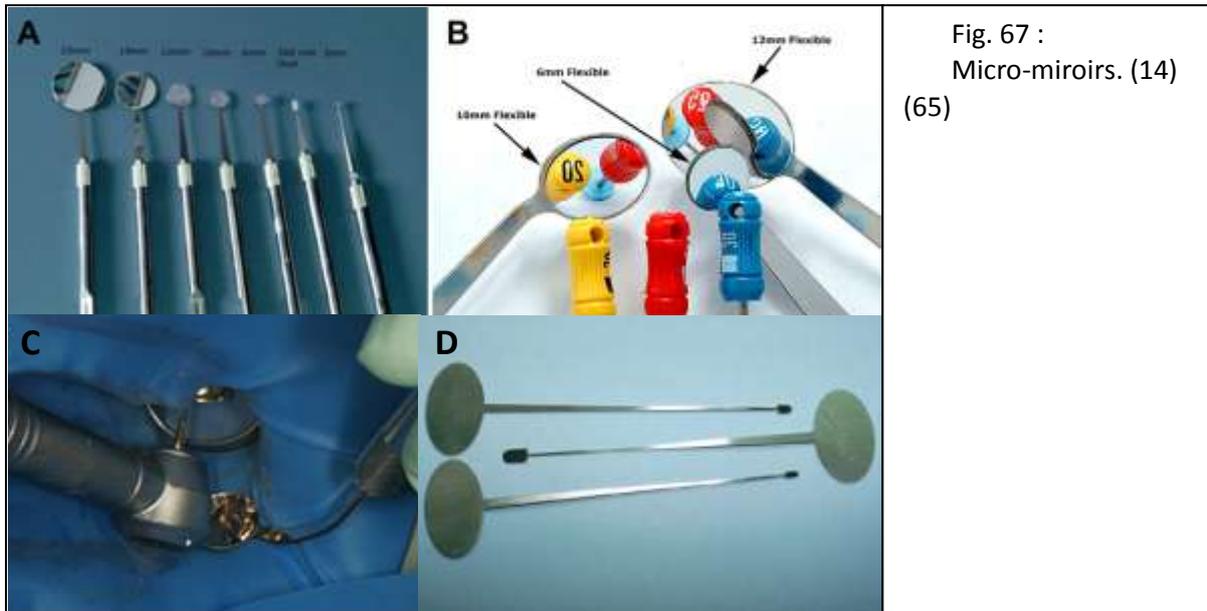


Fig. 67 :  
Micro-miroirs. (14)  
(65)

- Micro-aspiration : canules à usage unique, longues et effilées pour diminuer l'encombrement, de diamètre variable.
- Micro-irrigation : adaptateur développé par Stropko, se montant sur la seringue air-eau.



Fig. 68 :  
A) Micro-aspiration,  
diamètre 1,2mm  
(ROEKO®)  
B) Micro-irrigation  
(65)

- Micro 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.



Fig. 69 :  
A) Inserts  
endodontiques START-X  
(DENTSPLY-  
MAILLEFER®)  
B) Kit Endo-success  
(ACTEON-SATELEC®)

- Micro-fouloirs : pour les obturations de micro cavités en restauratrice, ou pour les obturations endodontiques à retro.

- Micro-précelles : en microchirurgie notamment
- Micro-décolleur de Molt : idem



Fig. 70 :

- A) Micro-fouloirs (à gauche) comparé à une taille classique (à droite). (65)
- B) Micro-précelles. (BONTEMPI<sup>®</sup>)
- C) Micro-décolleurs de Molt (en haut) comparés à une taille classique (en bas). (65)

- Champ opératoire (digue) : la pose d'un champ opératoire permet d'améliorer la visibilité du site par isolement de la dent traitée et limite la formation de buée sur le miroir. Elle peut également servir d'appui. Tout ceci évidemment sans parler des bénéfices démontrés sur le plan de l'asepsie ou de la prévention de contamination salivaire. Dans le but de limiter l'éblouissement par réflexion, les crampons mats sont à privilégier.

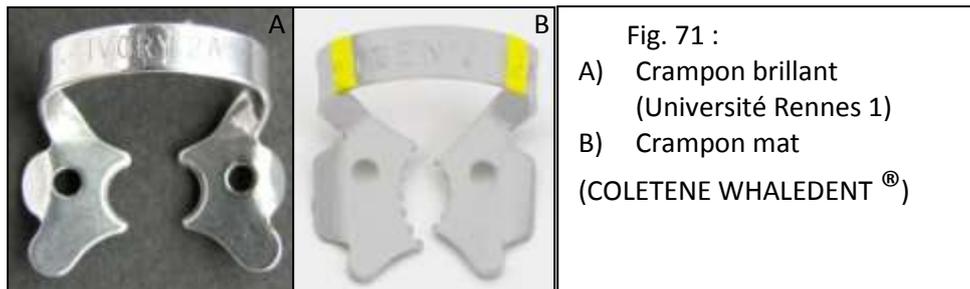


Fig. 71 :

- A) Crampon brillant (Université Rennes 1)
- B) Crampon mat (COLETENE WHALEDENT<sup>®</sup>)

#### 4.3.2. Gestion de l'asepsie

(Cf. 3.2.2. et 3.3.2.) Préserver la chaîne de l'asepsie lors de l'utilisation d'aides optiques nécessite du matériel stérile à usage unique (housses, gaines) ou autoclavable (bonnettes et poignées). Ces dispositifs doivent s'intégrer aux plateaux de base et être rapidement mis en place entre deux patients. Leur stockage et reconditionnement doit être prévu et intégré au reste du consommable.

### 4.4. Economique (7)(24)(42)(45)(50)(52)

#### 4.4.1. Coût de l'investissement

Très dépendant de l'organisation initiale du cabinet, l'investissement nécessaire à l'acquisition d'aides visuelles est extrêmement variable.

Si le cabinet est déjà agencé de façon ergonomique, utilisant les bacs et cassettes, et le travail à quatre mains ; alors il aura très peu d'investissement à faire en sus de l'achat de loupes par exemple.

De façon globale, il sera beaucoup plus élevé pour un microscope que pour des loupes. Par le coût initial premièrement, mais aussi par les dispositifs liés à l'installation (fixations, passage de gaines et autres travaux). De plus, le microscope ouvrant des possibilités thérapeutiques nouvelles, investir dans du micro-matériel peut-être tentant mais vient immanquablement alourdir le budget. A chacun de définir précisément ses objectifs quant à l'acquisition de loupes ou d'un microscope, du capital total nécessaire, confronté au capital qu'il souhaite engager.

#### 4.4.2. Amélioration de la rentabilité (9)(42)(50)

En 2009, HOLMES, SQUIRE et coll. ont publié une étude portant sur la différence de productivité entre des étudiants de 4<sup>ème</sup> année en chirurgie-dentaire à l'Iowa College travaillant seuls ou à quatre mains. Cette productivité a été mesurée et comparée quatre années de suite.

Leur conclusion est qu'un étudiant travaillant à quatre mains a une productivité augmentée de 75%. Malheureusement, dans un contexte hospitalier, cet accroissement ne suffit pas à compenser l'investissement nécessaire à l'engagement d'une assistante dentaire qualifiée à temps plein.

Tant de variables séparent une organisation hospitalière d'un cabinet dentaire qu'il n'est pas possible de réaliser ici un parallèle de rentabilité, critère principalement financier.

Néanmoins, l'amélioration de productivité grâce à une aide opératoire, d'un point de vue strictement clinique, semble extrapolable à un praticien libéral puisque bien réelle statistiquement. Comme les aides optiques nécessitent une assistance opératoire, il semble possible d'imaginer que l'impact soit le même, à savoir une plus grande rapidité.

En 2010, BOWERS, GLICKMAN et coll. ont testé la précision des gestes réalisés à l'œil nu, puis sous loupes (x2.5) et sous microscope (x8). Il en est ressorti qu'en moyenne, un praticien augmente respectivement sa précision de 17.5% et 57.7%. Ces rapports sont valables pour des praticiens expérimentés ou non à l'usage de ces aides visuelles. (Fig. 72 : Tableau A)

Les auteurs ont également chronométré le temps nécessaire à ces opérateurs pour réaliser leurs actes, et ont séparé les groupes selon leur expérience au travail sous grossissement (sans expérience, moins de 3 ans, plus de 3 ans).

D'un point de vue global, les praticiens ont été légèrement plus lents sous loupes et plus encore avec le microscope. Cet écart est invariable pour les loupes quelle que soit l'expérience du praticien. Mais pour le microscope, l'augmentation du temps nécessaire aux débutants est très importante (presque doublée), décroissant toutefois quand l'expérience de la pratique microscopique augmente. (Fig. 72 : Tableau B)

BOWERS, GLICKMAN et coll. en ont conclu que la courbe d'apprentissage du microscope est bien plus longue que celle des loupes, allant jusqu'à trois années. L'apport dans la précision est indéniable, mais il réclame plus de temps.

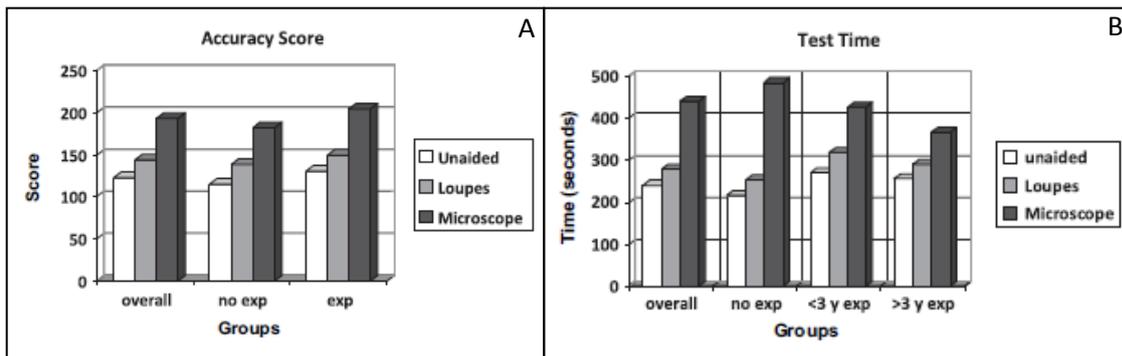


Fig. 72 : Résultats de l'étude de BOWERS, GLICKMAN et coll (2009) (En blanc : vision à l'œil nu ; en gris clair : vision sous loupes ; en gris foncé : vision sous microscope.)

- A) Scores de précision des praticiens en moyenne, sans expérience, avec expérience.
- B) Temps nécessaire à la réalisation des tests, en moyenne, sans expérience, avec mois de trois ans d'expérience, avec plus de trois ans d'expérience.

En 2011, MAGGIO, VILLEGAS et coll. se sont intéressés à l'idée maintes fois évoquée mais peu prouvée que l'usage de loupes améliore la dextérité et la rapidité des utilisateurs. Leur étude implique 232 étudiants en chirurgie-dentaire travaillant sur simulateurs cliniques, 116 avec loupes, 116 sans.

Les résultats ont montrés que le groupe avec loupes a préparé plus de dents, et a moins utilisé la vérification informatique. Les étudiants ont donc travaillé plus vite et étaient plus sûrs d'eux : leur productivité a été augmentée. En outre, d'un point de vue totalement subjectif, les étudiants testés ont ressenti cette amélioration et ont apprécié cette pratique.

D'autres études sont à mener pour prouver de façon randomisée l'impact de l'usage d'aides optiques sur l'activité clinique des praticiens. L'existence des études précédemment citées et leur caractère récent montre que ce processus est engagé.

#### **4.5. Communication (8)(56)**

Aujourd'hui, la communication ne constitue plus une simple annexe de la relation thérapeutique, mais bel et bien une démarche indispensable à l'optimisation clinique et à l'accomplissement du contrat de soin.

Les techniques de communication, de même que les concepts qui les déterminent, doivent être envisagés dans le respect de l'éthique et de la déontologie.

##### 4.5.1. Communiquer avec le patient

###### 4.5.1.1. Effet positif d'une nouvelle technologie

Au-delà de son apport d'images magnifiées, l'intégration d'aides optiques à l'exercice quotidien imprime un caractère moderne et dynamique au cabinet dentaire. Toute technologie en apparence novatrice a un impact direct sur la perception du cabinet par le patient, les aides optiques ne font pas exception à la règle.

Face à un praticien utilisant des aides optiques lors de soins, comment un patient réagit-il ? Voit-il un chirurgien-dentiste qui n'a pas confiance en ses yeux, qui a besoin d'artifice pour exercer ? Ou au contraire voit-il un professionnel de santé consciencieux, cherchant ostensiblement à travailler dans le détail, à être plus précis dans ses diagnostics, ses thérapeutiques ?

A notre sens, et en tant que potentiels patients à notre tour, la seconde option semble la plus vraisemblable.

De fait, le patient ne se sent-il pas plus en confiance ? Assurément la réponse est affirmative. Il va ressentir l'implication du praticien dans les soins qu'il prodigue, et se sentira pris en charge avec davantage d'attention. Ses appréhensions éventuelles n'en seront qu'atténuées, son stress diminué, avec au final un relâchement général et une amélioration notable de la relation soignant-soigné.

Les enfants ne sont pas en reste et ne seront en rien plus effrayés par les loupes ou le microscope qu'utilise leur praticien. Bien au contraire, il peut s'agir d'un « incroyable gadget » de plus d'un praticien déjà équipé d'une multitude d'éléments dans sa tenue et dans son matériel.

###### 4.5.1.2. Implication du patient

Au cours de la dernière décennie, l'imagerie médicale a connu un essor considérable et sa diffusion largement relayée dans les journaux destinés aux professionnels de santé, mais aussi au grand public. Ces images, ajoutées à l'abondance d'informations médicales sur internet, (plus ou moins tronquées, et souvent récits d'expériences personnelles élevées au statut de vérité) rendent le patient plus demandeur d'informations, sinon de justifications, à l'égard du praticien.

Ce phénomène de « pulsion scopique », répandu dans toutes les disciplines médicales, ne peut être ignoré en chirurgie-dentaire.

Les utilisateurs de loupes ne pourront ici faire profiter leurs patients des images grossies dont eux-mêmes bénéficient. Ils peuvent éventuellement acquérir une caméra intra-buccale à haute définition pour compenser ce désavantage sur le microscope. Ce dernier, muni d'une caméra ou d'un appareil photo intégrés et reliés à un moniteur, possède incontestablement l'avantage de produire des images visibles de façon extemporanée par le patient.

Ici, on exploite le côté émotif du patient comme vecteur de communication. Les clichés pré-, per-, ou postopératoires portés à son regard sont une vision magnifiée de ce qu'il peut observer quotidiennement chez lui devant un miroir. Ces images, observées dans le cadre du cabinet et en présence du praticien prennent une dimension différente. Un commentaire du praticien sera nécessaire pour amener le patient à comprendre, voire accepter sa propre anatomie. En effet, dans tous les cas, les outils de communication (au sens large) ne peuvent être proposés sans commentaires. Ils doivent demeurer optionnels et complémentaires d'une relation clinique.

Une carie, une fêlure ou une fracture, une inflammation, de la plaque dentaire, une poche parodontale etc..., tous ces signes cliniques de pathologies bucco dentaires sont la plupart du temps invisibles pour le patient. Et si la présence d'une pathologie et les moyens thérapeutiques associés semblent évidents au praticien, ils n'en restent couramment pas moins obscurs pour le patient. Surtout lorsque celui-ci ne ressent ni gêne, ni douleur : il n'a pas conscience de son problème. Avec l'imagerie, il a l'opportunité de le voir, de l'identifier. Il devient acteur de sa maladie et, par conséquent, de sa thérapeutique.

Pendant le traitement, le patient peut éventuellement suivre certaines étapes, habilement sélectionnées par le praticien (voir 4.5.1.3.). Ils assistent ainsi à l'avancée des opérations.

A la fin de la séquence thérapeutique, le bilan peut être fait, en montrant le résultat obtenu et, le cas échéant, en le comparant avec l'état initial. Le patient peut alors saisir la nature du changement opéré et le bienfait de la thérapeutique.

#### 4.5.1.3. Risques de surcommunication, de survisualisation.

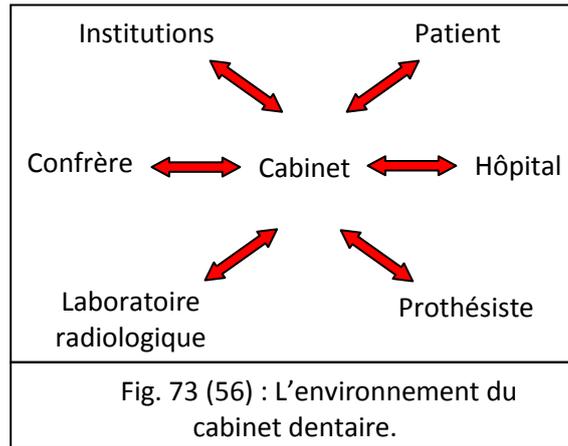
Les outils de communication producteurs d'images peuvent également engendrer des situations paradoxales où, en lieu et place d'un gain possible d'efficacité de la relation thérapeutique, se créent des résistances, voire des formes de rejet à l'égard de l'information produite. La visualisation de certains paramètres pathologiques donnant alors naissance à des réactions de patients tout à fait contraires aux buts recherchés. Les effets visuels de surdimensionnement et d'isolement d'un contexte pathologique sont parfois ressentis comme éprouvants et, ou, effrayants.

De la même façon qu'une sur communication peut faire naître certaines dérives irrationnelles chez le patient, une sur visualisation occasionne potentiellement un certain nombre d'inconvénients et altère en définitive la relation de confiance praticien-patient.

C'est au praticien qu'incombe, éclairé par son sens clinique, la responsabilité du choix des images à montrer à son patient. Elles doivent illustrer une information qu'il donne à son patient ; c'est l'image qui vient appuyer le discours, pas l'inverse.

#### 4.5.2. Communiquer avec les collaborateurs

Le cabinet fonctionne au milieu d'un environnement complexe, avec lequel il entretient une communication constante par le biais de moyens hétérogènes (courriers papiers et électroniques, fax, téléphone, face-à-face). Le contenu des divers échanges est alors archivé, si nécessaire, sous des formes très variées : papier, film, données numériques etc. ...



#### 4.5.2.1. Prothésiste

Lors de ses échanges avec le prothésiste, le chirurgien-dentiste a besoin de transmettre fidèlement les informations de caractérisation des tissus dentaires et environnants, afin de produire une pièce s'y intégrant parfaitement. Pour cela, en complément des prises d'empreinte et de teinte, les documents iconographiques s'avèrent précieux. Plus précis et complets qu'un schéma, les photographies couleurs et noir et blanc aideront le prothésiste lors de confections esthétiques.

Il faut toutefois demeurer prudent car les déformations et altérations issues de l'acquisition et du codage de l'image peuvent être source d'erreurs. De même que les conditions de visualisation (écrans réglés différemment). Elles restent donc un document complémentaire, mais n'affranchissent pas le praticien des prises de teintes habituelles.

#### 4.5.2.2. Confrère et Hôpital (adresser ou rendre compte)

Les photographies d'un état pathologique permettent au praticien d'illustrer des commentaires formulés dans des correspondances avec des confrères chirurgiens-dentistes ou d'autres spécialités médicales.

#### 4.5.2.3. Institutions

Des clichés d'états initiaux avant traitement peuvent constituer des documents légaux, par exemple en objectivant des lésions ou délabrements. Elles sont influentes également lorsqu'il s'agit de justifier que le patient a reçu une information claire et objective de son état de santé, et a ainsi donné son consentement de façon libre et éclairée.

### 4.6. Actes opératoires modifiés (9)(14)(18)(34)(36)(37)(38)(43)(45)(46)(52)(60)

#### 4.6.1. Impact sur le type d'acte réalisé

Les modifications de l'environnement de travail et de la perception visuelle entraînent-elles un changement sur la nature des actes réalisés ?

Nous l'avons vu dans le 4.4.2., la productivité, ainsi que la précision sont augmentées par le travail sous aides optiques. De nombreuses autres études ont démontré une amélioration significative lors d'opérations de précision, particulièrement en endodontie.

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.

Quelques exemples regroupés par discipline (liste non exhaustive) :

- Odontologie conservatrice : micro préparation et obturation amélo-dentinaire avec économie tissulaire, élimination d'excès de matériau cosmétique facilitée, diagnostic de fêlure, de lésion carieuse débutante.
- Endodontie non chirurgicale : détection d'entrée canalaire, de fêlure de plancher pulpaire, éviction de calcification, obturation de perforation du plancher ou d'une paroi canalaire, retrait d'instrument fracturé, visualisation de furcation, technique d'apexification.
- Endodontie chirurgicale : résection apicale, obturation par voie rétrograde de canal simple ou de delta apical, traitement de résorption externe.
- Prothèse conjointe : amélioration de la régularité de préparation périphérique, du polissage du moignon, vérification de l'adaptation optimale de pièce prothétique (joint), élimination plus fine des excès de matériau de scellement ou de collage, correction plus fine des contacts occlusaux, meilleure visualisation du profil d'émergence.
- Prothèse adjointe : non citée par les différents auteurs. Il semble possible d'imaginer certains bénéfices de précision lors de réalisation de prothèse composite, de taquets ou rainures cingulaires, d'évaluation d'empreinte.
- Chirurgie buccale : amélioration de la visibilité par l'éclairage coaxial, visualisation de l'espace ligamentaire, de relief osseux, de furcation dentaire.
- Parodontie : visualisation et élimination du tartre supra gingival perfectionnée, sécurise les interventions sur biotype parodontal fin, autorise la micro chirurgie (lambeau de semi-épaisseur, micro sutures, greffe muco-gingivale, pose précise de biomatériau, visualisation de morphologie et aspect de surface radiculaire).
- Odontologie pédiatrique : meilleure position de travail si microscope car un petit patient à la tête plus loin du praticien ce qui est compensé par le tube coudé, la taille réduite des dents temporaires est augmentée par le grossissement, précision des gestes accrue, micro préparation et scellement de fissure de meilleure qualité, fascination du patient et dédramatisation des actes par projection vidéo si microscope.
- Orthodontie : pose de brackets de taille réduite plus précise, notamment sur les faces linguales, élimination des excès de composite de collage affinée, surtout sur brackets céramiques, précision accrue lors de techniques de stripping.

#### 4.6.2. Durée des actes

Peu d'études objectives existent sur ce paramètre. Seuls des avis de praticiens rapportent une baisse de rapidité lors de la phase d'apprentissage du travail sous aide-optique, suivie d'un regain de vitesse d'exécution à force de pratique. Rien n'étant quantifié, impossible de savoir si le niveau initial est retrouvé ou non, voire s'il est dépassé. Les études faisant apparaître une notion temporelle restent actuellement difficilement comparables car l'acte réalisé est chaque fois très différent.

#### 4.6.3. Limites

D'un point de vue purement technique, il apparaît possible de schématiser les choses comme suit : à faible grossissement, les actes courants sont améliorés car plus précis ; à fort grossissement, (x8 et au-delà) de nouvelles perspectives sont possibles et de nouveaux actes réalisables.

Quelles sont alors les limites de ce nouvel outil ?

Est-il possible de « tout faire » si l'on s'équipe d'un microscope ?

La réponse tient dans deux paramètres.

Tout d'abord, le plateau technique nécessaire aux actes spécifiques implique un investissement financier conséquent qui doit être amorti. Tout dépend de l'orientation des investissements que le praticien décide de suivre.

Ensuite, la courbe d'apprentissage de tout acte réalisé sous microscope est longue. Localiser une entrée canalaire calcifiée et obturer une perforation radiculaire sont deux actes bien distincts, tant par leur objectif, que par leur difficulté d'exécution. Il faut donc réaliser régulièrement un acte pour que sa qualité d'exécution soit satisfaisante. Or cela conduit facilement à l'idée de spécialisation de l'exercice.

Finalement, à chaque praticien de déterminer l'orientation de sa pratique, en gardant en mémoire les mots d'André GIDE, et que « choisir, c'est renoncer(...) ».

#### 4.7. **Formation** (39)(55)(64)

##### 4.7.1. La formation continue

Les courbes d'apprentissage des télé-loupes et du microscope opératoire ont déjà été évoquées ; de même que la formation de l'assistante.

Intéressons-nous à présent aux moyens de formation dont dispose un praticien soucieux de s'équiper d'aides visuelles.

Deux solutions, pouvant être complémentaires, sont possibles.

Premièrement, par la participation à des conférences dites de formation continue. Traditionnellement le temps d'une journée, le chirurgien-dentiste assiste à une conférence type magistrale puis effectue une série de travaux pratiques sur modèles.

Les avantages sont :

- l'acquisition de données théoriques,
- la possibilité de dialogues et de questions,
- l'application directe par travaux pratiques,
- souvent, la présence de plusieurs fabricants sur le site.

Les inconvénients proviennent de :

- leur caractère très court dans le temps,
- ne pas être en condition clinique réelle,
- peu de corrections d'attitude si le groupe est important,
- information formatée non individualisée.

Ce type de journée peut être un bon moyen d'avoir un premier avis sur la question, une sorte de débrouillage.

Deuxièmement, en faisant venir le revendeur directement au cabinet. Il y est alors possible de tester en conditions réelle 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 différents et comparer les produits et les solutions ergonomiques proposées. Ainsi, son choix sera des plus pertinents.

Le revers de cette méthode est qu'elle implique de prendre du temps sur son agenda, d'aménager des rendez-vous plus longs, ce qui s'avère parfois délicat. Dès lors, le choix peut en être précipité.

Finalement, le plus simple ne serait-il pas d'intégrer l'usage d'aide optique à la formation initiale ? Qu'en est-il aujourd'hui ?

#### 4.7.2. La formation initiale

Au cours de leur formation initiale, les étudiants en chirurgie-dentaire ne sont que ponctuellement sensibilisés à l'exercice sous aides-visuelles. Quelques cours magistraux et travaux pratiques de découverte sont dispensés côté universitaire, mais rares sont les étudiants qui expérimentent cliniquement et régulièrement l'usage de télé-loupes ou du microscope opératoire.

MERANER et NASE ont réalisé en 2008 une étude ayant pour objectif d'évaluer deux paramètres de ses enseignants : quelle est leur expérience personnelle du travail sous aides optiques et quelle valeur donnent-ils à cet outil sur le plan clinique.

Les résultats des questionnaires sont surprenants.

Parmi les utilisateurs réguliers :

- seuls 61% pensent qu'il est nécessaire d'enseigner le travail sous aide optique. Par ailleurs, une partie d'entre eux n'utilisent pas d'aide optique à la faculté alors qu'ils le font dans leur cabinet.
- 29% expriment ne pas savoir s'il le faut ou pas.
- 10% y sont opposés (alors même qu'ils sont convaincus de l'utilité des aides optiques dans leur pratique privée).

Quelle est l'origine d'une telle disparité ? L'auteur explique cela par l'absence de consensus quant à leur utilisation. En effet, il n'existe à ce jour aucune recommandation ou recueil de données sur les conditions dans lesquelles les utiliser. De même que peu de publications scientifiquement prouvées existent sur les bénéfices, ou les risques à travailler sous aide visuelle. Par ailleurs, de nombreux enseignants semblent avoir du mal à accepter la vision assistée comme un modèle de pratique. Leur adhésion serait certainement facilitée si des études fondées sur la preuve (*evidence-based*) plus puissantes, prouvant l'utilité des aides optiques dans l'amélioration de la pratique, étaient menées.

Cette étude datant de 2008, des progrès dans ce domaine ont déjà été réalisés. Les études présentées en 4.1.5.4 e 4.4.2. rapportent des résultats objectifs du point de vue ergonomique avec une amélioration de la posture, un bénéfice à l'intégration précoce, un perfectionnement de la motricité fine et une augmentation de la productivité.

Restent les questions d'ordre médical : quel est l'impact de l'utilisation d'aides optiques sur la santé du chirurgien-dentiste ?

#### 4.8. Résumé

Tableau résumé des impacts sur l'organisation du travail, Cf. 6. .

**5. REPERCUSSIONS DE**  
**L'USAGE D'AIDES OPTIQUE**  
**SUR LA SANTE DU**  
**PRATICIEN**

## 5. REPERCUSSIONS DE L'USAGE D'AIDES OPTIQUE SUR LA SANTE DU PRATICIEN

Pratiquer l'art dentaire avec des aides optiques implique de nombreuses modifications organisationnelles, touchant au travail du chirurgien-dentiste. Mais qu'en est-il de l'Homme ? Ces changements sont-ils bénéfiques pour la santé du praticien, ou au contraire s'avèrent-ils délétères ?

### 5.1. Impact sur le système musculo-squelettique : (2)(3)(10)(26)(49)(51)(54)(57)(61)(63)(70)

#### 5.1.1. Généralités

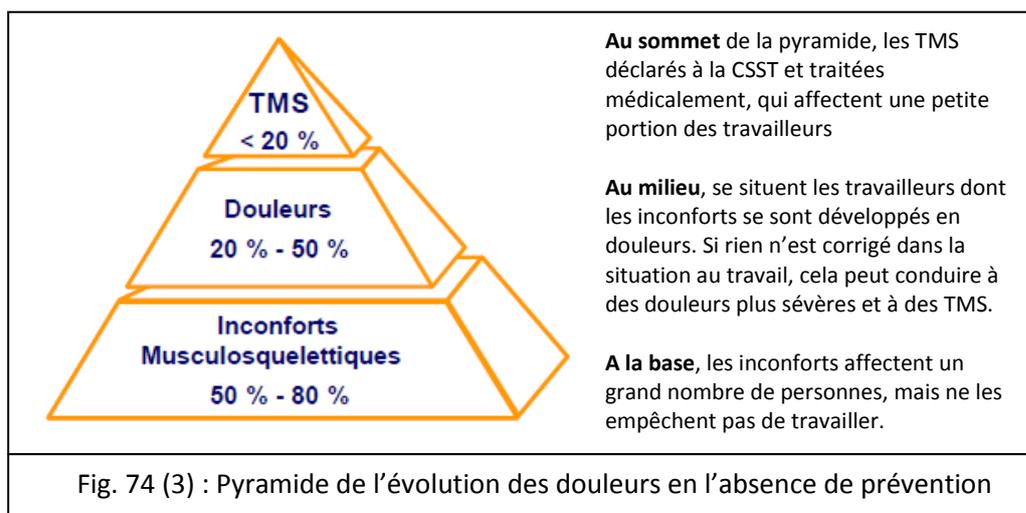
Le milieu du travail est un environnement de contraintes, créant avec le temps des lésions pouvant entraîner des douleurs voire des incapacités d'exercice. Le terme Troubles Musculo-Squelettiques (TMS) rassemble l'ensemble des affections corporelles résultant d'un exercice physiquement traumatisant. Ils peuvent être causés, ou aggravés, par différents dangers ou risques présents sur le lieu de travail. Bien que la répétition ne soit pas toujours le facteur principal, les termes « lésions attribuables au travail répétitif (LATR) » ou « troubles cumulatifs » réfèrent généralement aux mêmes réalités.

#### 5.1.2. Les TMS des chirurgiens-dentistes

##### 5.1.2.1. Localisation et fréquence des troubles

Le système musculo squelettique comprend plusieurs structures pouvant être atteintes de façons isolées ou simultanément. Par exemple, les lésions aux articulations des vertèbres affectent souvent les muscles qui les entourent. Ce système se compose des muscles, tendons, gaines tendineuses, nerfs, bourses séreuses, articulations (capsule, cartilages, synovie), ligaments, et vaisseaux.

Les signes décrits sont presque toujours ressentis dans un ordre chronologique, d'intensité croissante. D'abord une sensation d'inconfort musculo-squelettique, puis des douleurs légères, pour aboutir au TMS proprement dit avec douleurs intenses et limitations fonctionnelles. Une grande part de la population ressent de l'inconfort (50 à 80%) tandis que moins de 20% souffrent de TMS réels, ce qui s'illustre par une pyramide d'évolution des douleurs.



Du point de vue anatomique, les régions les plus touchées sont le rachis dans la région lombaire (56.8%), la nuque (68.5%), les trapèzes (67.4%), les épaules (60,0%) et les poignets (69,5%). Ces pourcentages sont cependant issus d'études menées par le Centre de Santé des

Travailleurs de l'Ontario au Canada, mélangeant chirurgiens-dentistes et hygiénistes, dont l'activité de soin est beaucoup plus répétitive (détartrages manuels). Ils permettent néanmoins de constater que ces régions sont touchées dans environ 60% des cas.

### 5.1.2.2. Etiologie et facteurs de risque d'apparition

Le terrain d'apparition de TMS comprend un ensemble de paramètres dont certains bien difficilement modifiables, tels que la prédisposition génétique, l'âge, le sexe, les antécédents de lésions. C'est donc sur l'autre versant, comportemental, qu'il convient d'agir pour, sans pouvoir le faire disparaître, tenter de réduire le risque d'apparition de TMS au cours de la carrière. Celui-ci comprend l'ensemble des contraintes que l'individu va imposer à son corps, incluant les environnements privé et professionnel.

Cinq paramètres physiques sont à l'origine de TMS :

- Postures à risque : nous l'avons vu dans le 4.1. , le corps peut être divisé en segments articulés qu'il est possible de placer en position neutre, c'est-à-dire en position de moindre effort. Plus on s'éloigne de la position d'équilibre, plus la posture est dite à risque car augmentant la contrainte puis la fatigue des muscles et tendons situés autour de l'articulation. Les limites articulaires sont par définition les positions les plus extrêmes qu'une articulation peut supporter, elles sont les plus à risque.
- Effort statique : l'oxygène et les nutriments sont apportés aux muscles par le sang, et de façon augmentée lors d'un effort. Quand un muscle se contracte, il diminue la quantité de sang circulant dans ses vaisseaux. Son relâchement permet sa revascularisation et, se faisant, sa nutrition. C'est effort est dit dynamique.

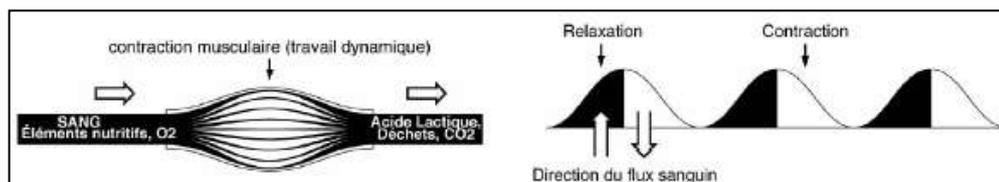


Fig. 75 (3) : Circulation sanguine lors d'un effort dynamique.  
Le muscle alterne contraction et relaxation ce qui entraîne un effet de pompe et équilibre les échanges de métabolites.

Or lors d'un effort statique, caractérisé par une contraction musculaire continue, le sang supplémentaire nécessaire ne peut être véhiculé en quantité suffisante au travers du muscle. Il en résulte un déséquilibre entre les besoins et les apports. De plus, l'élimination des déchets organiques, tels que l'acide lactique, est rendue plus difficile : ils s'accumulent. Il en résulte une situation pouvant conduire à une fatigue musculaire et à des lésions tissulaires.

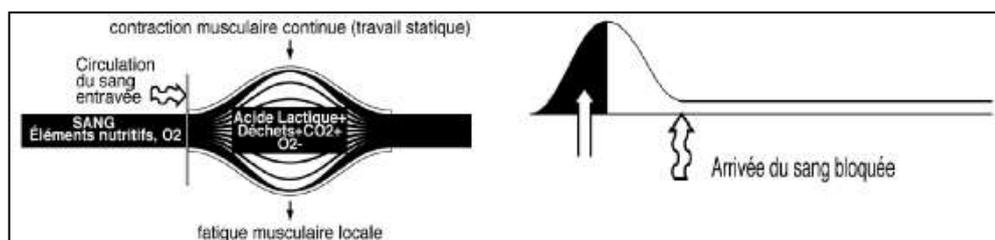
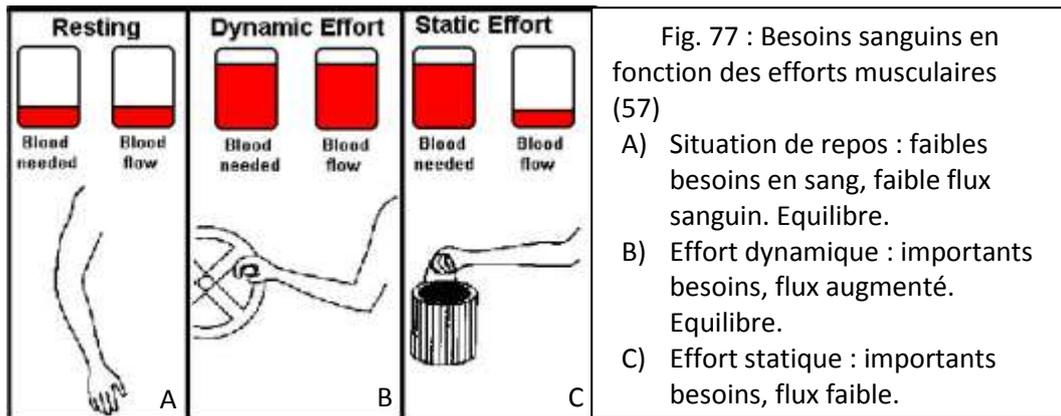
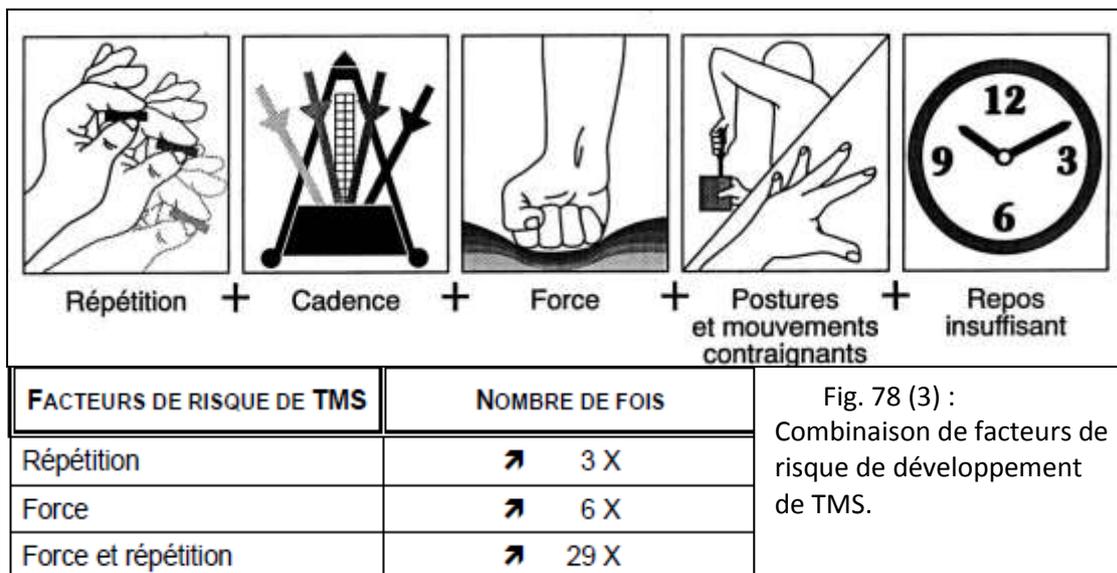


Fig. 76 (3) : Circulation sanguine lors d'un effort statique.  
Le muscle se contracte en continu, l'arrivée de sang est bloquée, les déchets s'accumulent localement.



- Force : elle caractérise l'intensité de l'effort fourni. Plus il est intense, plus le risque de lésion musculaire est important. Maintenir un petit instrument entre les doigts est, par exemple, un mouvement nécessitant de la force dans la main. A cela s'ajoute la force nécessaire à l'accomplissement du mouvement. A titre d'illustration, tracter un cône de tarte à l'aide d'une curette à manche fin est par définition un mouvement en force.
- Répétition : la réitération d'un mouvement, même avec peu de risque et de force, peut entraîner fatigue, lésion tissulaire, inconfort et blessure. Le risque est pondéré par trois éléments : la fréquence (combien de fois le geste est-il répété ?), la durée (combien de temps de répétition ?), la récupération (combien de temps entre deux séquences ?).
- Vibration : pour maintenir un objet vibrant, il faut forcer d'avantage, ce qui est source de fatigue. Les rotatifs vibrent dès leur contact avec l'organe dentaire.

La combinaison de ces facteurs augmente considérablement le risque global de développer des TMS.



De façon plus sectorisée, à chaque région son facteur de risque.

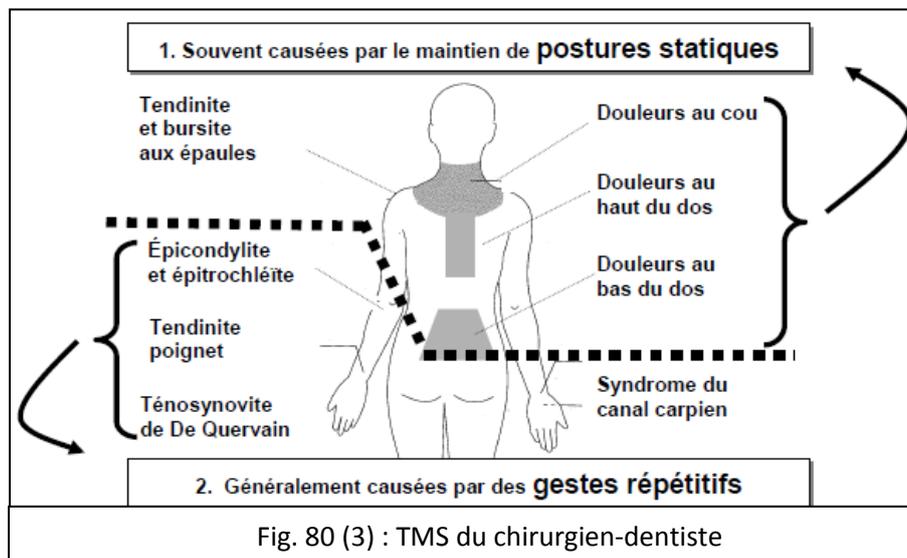
		FACTEURS DE RISQUE				
RÉGION OU DIAGNOSTIC DE TMS	N <sup>BRE</sup> D'ÉTUDES	FORCE (EFFORT)	POSTURE STATIQUE OU EXTRÊME	RÉPÉTITION	VIBRATION SEGMENTAIRE	COMBINAISON DE FACTEURS
Cou/région du cou	> 40	++	+++	++	+/-	(-)
Épaulle	> 20	+/-	++	++	+/-	(-)
Coude	> 20	++	+/-	+/-	(-)	+++
Syndrome du canal carpien	> 30	++	+/-	++	++	+++
Tendinite main/poignet	8	++	++	++	(-)	+++
Main/bras vibration	20	(-)	(-)	(-)	+++	(-)

REGION DE TMS	N <sup>BRE</sup> D'ÉTUDES	FACTEURS DE RISQUE				
Rachis lombaire		TRAVAIL PHYSIQUE LOURD	SOULÈVEMENT ET MOUVEMENT EN FORCE	POSTURE STATIQUE	POSTURE CONTRAIGNANTE	VIBRATION DE TOUT LE CORPS
		> 40	++	+++	+/-	++

+++ = Évidence forte : lien causal très probable.  
 ++ = Évidence de relation avec le travail démontrée.  
 +/- = Études insuffisantes pour conclure.  
 (-) = Pas d'effet démontré.

Fig. 79 (3) : Répartition régionale des différents facteurs de risque de TMS



### 5.1.3. Le stress

Le stress au cabinet dentaire est un élément à prendre en compte dans la gestion des TMS. Ses origines sont si diverses qu'elles feraient l'objet d'une longue dissertation qu'il serait difficile d'exposer dans ce travail.

Néanmoins, il est utile de mentionner qu'un praticien stressé a tendance à négliger sa position de travail et ses temps de repos. C'est pourquoi, l'application de principes simples mais rigoureux favorise un exercice plus détendu ; comme par exemple une bonne gestion des rendez-vous, une

planification efficace laissant peu de place à l'imprévu, et un aménagement de temps de repos à intervalles réguliers

#### 5.1.4. Moyens de prévention

Ressentir un inconfort physique, voire une douleur, est souvent l'élément déclencheur d'une prise de conscience par le praticien. Le problème est qu'il est souvent déjà trop tard : la douleur signe en général l'existence d'une lésion chronique.

Tout chirurgien-dentiste conseille à ses patients d'avoir une bonne hygiène bucco-dentaire, de réaliser des contrôles réguliers et surtout de ne pas attendre l'apparition de douleurs bucco-dentaires pour le consulter. C'est un système de prévention. Il en va de même pour gérer les douleurs musculo-squelettiques. Connaître et appliquer les principes d'ergonomie classique (4.1), se faire évaluer par un ergonomiste, ne pas attendre les douleurs ; voilà le triptyque de la prévention des TMS.

Le métier d'ergonome est peu développé en France contrairement aux pays anglo-saxons, leur consultation permet selon diverses études de réduire ou faire disparaître leurs douleurs dans 72 à 91% dans les trois mois suivants la mise en place d'un programme de correction. En France, les installateurs de cabinets dentaires sont souvent les intervenants les plus à même de résoudre des problèmes de type TMS. En effet, les TMS étant liés à des contraintes posturales, agir sur l'équipement pour permettre une neutralité physique lors des soins semble être la solution (par exemple via l'usage d'appui coudes en gel).

Au delà du soin et de sa réalisation dans les meilleures conditions possibles, les ergonomes recommandent la pratique d'exercices physiques réguliers. A commencer par une activité sportive régulière, favorisant un renforcement musculaire (protégeant les articulations), un drainage des toxines et une diminution du stress.

De plus, des exercices peuvent être réalisés plusieurs fois par jour sur des temps de pauses régulièrement aménagés. Ils favoriseraient le relâchement musculaire et le soulagement des tendons, la revascularisation des muscles statiques, la lubrification des articulations. Ils autoriseraient également un recentrage psychologique sur soi et une écoute de son corps par le praticien.



Fig. 81 (70) : Mouvements d'étirements possibles à réaliser au cabinet dentaire sur des temps de pauses aménagés.

Finalement, il serait illusoire de penser qu'appliquer tous ces conseils de prévention au cabinet dentaire permette d'éviter l'apparition de TMS. Dans la vie quotidienne, beaucoup de gestes peuvent traumatiser le corps, particulièrement le rachis. C'est l'individu en entier, avec sa vie privée et professionnelle, qui est concerné par sa santé. Voici quelques exemples de gestes de la vie quotidienne, pouvant facilement être corrigés.

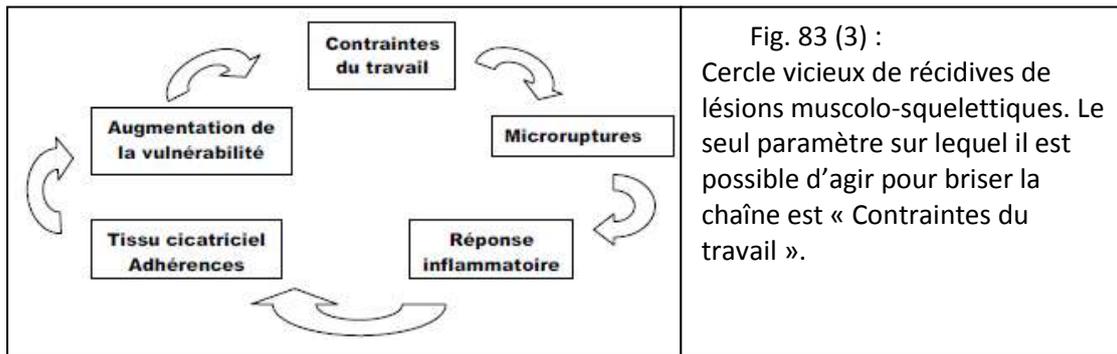


### 5.1.5. Le temps de récupération

Le temps requis pour que les maux ou douleurs disparaissent est un indice de la progression de l'atteinte. Lorsque les situations à risque ne sont pas corrigées, l'évolution du temps requis pour leur disparition est généralement la suivante : après une nuit de sommeil, après un ou deux jours de repos, seulement pendant les vacances, jamais (douleurs permanentes).

Plus une lésion est importante, plus elle nécessite de temps pour cicatriser une fois les contraintes stoppées. Le problème ressurgit lorsque l'individu retrouve les mêmes conditions physiques. Pis encore, la cicatrisation n'étant pas un processus de retour *ad integrum*, les structures sont fragilisées, et la lésion risque de progresser d'avantage lors de nouvelles expositions à risques.

C'est un cercle vicieux qu'il est indispensable de briser si l'on souhaite éviter de développer des lésions chroniques handicapantes, pouvant malheureusement conduire à l'arrêt précoce d'une carrière.



### 5.1.6. Impact des aides optiques

#### 5.1.6.1. Effets sur la posture

Les études sur le rôle des aides optiques à favoriser le maintien d'une bonne posture ont déjà été présentées en 4.1.5.4. . A ce jour, la littérature ne propose pas d'étude posant en problématique l'existence d'un lien entre port d'aide visuelle et TMS.

Toutefois, la déduction suivante semble peu risquée et permet de formuler une hypothèse. On sait que les aides optiques participent à la conservation d'une posture neutre, or l'adoption d'une posture neutre prévient l'apparition de TMS, donc les aides optiques pourraient prévenir des TMS.

Une étude fondée sur la preuve est évidemment nécessaire sur ce point.

#### 5.1.6.2. Importance de l'intégration précoce à l'exercice

La nécessité et le bénéfice d'intégrer précocement l'usage d'aides optiques au cursus des chirurgiens-dentistes ont déjà été présentés en 4.1.5.5. . Partant de l'hypothèse que les aides optiques réduisent les TMS, on peut dès lors les considérer comme un moyen de prévention devant, par définition, être mis en place le plus tôt possible.

Les TMS sont des troubles dits cumulatifs, c'est-à-dire que les effets de contraintes ne sont ressentis que si elles se prolongent dans le temps.

Au début d'une carrière, un chirurgien dentiste peut avoir une petite marge de sécurité entre les efforts qu'il fournit et sa tolérance, ce qui lui permet de poursuivre son exercice normalement. Mais avec le temps, la tolérance à l'effort diminue, la marge s'amincit et les inconforts apparaissent. En conséquence, plus la marge initiale est fine, plus le praticien risque de ressentir une gêne précocement.

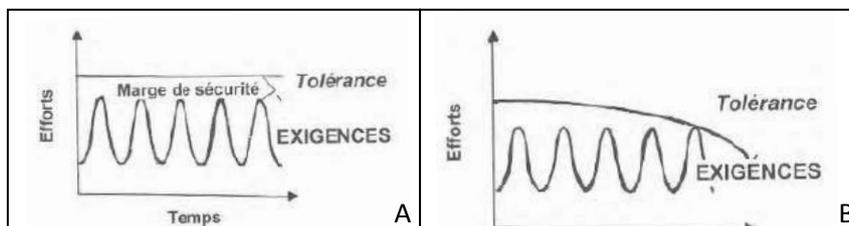


Fig. 84 : Seuil de tolérance, fonction des exigences physiques (3)

- A) A court terme, le seuil de tolérance est linéaire, la marge de sécurité constante.
- B) A long terme, le seuil décroît et la marge s'amenuise.

C'est pourquoi, une fois encore, les aides visuelles sont un outil devant être appréhendé le plus tôt possible par les praticiens.

### 5.1.6.3. Quelles contraintes ?

L'utilisation d'aides optiques peut elle être génératrice de troubles ou d'inconforts ?

Aucune étude scientifiquement prouvée n'existe à ce sujet.

Néanmoins, de nombreux auteurs rapportent des avis de praticiens ayant une solide expérience de l'usage de loupes ou de microscopes, et faisant état de possibles contraintes imposées par les aides optiques.

Premièrement, la position statique, délétère notamment pour le cou et les épaules, est une réalité du travail sous aide visuelle. La distance focale imposant la distance de travail, la posture est relativement verrouillée.

Pour éviter cela, les mêmes auteurs recommandent de constamment varier la nature des soins au cours de la journée.

Ainsi, en variant leur emplacement horaire, les instruments utilisés, la position assise ou debout, voire le type d'aide optique (loupe ou microscope en alternance), il serait possible de limiter ce facteur de risque. Par ailleurs, certains actes ne nécessitent pas le recours au grossissement (prise d'empreintes, de radiographies, de photographies etc...).

Ce conseil reprend le principe d'alternance posturale, formulé pour une activité à l'œil nu en prévention des TMS, il semble donc très recevable.

Deuxièmement, et de façon spécifique aux loupes, le poids de la structure « monture, télé-loupes, lampe LED » aurait pour effet d'augmenter la force nécessaire au maintien de la tête en l'alourdissant.

Tout d'abord, il convient de comparer le poids des produits proposés par les différents fabricants et de choisir le plus léger.

Ensuite, privilégier le casque aux montures classique car rapprochant le centre de gravité de l'ensemble vers le rachis, ou ajouter aux lunettes un cordon faisant le tour du crâne.

Enfin, proscrire les batteries « embarquées », elles doivent uniquement siéger dans la poche de la blouse du praticien.

Le microscope prend l'avantage sur ce point du poids.

Troisièmement, toujours pour les loupes, l'adaptation posturale est un risque non négligeable de leur usage. Il s'agit de mise au point par modification de la distance objectif/cible en se penchant en avant. Il est en effet très tentant de se pencher pour retrouver la netteté car le résultat est immédiat, contrairement à une manipulation du fauteuil.

La solution réside dans l'acquisition de loupes ayant une profondeur de champ plus importante, fournissant une image plus nette de l'ensemble, mais au détriment du grossissement bien sûr.

Quatrième et dernier point, spécifique du microscope, dont la manipulation peut être source de mouvements à risque. S'il est mal placé hors soin (trop loin ou trop haut), ou en soin (praticien tassé ou penché en avant), est équipé de freins trop raides (plus de force nécessaire), ou trop souples (replacements répétés), des inconforts à l'usage peuvent apparaître.

La bonne observance des règles d'installation et de manipulations est alors fondamentale pour prévenir ce type de risque.

## 5.2. Impact sur la vision du chirurgien-dentiste

Les aides optiques ont-elles un impact sur la vision du chirurgien-dentiste ?

Si oui, est-ce un bénéfice ou un risque ?

Leur usage est parfois critiqué car suspecté de générer des migraines, de la fatigue visuelle ou de diminuer l'acuité visuelle ; qu'en est-il réellement ?

### 5.2.1. La fatigue visuelle (12)(13)

#### 5.2.1.1. Définition

D'après CAIL (1992 et 2011), « Celle-ci serait un effet physiologique réversible, résultant de sollicitations excessives des muscles oculaires et de la rétine, pour tenter de conserver une image nette par des ajustements inefficaces. Elle s'accompagne d'une réduction de la capacité nécessaire à la réalisation d'une tâche visuelle et d'une modification de la stratégie d'accomplissement de cette tâche ; elle constitue un signal d'alarme. ».

L'auteur précise tout de même que de nombreuses définitions existent dans la littérature et qu'il est très difficile de la définir précisément.

Il ajoute qu'« aujourd'hui encore, la fatigue visuelle reste un concept flou. Les termes fatigue visuelle et astreinte visuelle sont souvent ambigus et utilisés sans avoir été clairement définis. Or l'intégration des nouvelles technologies de visualisation au poste de travail contribue à privilégier de plus en plus l'information visuelle par rapport aux autres types d'information. Lors des enquêtes sur le terrain, la fatigue visuelle est souvent dénoncée par les opérateurs effectuant des tâches à fortes sollicitations pour la vue (travail informatisé ou avec aides optiques, contrôle de qualité, etc.). Ce problème est donc préoccupant. »

#### 5.2.1.2. Facteurs individuels

Les facteurs individuels comprennent, l'âge, le sexe, les défauts, le port éventuel de verres correcteurs et l'état de fatigue générale. Ils rendent l'opérateur plus sensible à la fatigue selon les cas.

#### 5.2.1.3. Facteurs professionnels

Les facteurs professionnels sont liés à l'environnement physique (éclairage), au matériel utilisé (brillance des surfaces, aides optiques), à l'aménagement du poste de travail (distance œil-tâche) et à l'organisation du travail (longues séances avec fixité du regard).

#### 5.2.1.4. Symptômes à court terme

Les symptômes décrits par CAIL (1992 et 2011) ne sont pas spécifiques de l'exercice de la chirurgie-dentaire, ils regroupent de nombreux métiers de précision (horlogerie, couture, biologie) ou utilisant des écrans de visualisation de façon prolongée. Ils n'en restent pas moins pertinents pour éclairer ce travail de synthèse en l'absence d'écrits propres à notre discipline.

Ces symptômes se composent de signes subjectifs, formulées en plaintes, telles que des sensations de picotement, des éblouissements, une vision moins nette, des maux de têtes et les yeux secs.

A ces signes s'ajoutent des modifications physiologiques (objectives) que sont, un recul du punctum proximum (PP), une perturbation de la convergence en vision binoculaire et une baisse de l'acuité visuelle.

#### 5.2.1.5. Symptômes à long terme

Si les troubles visuels peuvent perdurer plusieurs heures après la journée de travail, ils disparaissent après une nuit de repos. Par contre, certains troubles fonctionnels (par exemple le recul du PP) sont amplifiés en fin de semaine ; cela dénote une fatigue cumulative. De plus, le recul du PP en fin de semaine de travail dépend du niveau d'exigence visuelle de la tâche.

Les mesures ophtalmologiques effectuées jusqu'à présent n'ont pas mis en évidence d'altération pathologique des fonctions visuelles due au travail visuel (sur écran ou avec microscope).

#### 5.2.2. La vision du Chirurgien-dentiste

##### 5.2.2.1. La lumière au cabinet dentaire (8)(12)(13)

Impossible de parler de fonction visuelle sans définir au préalable son cadre : l'environnement visuel au cabinet dentaire et son vecteur, la lumière.

##### 5.2.2.1.1. Les différentes sources lumineuses, le zonage lumineux

On distingue deux sources lumineuses à maîtriser : la lumière naturelle et l'artificielle.

S'il semble techniquement possible de se passer de lumière naturelle, ses apports physiologiques et psychologiques rendent souhaitable que le cabinet dentaire en reçoive une quantité suffisante.

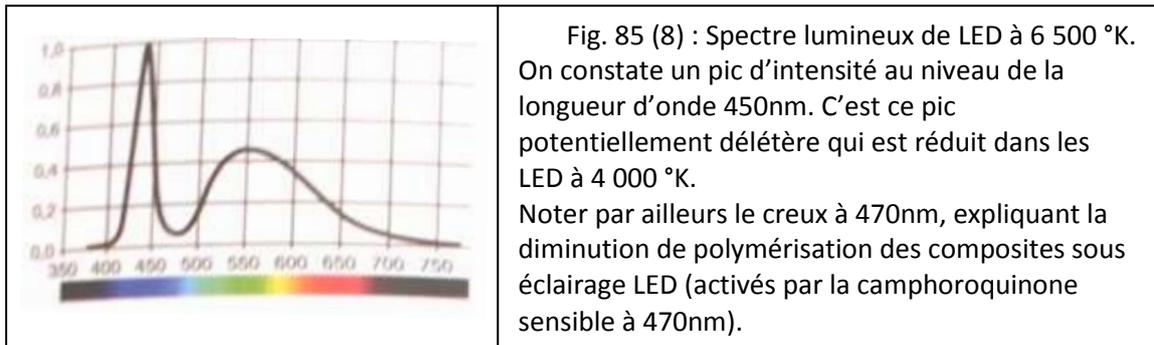
La lumière artificielle doit souscrire aux normes ISO EN NF 9680 (pour la lampe opératoire) et EN NF 12464-1 (pour l'ensemble éclairage général et opératoire)

Le cabinet est divisé en trois zones d'éclairage différentes :

- *E1 : zone de circulation et de préparation du travail (500 Lux à 75 cm du sol).*  
Comprenant l'ensemble des murs, plafond, surfaces des meubles, elle est traitée par un luminaire général dispensant de la lumière directe et indirecte.  
Son rôle est de favoriser le confort visuel en uniformisant l'ambiance lumineuse, en réduisant les éblouissements et en facilitant les accommodations (passage d'une zone à l'autre).
- *E2 : zone de travail (1 000 Lux en moyenne à 90cm du sol).*  
Comprenant le fauteuil, les tablettes et les instruments s'y trouvant, les plans de travail et meubles à portée de main.  
Elle représente une surface carrée d'environ 1,20m de côté, centré sur la bouche du patient.  
Son intensité est de 1 000 Lux en moyenne, ne doit pas dépasser 1 200 Lux dans les yeux du patient pendant les soins, mais doit pouvoir être élevée à 2 500 Lux à la demande pour certaines opérations telles que le choix d'une teinte ou un acte de chirurgie.  
L'éclairage de la zone E2 sera fonction de la zone E3 afin d'éviter des trop forts contrastes entre elles et limiter ainsi l'accommodation par adaptation pupillaire.  
Le luminaire de choix utilisé en zone E2 est le plafonnier situé juste au dessus du plan du fauteuil, et dont la commande d'intensité est réglable.
- *E3 : zone ou champ opératoire, la cavité buccale (8 000 à 25 000 Lux).*  
Zone d'éclairage la plus élevée, c'est à partir de son niveau que seront ajustés ceux des zone E2 et E1.  
L'éclairage collatéral ne doit jamais dépasser les 1 200 Lux dans les yeux du patient.  
D'un point de vue technologique les lampes LED dépassent aujourd'hui les lampes halogènes. Elles possèdent une durée de vie d'environ 20ans, sont plus puissantes à consommation

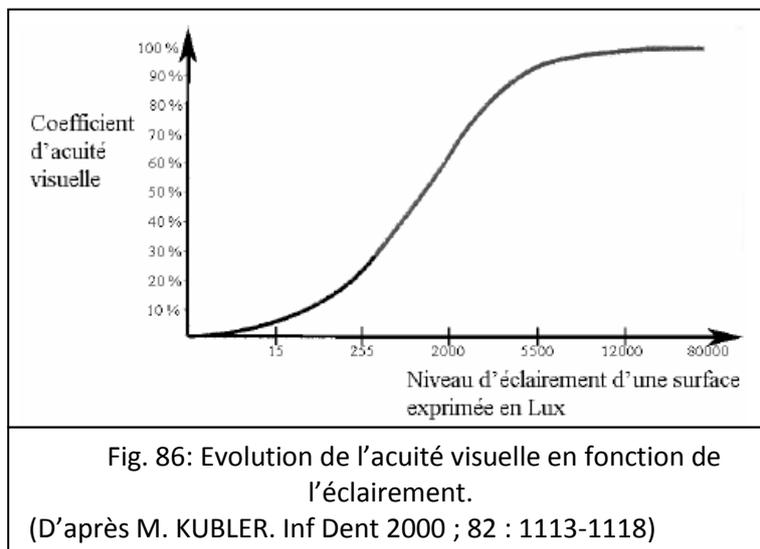
égale, sont plus esthétiques, n'ont pas d'ombre portée, pas de bruit de ventilateur, dégagent moins de chaleur et permettent des montages facilitant l'asepsie.

Il convient d'être attentif au choix des LED à savoir d'éviter les éclairages « Blancs froids » au profit des « Blancs neutres ». En effet, l'ANSES (Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail) a mis en garde contre la prédominance de longueur d'onde de 450nm dans le spectre des LED blanc froid (à 6 500 degrés K). Le risque étant de surcharger la rétine d'information « bleue » et d'avoir de potentiels effets délétères sur les cellules photo-réceptrices de cette longueur d'onde. De nouvelles LED à 4 000 degrés K ont été développées pour réduire cette dominance et harmoniser le spectre.



#### 5.2.2.1.2. Lien entre lumière et acuité visuelle

L'acuité visuelle est fonction de l'éclairage, c'est-à-dire que plus la lumière est intense, plus l'œil saisit les détails des objets. La limite se situe à l'éblouissement, intensité lumineuse à partir de laquelle les contrastes diminuent, le sujet voit moins net, ce qui se traduit alors par une inflexion de la courbe d'acuité en fonction de l'intensité lumineuse.



#### 5.2.2.1.3. Eblouissement et sous-éclairage

Un éblouissement est un trouble visuel momentané provoqué par une lumière trop vive. Il peut être direct (lumière directe de la source à l'œil), par contraste (écart d'intensité important d'une zone à l'autre), ou par réflexion (surface blanches, brillante voire laquée, métallique). Il a pour conséquence de réduire l'acuité visuelle et d'augmenter la fatigue.

Un sous éclairage conduit le praticien à réduire la distance œil-tâche pour augmenter la lumière projetée sur la rétine. Ceci conduit d'une part à une adaptation posturale délétère pour le système musculo-squelettique, et d'autre part à des variations fréquentes de l'accommodation et de la convergence, sources de fatigue visuelle.

#### 5.2.2.1.4. Aide matérielle pour une visibilité optimale

La cavité buccale est un milieu difficile à appréhender visuellement, il présente de nombreuses zones d'ombres, différentes textures et aspects de surface dont les brillances varient, le tout parasité par la présence de fluides, débris, buée sur le miroir et mouvements musculaires.

Le matériel mis en œuvre lors de soins doit donc apporter un minimum d'encombrement visuel à un environnement déjà complexe à traiter.

Ainsi, lors de l'achat de matériel, il est très important de privilégier des instruments à manche épais (pour décriper la main) mais dont l'extrémité est longue et fine, dégageant la partie travaillante au maximum. Les fraises à col allongé et insert ultrasonores sont intéressants, même s'il est vrai que leur usage sera plus ou moins rendu possible par le degré d'ouverture buccale en cas de soin postérieur.

Les rotatifs doivent être équipés d'éclairage intégré par fibre optique et les petites têtes sont à privilégier : ces derniers ne sont en effet pas réservés à la pédodontie.

La mise en place d'un champ opératoire (digue) est un très bon moyen pour améliorer la visibilité de l'organe dentaire à traiter. Il isole la dent (focalisation plus facile du regard), repoussant les tissus environnants, limite la buée et la présence de salive.

Enfin, un produit abaissant la tension de surface peut être avantageusement mélangé à l'eau de l'unit, permettant d'étaler et faire disparaître les gouttes du miroir, créant ainsi un mince film uniforme par définition transparent. La présence d'eau sur le miroir n'est pas un problème : elle est transparente. En revanche, sa forme, notamment en gouttelettes est elle un réel obstacle à une vision nette par les phénomènes de réfraction qu'elle engendre.

#### 5.2.2.1.5. Apport des AO sur l'éclairage

Les aides optiques munis d'un éclairage intégré apportent un avantage considérable sur le plan lumineux. Par leur caractère coaxial tout d'abord, en limitant les ombres. Ensuite grâce à leur intensité réglable, qui procure également un gain ergonomique certain. L'éclairage fournit par les aides optiques constitue le meilleur moyen d'illuminer la zone de soin.

Attention cependant à respecter les contrastes avec les autres éclairages et à ne pas surexposer la zone. Certaines LED embarquées produisent actuellement jusqu'à 40 000 Lux, ce qui est beaucoup trop important à faible grossissement. L'intérêt d'une telle puissance est simplement de compenser la perte de luminosité générée par l'usage d'optique à fort grossissement.

Enfin, utiliser ce type de lampe ne dispense absolument pas de l'usage d'un scialytique et d'un plafonnier, bien au contraire, leur présence prévient des éblouissements et de la fatigue visuelle.

#### 5.2.2.2. L'acuité visuelle du chirurgien dentiste (11)(27)(28)(29)

Pour rappel, l'acuité visuelle, ou pouvoir séparateur, est la distance minimale séparant deux points que l'œil peut percevoir comme distincts.

Cette acuité est variable entre les individus et plusieurs éléments peuvent la modifier.

- Avec l'âge, l'acuité visuelle diminue par le phénomène de presbytie, correspondant à une perte d'élasticité des tissus de l'œil. Le niveau d'acuité visuel initial d'un individu (à 20 ans) peut être très différent de celui d'une autre personne du même âge, mais tous deux constateront un déclin avec le temps (notamment à partir de 40 ans). Elle peut alors être améliorée par le port de verres correcteurs.

- Nous l'avons vu, la fatigue visuelle occasionne entre autres une diminution de l'acuité. Il en résulte qu'un praticien a une moins bonne acuité en fin de journée que le matin.
- Un mauvais éclairage diminue les informations de contraste, rendant plus difficile la discrimination de deux points et donc diminue l'acuité.

### 5.2.2.3. Quel est l'impact des aides optiques sur l'acuité visuelle ? (11)(27)(28)(29)

Cette problématique n'a été posée que très récemment, au travers de deux études (en 2011 et 2012), menées par EICHENBERGER, PERRIN et coll.

En 2011, l'acuité visuelle de praticiens de tous âges est évaluée à l'aide de tests E-Optotypes. Il s'agit de figures miniatures imprimées sur diapositives et projetées sur négatoscope, que les chirurgiens doivent identifier. Chacun d'eux passe l'examen à l'œil nu, puis successivement équipé d'une loupe simple, de télé-loupes galiléennes (x2,5) et de télé-loupes képlériennes (x4,5). Les distances de travail sont chaque fois imposées et aucun entraînement spécifique n'est pratiqué avant l'étude. En effet, il s'agit ici uniquement d'un test visuel, la fonction motrice n'intervient pas et ne donne pas lieu à la mise en place d'entraînement.

Trois conclusions sont alors formulées :

- L'acuité visuelle des jeunes praticiens est supérieure à celle des praticiens âgés de plus de 40ans.
- L'acuité visuelle de tous a été améliorée par les aides optiques avec par ordre décroissant les loupes képlériennes (+4,64), suivi des loupes galiléennes (+2,43) et des loupes simples (+1,42) ; l'acuité œil nu moyenne étant de +1,19.
- Indépendamment de l'âge, les praticiens ayant une acuité supérieure à l'œil nu conserve cet avantage sous aides visuelles.

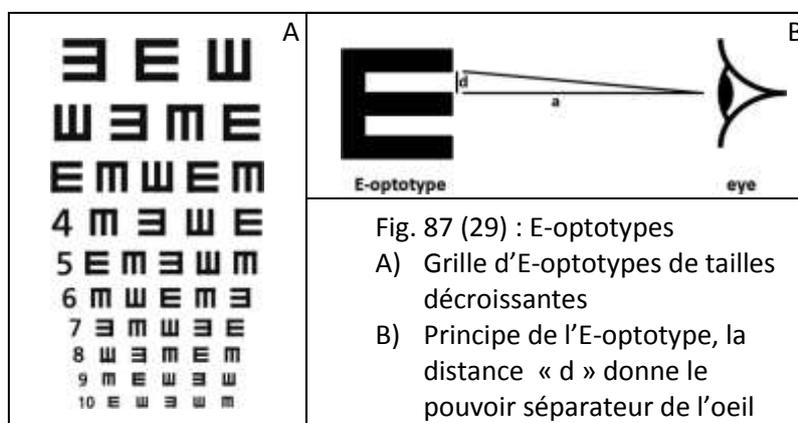


Fig. 87 (29) : E-optotypes  
 A) Grille d'E-optotypes de tailles décroissantes  
 B) Principe de l'E-optotype, la distance « d » donne le pouvoir séparateur de l'œil

En 2012, la même équipe décide d'aller plus loin et installe les E-optotypes au fond de cavités réalisées sur des dents en résines, montées sur modèles d'arcades, mis en place sur des mannequins. L'objectif est alors de reproduire des conditions cliniques, en ajoutant notamment les difficultés visuelles dues à l'éclairage (scyalitique), à la vision indirecte et cavitaire (générant des ombres).

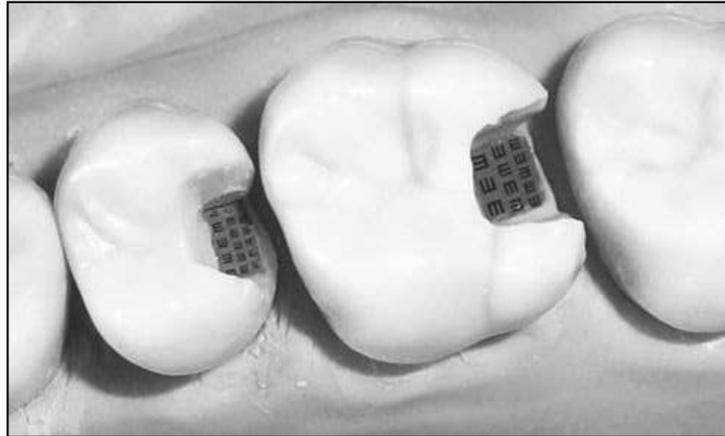


Fig.88 (27) Mise en place d'E-optotypes au fond de cavités proximales.

Les conditions d'évaluations ont aussi été modifiées : l'examen a eu lieu pour chacun d'entre eux à l'œil nu et distance imposée, à l'œil nu et distance libre, puis à distance chaque fois imposée sous loupes galiléennes (x2,5), sous loupes képlériennes (x4,3), sous microscope (x4), et sous microscope (x6). Les microscopes possèdent un éclairage intégré, les loupes en sont dépourvues.

Les conclusions des auteurs sont les suivantes :

- Confirmant la précédente étude, l'acuité visuelle des jeunes praticiens est supérieure à celle des praticiens âgés de plus de 40ans, et a été améliorée pour tous par les aides optiques.
- L'acuité visuelle de près peut être faible chez l'individu jeune et décroît de toute manière avec l'âge, cependant l'utilisation d'aide optique permet de compenser cette perte.
- A l'œil nu, les jeunes praticiens ont une forte amélioration de leur acuité entre distance de travail imposée et libre, ce qui n'est pas le cas pour les seniors. (Cf. Fig. 87)  
Ceci s'explique par la presbytie : en réduisant leur distance œil-tâche, les jeunes praticiens utilisent leur accommodation et augmentent ainsi leur acuité, ce dont les seniors ne sont plus capables. Or il s'agit là d'adaptation posturale, ils se sont nécessairement penchés en avant pour se rapprocher de la cavité buccale.  
Ils ont donc amélioré leur acuité au détriment de leur neutralité posturale.
- C'est le microscope qui augmente le plus l'acuité visuelle (679% à x4 et 961% à x6,8), même à facteur de grossissement égal aux loupes képlériennes (379% à x4,3). Les auteurs expliquent cet avantage par l'absence de micromouvements de la tête sous microscope. L'éclairage intégré coaxial monté sur microscope et absent sur les loupes pourrait également en être à l'origine. (Cf. Fig. 87)
- Il existe une forte corrélation entre l'âge et la baisse de performance visuelle à l'œil nu à distance libre, moyenne à l'œil nu à distance imposée et loupes galiléennes et képlériennes, faible sous microscope (x4) et encore plus faible sous microscope (x6,4). (Cf. Fig. 88)  
Autrement dit, la baisse d'acuité liée à l'âge est moins ressentie sous microscope que sous loupes et œil nu. Elle est certes présente, mais l'écart avec les jeunes est moins creusé. L'origine de ce résultat est attribuée à l'absence de mise en jeu des mécanismes d'accommodation et de convergence sous microscope, ramenant ainsi les praticiens de tous âges sur un pied d'égalité.

Condition (1/mm)	Mean (1/mm)	Median (1/mm)	95 % CI (1/mm)	Improvement of visual performance (NV= 100 %)
NV*	8.43	11.52	11.52–13.98	100 %
NVf*	15.20	18.04	16.79–21.01	180 %
G*	21.07	21.01	19.52–22.90	250 %
K*	31.94	34.34	29.76–34.34	379 %
M4x*	57.27	53.48	53.48–58.19	679 %
M6.4x*	81.01	81.59	75.13–87.41	961 %

Fig. 89 (29) Tableau récapitulatif de l'amélioration de la performance visuelle (en pourcentage) en fonction des conditions de visualisation.

NV = Œil nu, distance 300mm  
 NVf = Œil nu, distance libre  
 G = Télé-loupes Galiléennes (x2,5), distance 380mm  
 K = Télé-loupes Képlériennes (x4,3), distance 400mm  
 M4x = Microscope opératoire (x4), distance 250mm  
 M6,4x = Microscope opératoire (x6,4), distance 250mm

Condition	Spearman's rank correlation
NV	-0.543
NVf	-0.747
G	-0.686
K	-0.563
M4x	-0.485
M6.4x	-0.286

Fig. 90 (29) Tableau de corrélation entre âge et performance visuelle.

- Forte corrélation pour l'œil nu distance libre.  
 - Faible pour le microscope (x6,4)

(Légende identique Fig. 89)

Finalement, M. EICHENBERGER et All. clôturent cet article en recommandant la mise en place de protocoles utilisant ces tests visuels pour mesurer l'acuité visuelle des chirurgiens-dentistes, et ce, à tous les stades de leur carrière. Ceci leur permettrait de connaître leur performance visuelle initiale et d'être plus pertinent quant au type d'aide optique à acquérir. Ils ajoutent que tout praticien âgé de plus de 40 ans peut compenser son inéluctable baisse d'acuité en se procurant des aides optiques adaptées.

### 5.2.3. Les aides optiques entraîneraient une fatigue visuelle supplémentaire, mythe ou réalité? (12)(13)

Il n'existe à ce jour aucune publication concernant la fatigue visuelle induite par l'utilisation d'aides optiques au cabinet dentaire.

Toutefois, pour tenter d'apporter un élément de réponse, relevons que dans d'autres professions, une revue de la littérature a rapporté que « la fatigue visuelle est particulièrement manifeste dans le travail avec aides optiques. ». Il y est mentionné également que « (...) dans le travail avec aides optiques, la charge visuelle est accentuée par la fixité permanente du regard, la dysharmonie entre l'accommodation et la convergence, la répartition insatisfaisante des luminances dans le champ visuel. L'aberration géométrique des optiques et le réglage incorrect de l'instrument sont également causes de fatigue visuelle. Les plaintes sont plus fréquentes dans le travail avec les loupes que dans le travail avec les microscopes stéréoscopiques. »(13)

L'auteur distingue ici les loupes des dispositifs stéréoscopiques. Or nous avons vu en 3.2 que les chirurgiens-dentistes utilisent des télé-loupes avec vision stéréoscopique et non pas de simples loupes. On peut donc penser que la fatigue visuelle potentiellement liée aux aides optiques dentaires serait uniquement due à la surcharge visuelle par fixité du regard et à de mauvais réglages de l'instrument. De plus, le microscope s'affranchissant assurément de la convergence et de l'accommodation, la fatigue visuelle n'en est que davantage prévenue.

La fixité du regard est réelle en chirurgie dentaire, mais elle est tout de même moins longue que celle décrite dans cette étude, faisant état de plaintes exprimées après 3h30 de travail sur écran. Les recommandations de 2011 (12) mentionnent l'intérêt d'instaurer des micro-pauses visuelles en regardant au loin quelques instants, et de varier les activités régulièrement. Cette mesure fait écho au micro pauses posturales prescrites pour réduire les forces musculaires statiques, elle est donc facile à appliquer.

Autre élément, le va-et-vient visuel entre divers objets, situés à différentes distances de l'œil, impose de faire varier en permanence l'accommodation. Ceci est source de fatigue visuelle et est valable à l'œil nu. Il en est de même pour un travail sous aide optique : puisque l'opérateur regarde une image à l'infini, il doit accommoder dès qu'il regarde à côté, par exemple pour saisir un instrument. Plus l'opérateur sera en mesure de garder le regard dans le champ grossi, moins il ressentira de fatigue visuelle. Les solutions pour cela sont déjà connues : organisation de l'instrumentation et travail à quatre mains (Cf. 4.1.2.5. et 4.2.1.2.)

Enfin, un éclairage intégré trop intense ou trop contrasté avec les zone E2 et E1 peut entraîner un éblouissement, de même que des instruments brillants. Cet écueil est évité en réglant avec tact et mesure le générateur pour les loupes, ou le diaphragme pour le microscope opératoire, ainsi qu'en utilisant des instruments au revêtement mat, sous digue.

#### 5.2.4. Conclusion

La fatigue visuelle est inhérente à l'exercice de la chirurgie-dentaire.

Rien à ce jour ne prouve que les aides optiques augmentent ou réduisent cette fatigue.

Elles sont comme tout instrument, potentiellement à risque si elles sont mal utilisées.

Des règles simples de bon usage et de prévention des risques doivent être appliquées attentivement, sans pour autant être un frein à leur emploi. Il faut donc trouver l'équilibre entre fixité excessive et va-et-vient incessant du regard ; y ajouter un bon réglage de son aide optique, un éclairage sectorisé et adapté, et une gestion des rendez-vous variée autorisant de petites pauses régulières.

Dans ces conditions, l'amélioration de l'acuité visuelle du praticien grâce aux optiques, et la diminution des ombres par l'éclairage coaxial, feront semble-t-il, de ces aides visuelles, un précieux outil de prévention de la fatigue visuelle.

#### 5.3. **Environnement psychologique et gestion du stress** : (8)(52)

Enfin, troisième et dernier impact des aides optiques sur la santé du chirurgien-dentiste, le bien être au travail. Encore une fois aucune étude fondée sur la preuve n'existe pour étayer nos propos. Néanmoins de nombreux auteurs évoquent un effet psychologique positif produit par les aides optiques sur les praticiens équipés.

L'exercice est facilité par l'identification et le passage de difficultés mécaniques plus rapidement, plus efficacement. Ainsi y serait associé un gain de temps, certes après l'observation d'une inévitable phase d'apprentissage.

La concentration est moins intense, car l'information visuelle détaillée est accessible de façon plus évidente. Ainsi, l'opérateur est plus efficace et moins fatigué au moment de quitter le cabinet le soir, et *a fortiori*, en fin de semaine.

Le praticien ressent plus de certitude sur ses actes, il a ainsi plus de confiance en lui-même. Cet effet est visible par les patients et crée un transfert positif sur eux, ils apprécient cet aspect rassurant de maîtrise.

S'il opte pour un microscope muni d'un écran de visualisation, le chirurgien-dentiste peut communiquer davantage, illustrer ses diagnostics, ses actes, mettre en avant la qualité de son travail et obtenir un réel dialogue avec ses patients.

L'équipe soignante est plus soudée car inévitablement les aides optiques accroissent la participation active de l'assistante dans la réalisation du soin. Son implication rend son travail plus attractif, valorisant, et moins rébarbatif. Un épanouissement professionnel est source de bonne ambiance au sein du personnel du cabinet.

D'aucuns évoquent « l'effet récréatif » des aides visuelles, par la redécouverte de son exercice grâce aux impacts, multiples nous l'avons vu, sur l'organisation du travail et la santé du praticien. Cet effet peut même être encore augmenté par la création de nouvelles perspectives professionnelles, en rendant de nouveaux actes possibles, et autorise ainsi le praticien à repousser les limites de son art dentaire.

# **6. TABLEAUX** **RECAPITULATIFS**

## 6. TABLEAUX RECAPITULATIFS

Les impacts des aides visuelles sont multiples et variés. Aussi nous est-il apparu intéressant de résumer succinctement les avantages et inconvénients de leur usage, sur l'organisation du travail, puis sur la santé du praticien.

Impact sur l'organisation du travail / Aide Optique	Loupes	Microscope Opérateur
<b>Ergonomie</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Ante flexion cou 15 à 25°</li> <li>- Dos droit</li> <li>- Impose une organisation rigoureuse mais bénéfique de l'environnement de travail</li> <li>- Position horaire 9h, de 11h à 12h30</li> <li>- Assis ou debout</li> <li>- Bénéfice si choix d'un éclairage intégré</li> <li>- Bénéfice postural : oui</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Ante flexion cou 0 à 5°</li> <li>- Dos droit</li> <li>- Impose une organisation rigoureuse mais bénéfique de l'environnement de travail</li> <li>- Position horaire de 11h30 à 12h30</li> <li>- Assis uniquement</li> <li>- Bénéfice de l'éclairage intégré</li> <li>- Bénéfice postural : oui</li> </ul>
<b>Ressources Humaines</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Seul possible</li> <li>- 4 mains recommandé</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 4 mains au minimum</li> <li>- 6 mains le cas échéant</li> </ul>
<b>Matériel &amp; conso</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Classique de qualité</li> <li>- Micro instrumentation si soins spécifiques à fort grossissement</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Classique de qualité si faible grossissement</li> <li>- Micro instrumentation si soins spécifiques à fort grossissement</li> </ul>
<b>Economique</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Coût initial : 700€ à 2 800€</li> <li>- Accessoire spécifique : bonnettes, gaines</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Coût initial : 18 000€ à 55 000€</li> <li>- Accessoires spécifiques : poignées stériles, housse stérile, bonnette</li> <li>- Options : oculaires supplémentaires ou télescopiques, caméra, appareil photo, interface MORA®</li> </ul>
<b>Communication</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Pas d'amélioration directe par production d'image, mais impact lié au caractère précis et novateur de la technologie</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Acquisition vidéo per-opérateur, suivi de l'acte, fonction pédagogique.</li> <li>- Acquisition photo : archivage, suivi, communication externe</li> </ul>
<b>Exercice</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Amélioration de la précision de tous les actes, fonction du grossissement de x2 à x5.4</li> <li>- Nouvelles possibilités à x5.4 (endodontie non chirurgicale et chirurgicale)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Amélioration de la précision de tous les actes, fonction du grossissement de x4 à x20</li> <li>- Nouvelles possibilités à grossissement de x5.4 à x20 (endodontie non chirurgicale et chirurgicale)</li> </ul>
<b>Formation</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Le plus tôt possible</li> <li>- Courbe d'apprentissage rapide : 2 semaines</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Le plus tôt possible</li> <li>- Courbe d'apprentissage longue : 4-12 semaines</li> </ul>

Tableau 2 : Impact sur l'organisation du travail selon l'aide optique employée.

Impact sur la santé / Aide Optique	Loupes	Microscope Opérateur
Amélioration posturale par rapport au travail sans AO	- Oui, significativement	- Oui, significativement
Réduction des TMS	- Très probable car amélioration posturale. A prouver - Travail assis et debout possible, alternance bénéfique	- Très probable car amélioration posturale. A prouver - Travail assis uniquement, pas d'alternance assis/debout
Modification de la neutralité posturale lors de l'utilisation	- Oui : flexion cou de 15 à 25° - Souvent risque de mise au point par adaptation posturale	- Non : flexion cou de 0 à 5° possible, physiologique
Mouvements nocifs à la mise en œuvre de l'aide	- Non	- Possible lors du placement si position hors soin inappropriée (trop haut, trop loin)
Effet sur la tension musculaire	- Position statique : tension importante - Poids du système augmentant la force musculaire nécessaire au maintien de la position (majorée si éclairage) - Encombrement (gaine éclairage)	- Position souple en posture droite - Liberté physique - Muscles du cou statiques mais faible tension
Importance de l'intégration précoce	- Garantit une plus grande marge de sécurité et une pérennité du système musculo squelettique	- Garantit une plus grande marge de sécurité et une pérennité du système musculo squelettique
Acuité visuelle	- Améliorée - Bénéfice à tout âge et quelle que soit l'acuité initiale	- Améliorée de façon très importante - Bénéfice à tout âge et quelle que soit l'acuité initiale
Vision binoculaire	- 3D oui	- 3D oui
Accommodation et convergence	- Oui mais faible si dispositif bien réglé	- Non (vision à l'infini)
Choix de l'aide par rapport à l'âge	- Bénéfice à tout âge	- Microscope préférable à partir de 40 ans pour l'absence de convergence et d'accommodation
Eclairage ergonomique	- Oui si LED frontale car presque co-axial (5°) - Attention à l'éblouissement par sur éclairage	- Oui car coaxial - Attention à l'éblouissement par sur éclairage
Fatigue visuelle augmentée	- Non prouvé	- Non prouvé
Fatigue visuelle réduite	- Non prouvé	- Non prouvé

<b>Bénéfices psychologique</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Oui</li> <li>- Exercice facilité</li> <li>- Gain de temps</li> <li>- Concentration moins intense</li> <li>- Confiance en soi</li> <li>- Transferts positifs des patients</li> <li>- Equipe soignante plus soudée</li> <li>- « Effet récréatif »</li> <li>- Nouvelles perspectives</li> <li>- Dynamisme</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Oui</li> <li>- Exercice facilité</li> <li>- Gain de temps</li> <li>- Concentration moins intense</li> <li>- Confiance en soi</li> <li>- Transferts positifs des patients</li> <li>- Equipe soignante plus soudée</li> <li>- « Effet récréatif »</li> <li>- Nouvelles perspectives</li> <li>- Dynamisme</li> </ul>
------------------------------------	--	--

Tableau 3 : Impact sur la santé selon l'aide optique employée.

# **7. CONCLUSION**

## 7. CONCLUSION

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.

Qu'il s'agisse du microscope opératoire ou des télé-loupes, les bénéfices visuels, posturaux et psychologiques valent les possibles modifications nécessaires à leur intégration.

La plupart des inconvénients pouvant être soulevés touchent à l'organisation du travail, et ne sont cependant pas spécifiques aux aides optiques. Il est vrai que leur implantation requiert un cadre ergonomique strict, mais ceci pour la seule et bonne raison qu'au sein d'une mauvaise organisation, les aides optiques ne seraient pas utilisées à leur plein potentiel. Pire, elles pourraient être à l'origine de complications de l'exercice du praticien.

Les risques pour la santé ne sont quant à eux en rien prouvés, tandis que l'impact sur la prévention des TMS et l'amélioration de l'acuité visuelle sont réels, bien que réclamant plus de recherches.

De plus, plusieurs études récentes expriment l'idée qu'une intégration précoce dans la carrière d'un chirurgien-dentiste lui est profitable. Alors pourquoi attendre ?

Peut-être parce que finalement, le critère essentiel a été oublié : existe-t-il un bénéfice pour le patient à être soigné par un praticien équipé d'aides optiques ?

Nous nous sommes effectivement attachés tout au long de ce travail à nous placer du côté du professionnel de santé, mais quel est l'impact sur la qualité du soin réalisé ? Des études comparatives la pérennité de soins prodigués à l'œil nu et sous aides optiques ? Le taux de succès est-il accru ? Le patient ressent-il un bénéfice à être soigné ainsi ?

En 2009, DEL FABRO M, TASCHIERI et coll. ont entrepris une revue de la littérature avec pour objectif d'évaluer et de comparer les effets de traitements endodontiques exécutés sous aides optiques face à ceux réalisés à l'œil nu. Ils ont également cherché à déterminer s'il existe une différence de résultats entre les soins réalisés sous microscope, télé-loupes et endoscope.

Appliquant des critères d'inclusion très stricts, leurs conclusions sont les suivantes.

- Aucune conclusion objective ne peut-être formulée car aucun article dans la littérature actuelle ne remplit totalement les critères d'inclusion.
- Il n'est pas possible de déterminer si, et comment, les aides optiques affectent les résultats de traitement endodontiques, compte tenu de la multiplicité des facteurs pouvant avoir un impact significatif sur le résultat global.
- Les avantages techniques fournis par les aides optiques sont régulièrement décrits dans des études de faible niveau de preuve, mais il serait nécessaire de les étudier de façon systématique pour déterminer s'il existe des indications cliniques à employer une aide optique plutôt qu'une autre selon le cas.
- Des études randomisées précises doivent être conduites, afin de déterminer la vraie différence en termes de taux de succès de traitement, entre ceux réalisés à l'œil nu et ceux sous aide optiques, si toutefois elle existe.

Nous le voyons, la route est encore longue pour parvenir à un consensus scientifiquement prouvé. Les aides visuelles et leurs impacts sont de plus en plus étudiés ; le caractère récent et varié

des études, ainsi que leur souci de rigueur démonstrative nous encourage à penser que le processus est bien engagé.

Ainsi pourrions-nous prétendre à une utilisation responsable et maîtrisée de ces aides optiques, outils qui promettent déjà de devenir incontournables.

**REFERENCES**  
**BIBLIOGRAPHIQUES**

- 1) **AHEARN DJ, SANDERS MJ et TURCOTTE C.**  
Ergonomic design for dental offices.  
Work 2010;**35**(4):495-503.
  
- 2) **AL WAZZAN KA, ALMAS K, AL SHETHRI SE et AL QAHTANI MQ.**  
Back and neck problems among dentists and dental auxiliaries.  
J Contemp Dent Pract 2001;**2**(3):17-30.
  
- 3) **ASSOCIATION POUR LA SANTE ET LA SECURITE DU TRAVAIL DU SECTEUR DES AFFAIRES SOCIALES.**  
Guide de prévention des troubles musculo-squelettiques en clinique dentaire, édition révisée.  
Montréal : ASSTSAS, 2007.
  
- 4) **BAHCALL J et BARSS J.**  
Endodontic therapy Using Orascope Visualization.  
Dent Today 2003;**22**(11):95-98
  
- 5) **BAHCALL J et BARSS J.**  
Fiberoptic endoscope usage for intracanal visualization.  
J Endod 2001;**27**(2):128-129.
  
- 6) **BAHCALL J et BARSS J.**  
Orascope visualization technique for conventional and surgical endodontics.  
J Int Endod 2003;**36**:441-447.
  
- 7) **BAKER J.**  
A practical guide to surgical loupes.  
Hand Surg 1997;**22A**(6):967-974.
  
- 8) **BINHAS E.**  
La gestion du cabinet dentaire. Volume 1 : l'organisation technique.  
Rueil-Malmaison : CdP, 2011.
  
- 9) **BOWERS D, GLICKMAN G et SOLOMON E.**  
Magnification's effect on endodontic fine motor skills.  
J Endod 2010;**36**(7):1135-1138.
  
- 10) **BRANSON B, BRAY K et GADBURY-AMYOT C.**  
Effect of magnification lenses on student operator posture.  
J Dental Educ 2004;**68**(3):384-389.
  
- 11) **BURTON JF et BRIDGMAN GF.**  
Presbyopia and the dentist the effect of age on clinical vision.  
Int Dent J 1990;**40**(5):303-312.

**12) CAIL F.**

Ecrans de visualisation. Santé et ergonomie.  
INRS 2011.

[http://www2.ac-clermont.fr/hygiene-securite/Risques\\_et\\_ambiances/Poste%20informatique/ed924.pdf](http://www2.ac-clermont.fr/hygiene-securite/Risques_et_ambiances/Poste%20informatique/ed924.pdf)

**13) CAIL F et SALSI S.**

La fatigue visuelle.  
INRS 1992.

[http://lara.inist.fr/bitstream/handle/2332/1743/INRS\\_092.pdf?sequence=1](http://lara.inist.fr/bitstream/handle/2332/1743/INRS_092.pdf?sequence=1)

**14) CARR G et MURGEL C.**

The Use of the operating microscope in endodontics.  
Dent Clin North Am 2010;**54**(2):191-214.

**15) CHAIKUMARN M.**

Differences in dentist's working postures when adopting proprioceptive derivation Vs. conventional concept.  
Int J Occup Safety Ergon (JOSE) 2005;**11**,(4):441-449.

**16) CHANG BJ.**

Ergonomic benefits of surgical telescope systems selection guidelines.  
J Calif Dent Assoc 2002;**30**(2):161-169.

**17) CHRISTENSEN G.**

Magnification in dentistry, useful tool or another gimmick.  
J Am Dent Assoc 2003;**134**:1647-1650.

**18) COHEN S, HARGREAVES K et BERMAN L.**

The transformation of endodontics in the 21st Century.  
Smile Dent 2010;**5**(3):6-12.

**19) COMES C, VALCEANU A, RUSU D.**

A study on the ergonomical working modalities using the dental operating microscope (dom). Part I ergonomic principles in dental medicine.  
TMJ 2008;**58**(3):218-223.

**20) COMES C, VALCEANU A et RUSU D.**

A study on the ergonomical working modalities using the dental operating microscope (dom). Part II ergonomic design elements of the operating microscopes  
TMJ 2009;**60**(1):97-101.

**21) SANS AUTEUR**

Cours d'optique géométrique  
<http://www.ma-prepa-concours.com>

**22) CUOMO G.**

Posture-directed vs. Image-directed dentistry ergonomic and economic advantages through dental microscope use.  
<http://www.sullivanschein.com>

- 23) DEL FABBRO M, TASCHIERI S, LODI G et coll.**  
Magnification devices for endodontics therapy (Review).  
Intervention Review, The Cochrane Library, Juil 2009.
- 24) DIMENSIONS OF DENTAL HYGIENE.**  
Focus on loupes 2007.  
<http://www.dimensionsofdentalhygiene.com>
- 25) DIRECTION GENERALE DE LA SANTE - MINISTERE DE LA SANTE ET DES SOLIDARITES.**  
Guide de prévention des infections liées aux soins en chirurgie dentaire et en stomatologie.  
Deuxième édition. Juillet 2006.  
<http://www.sante.gouv.fr>
- 26) EDSAC (Ergonomics and Disability Support Advisory Committee).**  
An introduction to ergonomics, risk factors, MSDs, approaches and interventions.  
<http://www.ada.org/4500.aspx>
- 27) EICHENBERGER M, PERRIN P, NEUHAUS K et coll.**  
Influence of loupes and age on the near visual acuity of practicing dentists.  
J Biomed Opt 2011a;**16**(3)1-5.
- 28) EICHENBERGER M, PERRIN P, NEUHAUS K et coll.**  
Erratum in Influence of loupes and age on the near visual acuity of practicing dentists.  
J Biomed Opt 2011b;**16**(6)1.
- 29) EICHENBERGER M, PERRIN P, NEUHAUS K et coll.**  
Visual acuity of dentists under simulated clinical conditions.  
Clin Oral Invest 2013c;**17**(3):725-729.
- 30) EYE-RESOLUTION (Laboratoire).**  
Site d'Eye-Resolution, brochure loupes keeler.  
<http://www.eye-resolution.fr>
- 31) FINKBEINER BL.**  
Four handed dentistry part1. An overview concept.  
Continuing education course, 2010a.  
<http://www.dentalcare.com>
- 32) FINKBEINER BL.**  
Four handed dentistry part2. Equipment selection.  
Continuing education course, 2010b.  
<http://www.dentalcare.com>.
- 33) FINKBEINER BL.**  
Four handed dentistry part3. Instrument transfer.  
Continuing education course, 2010c.  
<http://www.dentalcare.com>.

- 34) FORGIE AH, PINE C, LONGBOTTOM C et coll.**  
The use of magnification in general dental practice in Scotland, a survey report.  
J Dent 1999;**27**:497–502.
- 35) FORGIE AH, PINE CM et PITTS NB.**  
The assessment of an intra-oral video camera as an aid to occlusal caries detection.  
Int Dent J 2003;**53**(1):3-6.
- 36) FRIEDMAN M, MORA AF et SCHMIDT R.**  
Microscope-assisted precision dentistry.  
Compend Contin Educ Dent 1999;**20**(8)723-728, 730-1, 735-6; quiz 737.
- 37) GLENN A.**  
Extreme magnification, seeing the light.  
<http://www.ineedce.com/courses 1442.pdf>
- 38) GLENN A.**  
The use of extreme magnification in fixed prosthodontics.  
Dent Today 2003;**22**(6):93-99.
- 39) HAGGE MS.**  
Use of surgical telescopes by senior dental students a survey.  
J Prosthodont 2003;**12**(4):271-279.
- 40) HOKWERDA O, DE RUIJTER R, ZILJSTRA et coll.**  
Adopting a healthy sitting working posture during patient treatment.  
Juil. 2006.  
<http://www.optergo.com>
- 41) HOKWERDA O, WOUTERS J, DE RUIJTER R, et coll.**  
Ergonomic requirements for dental equipment.  
Mai 2006.  
<http://www.optergo.com>
- 42) HOLMES D, SQUIRE L, ARNESON S, et coll.**  
Comparison of student productivity in four-handed clinic and regular unassisted clinic  
J Dent Educ 2009;**73**(9):1083-1089.
- 43) HOTZ P, JACKY D, et PERRIN P.**  
Le microscope opératoire au cabinet dentaire généraliste.  
Schweiz Monatsschr Zahnmed 2000;**110**:955-960.
- 44) IDE INGLE J et BAKLAND LK.**  
Endodontics.  
Hamilton : BC Decker, 2002
- 45) JUGGINS K.**  
The Bigger, The Better : can magnification aid orthodontic clinical practice.  
[J Orthod](http://www.orthodontics.com) 2006;**33**(1):62-66.

- 46) KHAYAT B.**  
The use of magnification in endodontic therapy the operating microscope.  
Pract Periodont Aesthet Dent 1998;**10**(1):137-144.
- 47) KINOMOTO Y, TAKESHIGE F, HAYASHI M et coll.**  
Optimal positioning for a dental operating microscope during non-surgical endodontics.  
J Endod 2004;**30**(12):860-862.
- 48) LAROUSSE.**  
Encyclopédie Larousse.  
<http://www.larousse.fr/encyclopedia>
- 49) MADAAN V et CHAUDHARI A.**  
Prevalence and risk factor associated with musculoskeletal pain among students of mgm dental college.  
J Contemp Dent 2012;**2**(2):22-27.
- 50) MAGGIO MP, VILLEGAS H et BLATZ MB.**  
The effect of magnification loupes on the performance of preclinical dental students.  
Quintessence Int 2011;**42**(1):45-55.
- 51) MAILLET JP, MILLAR AM, BURKE JM et coll.**  
Effect of magnification loupes on dental hygiene student posture  
J Dent Educ 2008;**72**(1):33-44.
- 52) MALLET JP.**  
Microdentisterie et systèmes optiques.  
Rev Odontostomatol 2002;**31**(2):83-107.
- 53) MARGOLIS F.**  
Enhancing your practice with the magnifying video scope.  
Dent Today 2010;**29**(12):92-94.
- 54) MARKLIN RW et CHERNEY K.**  
Working postures of dentists and dental hygienists.  
CDA Journal 2005;**33**(2):133-136.
- 55) MERANER M et NASE JB.**  
Magnification in dental practice and education experience and attitudes of a dental school faculty.  
J Dent Educ 2008;**72**(6):698-706.
- 56) NOSSINTCHOUK R.**  
Communiquer en odonto-stomatologie. Collection JPIO.  
Rueil-Malmaison : CdP, 2003.
- 57) OCCUPATIONAL HEALTH CLINICS FOR ONTARIO WORKERS Inc.**  
Ergonomics and dental works.  
<http://www.ohcow.on.ca>

**58) ORASCOPTIC (Laboratoire).**

Site d'Orasoptic.

<http://www.orasoptic.com>

**59) OSUNA T.**

Magnification use in dental hygiene.

2003;**17**(suppl)(3):1-8.

**60) PERRIN P, JACKY D et HOTZ P**

Le microscope opératoire en médecine dentaire, opérations très peu invasives.

Schweiz Monatsschr Zahnmed 2007;**112**(7):730-732.

**61) PRIYANKA A.**

Ergonomics in general dental practice.

People's J Sci Rese 2012;**5**(1):56-60.

**62) PROTEAU RA.**

Douleurs associées au travail des assistantes dentaires causes et solutions.

Rev ACAD.2008;**49**(2):7-21.

**63) PROTEAU RA, MARCHAND D, PINSONNAULT C et coll.**

Diminution des contraintes musculo-squelettiques par l'utilisation d'appui-coudes mobiles en gel en clinique dentaire.

Compte rendu de la SELF-ACE. Montréal 3, 4 et 5 octobre 2001:134-139.

**64) RICHARDSON C et WIEST T.**

Focus on your future effective use of magnification in dental hygiene.

Contemp Oral Hygiene 2004;**24**:24-27.

**65) RUBINSTEIN R.**

Magnification and illumination in apical surgery.

Endod Topics 2005;**11**:56-77.

**66) SCHLEYER TK.**

Why integration is key for dental office technology.

J Am Dent Assoc 2004;**135**(Suppl):4S-9S.

**67) SUNELL S.**

Selecting surgical telescopes for dental hygiene practice.

CJDH 2005;**39**(2):54-66.

**68) VALACHI B.**

Ergonomics and injury in the dental office.

<http://www.ineedce.com>

**69) VALACHI B.**

Magnification in dentistry how ergonomic features impact your health.

Dent Today 2009;**28**(4):132,134,136-137.

**70) VALACHI B.**

Practice dentistry pain-free. Evidence-based strategies to prevent en extend your carrer.

Portland : Posturedontics Press, 2008.

**71) ZEISS (Laboratoire).**

Site de Zeiss.

<http://meditec.zeiss.com>

**72) ZEISS (Laboratoire).**

The clean Microscope.

<http://www.zeiss.com>

**73) ZEISS (Laboratoire).**

Visu200 Surgical Microscope

<http://www.zeiss.com>

## TABLE DES ILLUSTRATIONS :

Fig. 1 : Coupe sagittale de l'œil (48) .....	8
Fig. 2 : Trajet lumineux avec convergence des rayons sur la rétine (21) .....	8
Fig. 3 : Convergence des yeux en fonction de la distance de l'objet .....	9
Fig. 4 : Trajet lumineux au travers d'une lentille convergente. (21) .....	10
Fig. 5 : Eléments optiques traversés chronologiquement par la lumière.(Tamasflex).....	11
Fig. 6 : Mise au point, objet au-delà du foyer.....	11
Fig. 7 : Mise au point, objet au foyer.....	11
Fig. 8 : Mise au point, objet en avant du foyer. Sans accommodation.....	12
Fig. 9 : Mise au point, objet en avant du foyer. Avec accommodation.....	12
Fig. 10 : Origine d'aberration visuelle, le stigmatisme (21).....	14
Fig. 11 : Aperçu d'aberration en périphérie du champ visuel.....	14
Fig. 12 : Intérêt d'un diaphragme pour supprimer les aberrations.....	15
Fig. 13 : Aperçu de l'effet d'un diaphragme. ....	15
Fig. 14 : Eléments constitutifs d'une monture type lunette. (KEELER).....	15
Fig. 15 : Eléments constitutifs d'une monture casque. Par ZEISS.....	16
Fig. 16 : Système TTL, par ACTS Medical <sup>®</sup> et Orascoptic <sup>®</sup> .....	16
Fig. 17 : Système Flip-up par KEELER <sup>®</sup> et ZEISS <sup>®</sup> .....	17
Fig. 18 : Différents systèmes d'éclairage. par KEELER <sup>®</sup> et ZEISS <sup>®</sup> .....	17
Fig. 19 : Capuchons stérilisables (KEELER <sup>®</sup> )et Gaines de protection stérilisables (ZEISS <sup>®</sup> ).....	18
Fig. 20 : Kit de nettoyage ZEISS <sup>®</sup> (72).....	19
Fig. 21 : Technique de nettoyage des surfaces optiques (72).....	19
Fig. 22 : Angle de déclinaison (69) (16) .....	20
Fig. 23 : Position basse des loupes par rapport aux pupilles (68).....	20
Fig. 24 : Réglage de la distance inter-pupillaire .....	21
Fig. 25 : Alignement coaxial à gauche, non coaxial à droite (67).....	21
Fig. 26 : Stéréo -microscope (ZEISS <sup>®</sup> ).....	22
Fig. 27 : Principe de stéréo microscopie de type Galiléenne. (14).....	23
Fig. 28. Objectif à focale de 250 mm (ZEISS <sup>®</sup> ).....	23
Fig. 29. Oculaires (ZEISS <sup>®</sup> ).....	23
Fig. 30. Zoom à tourelle ou électrique (ZEISS <sup>®</sup> ) .....	24
Fig. 31. Mise au point fine (ZEISS <sup>®</sup> ).....	24
Fig. 32 : Différents supports : Sol (ZEISS <sup>®</sup> ),Mur (GLOBAL <sup>®</sup> ),Colonne, Plafond (ZEISS <sup>®</sup> ).....	26
Fig. 33 : Eléments complémentaires : Tube extensible (ZEISS <sup>®</sup> ), Diviseur pour appareil photo (ZEISS <sup>®</sup> ), Interface MORA (ZEISS <sup>®</sup> ), Diviseur pour oculaire supplémentaire (LEICA <sup>®</sup> ).....	27
Fig. 34 : Schéma du dispositif lumineux, Lumière Xénon (ZEISS <sup>®</sup> ), Double iris (diaphragme) (ZEISS <sup>®</sup> ).....	27
Fig. 35 : Housse, poignées et molettes stériles (ZEISS <sup>®</sup> ).....	28
Fig. 36 : Fenêtre optimale de hauteur d'assise : (3).....	32
Fig. 37 : Fauteuil à appui lombaire et coudes, Selle (68).....	32
Fig. 38 : Flexions lombaires.....	32
Fig. 39 : Positions céphaliques (3).....	33
Fig. 40 : Position neutre (3)(40).....	33
Fig. 41 : Position du poignet (3) .....	34
Fig. 42 : Préhensions (3) .....	34
Fig. 43 : Appuis digitaux (3).....	35
Fig. 44 : Mouvements (31) .....	36
Fig. 45 : Mouvements latéraux (3).....	36
Fig. 46 : Fauteuil fin et aux supports d'épaules étroits (KAVO <sup>®</sup> ), Lit dentaire (1).....	37
Fig. 47 : Positions patient (3) .....	37

Fig. 48 : BK3/2, sur fond de quadrant horaire. (8).....	38
Fig. 49 : Position du praticien et de son assistant en BK3/2. (1).....	38
Fig. 50 : Positions horaires(3).....	39
Fig. 51 : Unit trans-thoracique (31) .....	39
Fig. 52 : Zone de travail usuel (bleu) et zone de travail occasionnel (rose) (57) .....	40
Fig. 53 : Différents statifs pour tablettes (Didplus®).....	41
Fig. 54 : Cassettes et bac (Medicalexpo®).....	41
Fig. 55 : Organisation de bacs et cassettes (8).....	42
Fig. 56 : Mouvements de tête du patient(3).....	43
Fig. 57 : Représentation des axes lumineux et visuels (40) .....	43
Fig. 58 : Corrélation axe visuel, axe lumineux (57) .....	44
Fig. 59 : Position ergonomique sous loupes (69) .....	44
Fig. 60 : Position ergonomique sous microscope (47) .....	45
Fig. 61 : Evaluations posturales (10) (51) .....	46
Fig. 62 : Parties d'un instrument (33) .....	48
Fig. 63 : Division de la main de l'assistante (33) .....	48
Fig. 64 : Cycle de transfert d'instrument, à une main.(33) .....	48
Fig. 65 : Travail à six mains (33) .....	50
Fig. 66 : Entraînement au travail à quatre mains, sur mannequin. (8).....	51
Fig. 67 : Micro-miroirs. (14) (65).....	52
Fig. 68 : Micro-aspiration (ROEKO®), Micro –irrigation (65).....	52
Fig. 69 : Inserts endodontiques START-X (DENTSPLY-MAILLEFER®), Kit Endo-success (ACTEON-SATELEC®).....	52
Fig. 70 : Micro-fouloirs (65), Micro-précelles. (BONTEMPI®)Micro-décolleurs de Molt (65).....	53
Fig. 71 : Crampon brillant (Université Rennes 1), Crampon mat (COLETENE WHALEDENT®).....	53
Fig. 72 : Résultats de l'étude de D. BOWER et All (9).....	54
Fig. 73 : L'environnement du cabinet dentaire. (56).....	57
Fig. 74 : Pyramide de l'évolution des douleurs en l'absence de prévention (3).....	62
Fig. 75 : Circulation sanguine lors d'un effort dynamique. (3).....	63
Fig. 76 : Circulation sanguine lors d'un effort statique. (3).....	63
Fig. 77 : Besoins sanguins en fonction des efforts musculaires (57) .....	64
Fig. 78 : Combinaison de facteurs de risque de développement de TMS (3) .....	64
Fig. 79 : Répartition régionale des différents facteurs de risque de TMS (3) .....	65
Fig. 80 : TMS du chirurgien-dentiste (3).....	65
Fig. 81 : Mouvements d'étirements possibles à réaliser au cabinet dentaire sur des temps de pauses aménagés. (70).....	66
Fig. 82 : Bonnes et mauvaises positions lors d'activités quotidiennes. (EMC, Stomatologie II, 23841 A10, 1987, 6) .....	67
Fig. 83 : Cercle vicieux de récurrences de lésions musculo-squelettiques. (3) .....	68
Fig. 84 : Seuil de tolérance, fonction des exigences physiques (3) .....	68
Fig. 85 : Spectre lumineux de LED à 6 500 °K. (8) .....	72
Fig. 86 : Evolution de l'acuité visuelle en fonction de l'éclairage (D'après M. KUBLER. Inf Dent 2000 ; 82 : 1113-1118).....	72
Fig. 87 : E-optotypes (29).....	74
Fig. 88 : Mise en place d'E-optotypes au fond de cavités proximales.(27) .....	76
Fig. 89 : Tableau récapitulatif de l'amélioration de la performance visuelle (en pourcentage) en fonction des conditions de visualisation. (29) .....	76

## **TABLE DES TABLEAUX :**

Tableau 1 : Evolution de la profondeur de champ en fonction du grossissement (52).....	19
Tableau 2 : Impact sur l'organisation du travail selon l'aide optique employée.....	80
Tableau 3 : Impact sur la santé selon l'aide optique employée.....	82

**CURET (Maxime)** – Les aides optiques : impacts sur l’organisation du travail et sur la santé du Chirurgien-Dentiste. 96 f. ; 89 ill. ; 3 tabl. ; 73 ref. ; 30cm.  
(Thèse : Chir. Dent ; Nantes 2013)

**RESUME**

Ce document constitue une présentation descriptive des aides optiques utilisées en chirurgie-dentaire, suivie de leurs impacts respectifs sur le travail et la santé du praticien.

L’impact sur l’organisation du travail est très fort, particulièrement sur l’ergonomie du chirurgien-dentiste. Cependant, il ne s’y limite pas, et touche d’autres aspects de la profession : les ressources humaines et matérielles, les besoins économiques, les performances cliniques, la communication, la formation.

En favorisant une ergonomie optimale, les aides optiques ont un impact direct sur la santé du praticien. Leur utilisation limite l’apparition de troubles musculo-squelettiques, inconforts voire douleurs.

Enfin, à ce jour, rien n’est prouvé sur le fait que les aides optiques seraient à l’origine de fatigue visuelle, diminueraient à long terme les performances visuelles, et déclenchaient des migraines.

**RUBRIQUE DE CLASSEMENT**

Cabinet dentaire, Maladies Professionnelles du praticien.

**MOTS CLES MESH**

Dispositifs optiques - Optical devices

Ingénierie humaine - Human Engineering

Gestion cabinet dentaire – Practice Management, Dental

Maladies ostéomusculaires - Musculoskeletal Diseases

Asthénopie - Asthenopia

**JURY**

Président : M. le Professeur Alain JEAN

Directeur de thèse : Mme le Docteur Valérie ARMENGOL

Assesseur : Mme le Docteur Bénédicte CASTELOT-ENKEL

Assesseur : M. le Docteur Christian VERNER