

# MESURE ET INFLUENCE DE LA PROFONDEUR DE LA CHAMBRE ANTERIEURE SUR LE CHAMP DE VISION UTILE

Nicolas SALOME - Bernard BARTHELEMY

**RESUME :** Par le calcul, nous avons montré l'influence de la profondeur de la chambre antérieure (PCA) sur «le champ de vision utile » en VL et en VP, par exemple dans les lentilles de contact ou en chirurgie réfractive.

La mesure de la PCA en contactologie est donc à envisager. Nous avons pour cela testé deux méthodes de mesure que nous avons comparées au pachymètre Haag-streit sur un échantillon de 38 sujets.

Les techniques de SMITH et de JACOBS, ne nécessitant qu'une lampe à fente, ont été comparé à une mesure prise au pachymètre optique Haag-Streit. On constate une différence statistiquement significative entre les techniques de JACOBS et le pachymètre optique ; leur coefficient de corrélation est cependant correct ( $r^2=0.968$ ). Les résultats de l'analyse statistiques de Student n'ont montré aucune différence significative au risque  $\alpha=5\%$  entre les techniques de SMITH et le pachymètre optique.

La méthode de SMITH est donc la technique la plus fiable pour effectuer la l'évaluation de la profondeur de la chambre antérieure en contactologie sans instrument spécifique.

**MOTS CLES :** Champ de vision utile, Chambre antérieure, Méthode de SMITH, Méthode de JACOBS, Pachymètre optique.

**ABSTRACT :** By the calculation we showed the influence of the depth of the previous room (PCA) sur «le field of vision utile » in VL and in VP, for example in contact lenses or in refractive surgery.

The measure of the PCA in contactologie is therefore to consider. We have for it tested two methods of measure that we compared to the Haag-streit pachymètre on a sample of 38 topics.

Techniques of SMITH and JACOB, only requiring a lamp to crack, have been compared to a measure taken to the pachymètre optic Haag-Streit. One notes a statistically meaningful difference between techniques of JACOB and pachymètre optique ; their coefficient of interrelationship is however correct ( $r^2=0.968$ ). Results of analysis figures of Student didn't show any meaningful difference to risk  $\alpha=5\%$  between techniques of SMITH and the optic pachymètre. SMITH'S method is therefore the most reliable technique to do the the assessment of the depth of the previous room in contactologie without specific instrument.

**CLES WORDS:** useful vision Field, previous Room, Method of SMITH, Method of JACOB, optic Pachymètre,.

**INTRODUCTION :** La profondeur de la chambre antérieure est la distance mesurée le long de l'axe optique de l'œil, de la face postérieure de la cornée à la face antérieure du cristallin. C'est une mesure essentiellement effectuée en milieu hospitalier. Elle permet de détecter les sujets potentiellement prédisposés aux crises de glaucome par fermeture de l'angle, en particulier suite à l'administration de produits mydriatiques nécessaires lors des examens ophtalmologiques.

Cette mesure a donc une application médicale importante, mais peut-elle avoir une influence sur l'étendue du « champ de vision utile<sup>3</sup> » ? En occultant l'application médicale et en se fixant sur une application optique, nous pouvons nous demander si la profondeur de la chambre antérieure (PCA) a une quelconque influence sur les « champs de vision utiles<sup>3</sup> ». Le « champ de vision utile » est défini comme étant le champ de vision permis, en VL et en VP, par la zone optique de la lentille, ou de la cornée en cas de chirurgie réfractive<sup>6-8</sup>. Ce « champ de vision » utile dépend inévitablement de la zone de la cornée qui est utilisée dans la vision et de la profondeur de la chambre antérieure.

Nous allons donc tenter de démontrer par le calcul l'influence de la PCA sur les « champs de vision utiles » dans les multiples applications possibles que sont : les lentilles multifocales à zone de VP centrale, les lentilles cosmétiques de couleur et iris print, et la chirurgie réfractive qui ne corrige qu'un diamètre déterminé de la cornée. Si les calculs prouvent une influence de la PCA sur les « champs de vision utiles », il devient alors intéressant de déterminer une technique de mesure fiable de la PCA réalisable en cabinet et ne nécessitant aucun appareil additionnel onéreux. Nous testerons pour cela les deux techniques optiques de SMITH<sup>2-5-11</sup> et de JACOBS<sup>7</sup> en les comparant au pachymètre optique Haag-Streit.

La notion de « champ de vision utile » a été définie en 1996, par BARTHELEMY B.<sup>3</sup>. Les deux schémas suivants montrent l'influence d'une variation de profondeur de chambre antérieure sur le « champ de vision utile ». Il n'existe aucune autre différence entre ces deux schémas. La zone de cornée utilisée est identique dans les deux cas.

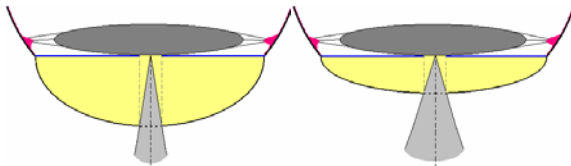


Fig1. Champ de vision utile en fonction de la PCA<sup>3</sup>

Ces schémas démontrent que le « champ de vision utile » est plus étendu lorsque la chambre antérieure est étroite. La profondeur de la chambre antérieure varie suivant les individus. Ainsi, pour un même diamètre pupillaire, le flux sera d'autant plus faible que la chambre antérieure est profonde<sup>4</sup>.

## DEMONSTRATION PAR LE CALCUL

La variation du champ de vision utile (CVU) engendrée par une variation de profondeur de chambre antérieure est calculée par le théorème de Thalès. Ces variations seront calculées à 33 cm et à 5 m afin d'en évaluer l'influence en Vp et en VL. Le schéma suivant indique le principe :

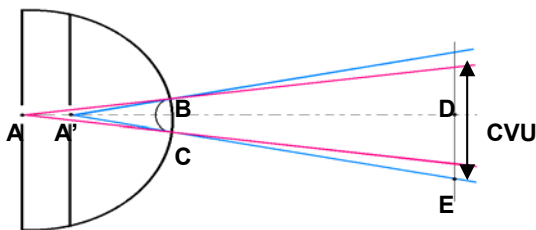


Fig2. Calcul du CVU par le théorème de Thalès

Nous avons ici la représentation de deux chambres antérieures de profondeurs notées [AB] et [A'B]. La longueur [BC] représente le rayon de la zone cornéenne de vision utile. (diamètre de la zone Vp, le diamètre de la pupille claire de la lentille, le diamètre de la zone d'ablation).

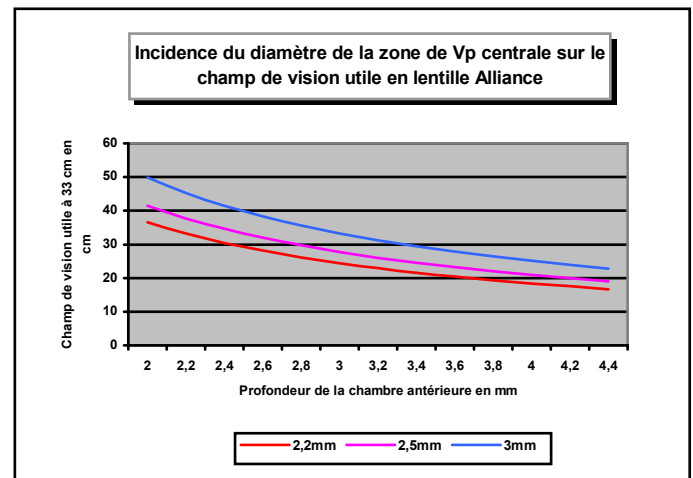
Le calcul sera effectué aux deux distances, avec des rayons [BC] différents et avec des profondeurs de chambres antérieures différentes. Nous démontrerons ainsi l'éventuelle sensibilité du champ de vision utile aux variations de ces différents paramètres.

## EN LENTILLES MULTIFOCALES A VP CENTRALE

Les adaptations avec ce type de lentille sont fréquentes aujourd'hui. La majorité des fabricants proposent un diamètre de zone centrale unique et standardisé mais certains déclinent leur lentille avec un panel de diamètres centraux possibles<sup>3</sup>.

Rappel, la lentille Alliance™ (2M). Cette lentille existe avec trois diamètres centraux qui sont respectivement 2.2mm, 2.5mm et 3mm.

En s'appuyant sur la démonstration théorique et donc sur le calcul, intéressons-nous à l'incidence de ces différents paramètres sur le champ de vision utile à la distance de lecture.



Ces courbes prouvent l'étendue de l'influence de la moindre variation de paramètres. Le diamètre de la zone de Vp centrale joue directement sur le champ de vision utile ; pour une chambre de 3mm de profondeur, un diamètre de 3mm offrira un champ de 11cm supérieur à celui d'un diamètre de 2.2mm.

De la même façon, on s'aperçoit de l'action de la profondeur de la chambre antérieure sur le champ de vision utile. Pour un diamètre de zone Vp unique, la variation de cette profondeur entraîne une variation non négligeable de ce dernier.

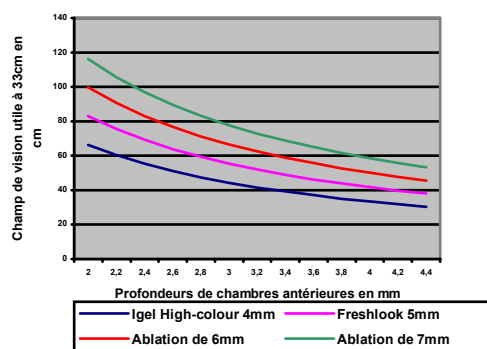
Ainsi, en se limitant aux valeurs extrêmes de profondeurs de chambres antérieures relevées lors de ce mémoire (2.7 et 4.2mm), et en prenant comme diamètre de zone Vp 3mm, on observe une variation du champ de vision utile de près de 13cm.

## EN LENTILLES COSMETIQUES ET CHIRURGIE REFRACTIVE

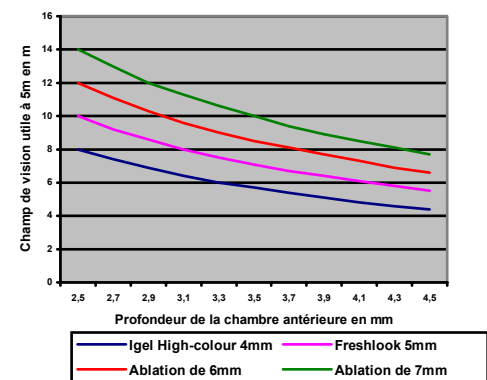
Les diamètres de pupille des lentilles cosmétiques sont généralement de 5mm mais certaines existent en diamètre 4mm. Le choix de ce diamètre dépend la plupart du temps du diamètre pupillaire du sujet et donc du résultat esthétique de l'adaptation.

Pour ce rendre compte des conséquences de tel ou tel diamètre, il est nécessaire de chiffrer la valeur du champ de vision utile en vision de près et en vision de loin. Le diamètre de la zone d'ablation en chirurgie réfractive étant assimilable au diamètre de la pupille d'une lentille de couleur, nous allons comparer les champs de vision utiles en VL et en VP de deux lentilles de zones 4 et 5mm et de deux zones d'ablation de 6 et 7mm.

### Influence du diamètre d'ablation ou de la pupille de la lentille sur le champ de vision utile à 33cm



### Influence du diamètre d'ablation ou de la pupille de la lentille sur le champ de vision utile à 5m



En premier lieu, nous pouvons remarquer que l'influence d'une variation de diamètre est d'autant plus importante que la profondeur de la chambre antérieure est petite.

Les variations de champ de vision utile sont proportionnellement les mêmes de loin et de près :

-En Vp, une variation de diamètre de 1mm change le champ de vision utile d'approximativement 15 cm.

-En VL, une variation de diamètre de 1mm change le champ de vision utile d'approximativement 1.5 m.

Notons qu'une différence de 15 cm de champ de vision utile en vision de Près peut-être une des explications à certaines gênes rencontrées chez les porteurs de lentilles cosmétiques. Nous ne pouvons parler de restriction de champ visuel, car les saccades visuelles aident à la lecture, ce phénomène va dans le sens d'une perte probable de sensibilité.

La mesure de la PCA semble être un facteur important à prendre en compte en contactologie. Les techniques utilisées pour effectuer cette mesure peuvent être classées en trois catégories. La première est la méthode photographique basée sur le principe de scheinplug<sup>10</sup>. Cette technique se développe en milieu hospitalier. La seconde est celle de la pachymétrie à ultrasons<sup>10</sup> qui s'appuie sur les propriétés de propagation des ultrasons à travers les différents milieux traversés.

Enfin, la troisième est la pachymétrie optique. Cette dernière est la plus appropriée au milieu optométrique mais nécessite tout de même un instrument spécifique non compatible avec toutes les lampes à fente. Pour cette raison quelques techniques de mesure réalisables avec uniquement une lampe à fente ont été recherchées.

Le but de cette étude est de comparer les deux techniques de SMITH<sup>11</sup> et JACOBS<sup>7</sup> par rapport au pachymètre optique afin de valider la technique la plus fiable et donc la plus réalisable en contactologie.

## METHODES

Les mesures ont été effectuées sur 38 sujets exempts de toutes pathologies oculaires : 24 femmes et 14 hommes. L'âge des sujets varie de 20 à 27 ans, la moyenne est de 22 ans et la variance de 2.82. Les deux yeux de chaque sujet ayant été mesurés, nous disposons d'un ensemble de 76 mesures. La totalité des mesures a été effectuée dans des conditions semblables, à savoir une luminosité ambiante et une accommodation contrôlée par une lettre d'acuité 1/20° située à 5m que nous demandions au sujet de fixer avec l'œil non testé. Nous procédions, pour chaque technique à la mesure de l'œil droit puis à celle de l'œil gauche. Chaque mesure était prise cinq fois afin d'obtenir une valeur moyenne plus précise. Lorsqu'une des valeurs semblait très différente des autres, nous recommençons une mesure afin de limiter au maximum l'erreur expérimentale. Les consignes données aux sujets consistaient essentiellement à ne pas bouger la tête pendant les mesures et à fixer continuellement la lettre d'optotype en la maintenant nette. La stabilité du sujet était capitale afin de faire l'accolement des mires toujours au sommet de la cornée et d'assurer une bonne reproductibilité des mesures.

## PACHYMETRE OPTIQUE

Les mesures ont été effectuées avec le pachymètre Haag-Streit.

## METHODE DE SMITH<sup>11</sup>

SMITH JH., en 1979, a proposé une méthode optique afin de mesurer la profondeur de la chambre antérieure avec pour seul appareil une lampe à fente.

◇ Le microscope est placé avec le système d'observation en face du sujet et le système d'illumination tourné à 60° temporairement. Pour examiner l'œil droit du sujet, l'opérateur observe à travers l'oculaire droit, et inversement pour l'œil gauche.

◇ Une fente d'épaisseur modérée, environ 1 à 2 mm, est orientée horizontalement et mise au point sur la cornée. A ce moment, nous pouvons alors observer deux bâtons de lumière sur l'œil du sujet. Le premier se trouve au niveau de la face antérieure de la cornée et le deuxième est la projection de la lumière sur la face antérieure du cristallin. Les deux reflets lumineux ne sont pas accolés à ce moment et l'observateur voit ces deux images distinctes au biomicroscope.

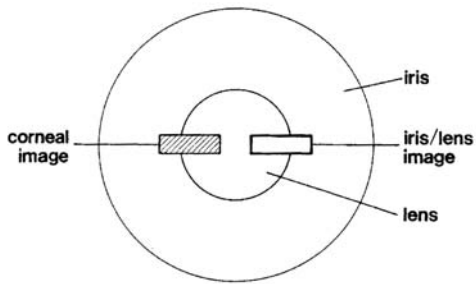


Fig 3. Aperçu des images avant accollement des mires

◇ C'est en variant sur la largeur de l'image (qui correspond en fait à la hauteur de la fente sur le biomicroscope), que l'opérateur va pouvoir accoler les deux images.

◇ Commencer avec une fente courte, la hauteur sera progressivement augmentée jusqu'à ce que les images cornéenne et cristallinienne apparaissent accolées.

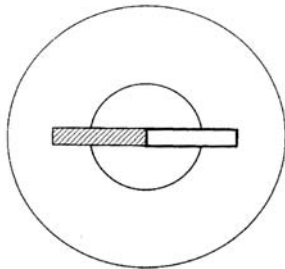


Fig 4. Aperçu des images après accollement des mires

◇ La hauteur de la fente est alors mesurée ou simplement relevée sur le biomicroscope (l'appareil doit donc être correctement étalonné).

◇ La valeur relevée doit être multipliée par un coefficient constant (1.4 d'après SMITH) afin de donner une estimation de la profondeur réelle de la chambre antérieure. Ce coefficient sera déterminé lors de l'analyse statistique.

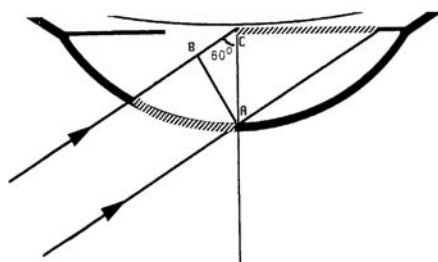


fig 5. Schéma géométrique des mires accolées

◇ Cette figure simplifie le chemin optique parcouru lorsque les deux images sont tout juste collées. La distance AB, qui est perçue par l'observateur, n'est évidemment pas la réelle profondeur de la chambre antérieure. Cette réelle profondeur est présentée par la distance AC.

## METHODE DE JACOBS<sup>7</sup>

Technique présentée par JACOBS IH., en 1979.

◇ Faire un angle de  $45^\circ$  entre les systèmes d'illumination et d'observation. Le système d'illumination se trouve en face du sujet et le système d'observation en temporal par rapport à l'œil mesuré. Pour faciliter les mesures, il est conseillé de serrer la vis afin d'avoir un angle constant.

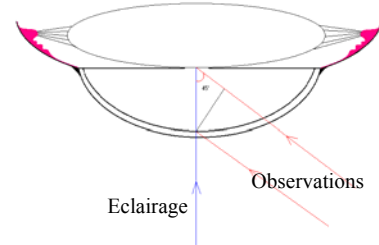


Fig 6. Technique de Jacobs

◇ La fente lumineuse, d'épaisseur 1 à 2 mm, est placée verticalement face au sujet.

◇ Demander au sujet de fixer la source lumineuse afin de conserver une incidence perpendiculaire à la surface cornéenne.

◇ Faire la mise au point de l'image sur la face antérieure du cristallin au centre de la pupille.

◇ On observe alors une coupe du segment antérieur de l'œil. La mise au point sur le cristallin permet cependant de repérer très facilement la cornée en avant.

◇ Régler la hauteur de la fente afin d'augmenter celle de l'image sur le cristallin. Effectuer ce réglage jusqu'à obtention d'une hauteur [DA] égale à la distance séparant la cornée de la face antérieure du cristallin. L'opérateur cherche à obtenir un carré ayant pour base la profondeur de la chambre et pour côté la hauteur de la fente [DA]. (Cf. Fig 7. ).

◇ Relever la hauteur sur l'échelle de la lampe à fente et la multiplier par 1.4, d'après JACOBS, pour évaluer la profondeur de la chambre antérieure.

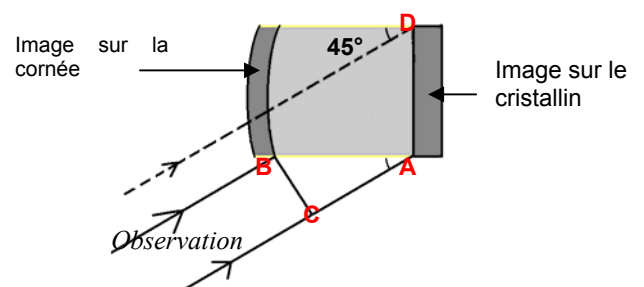


Fig 7. Schéma explicatif de la technique de JACOBS en vue sagittale

-[AD] est la hauteur de la fente lumineuse.

-[AB] est la profondeur **réelle** de la chambre antérieure.

-[BC] correspond à la distance [AB] vue par l'observateur sous un angle de  $45^\circ$ . De ce fait, la profondeur de chambre perçue par l'observateur est [BC].

Lorsque l'opérateur obtient le carré, nous avons donc [AD]=[BC].

## RESULTATS

Les coefficients multiplicateurs ont été déterminés en analysant la relation entre la hauteur de la fente en position « juste accolées » ou « égalisation du carré », et la profondeur réelle de la chambre antérieure mesurée au pachymètre (valeur référence). Les graphiques ci-contre représentent cette relation. Les deux droites de régression obtenues peuvent être approchées par 1.3. C'est donc le coefficient que nous avons appliqué aux hauteurs de fente des deux méthodes afin de réaliser les statistiques en séries appariées de Student.

Test de Student par séries appariées	Smith	Pachymètre
Moyenne	3,483	3,447
Variance	0,139	0,102
Observations	76	76
Coefficient de corrélation de Pearson	0,899	
Degrés de liberté	75	75
t	1,87	
P(T<t)unilatéral	0,033	
t critique	1,993	

Test de Student par séries appariées	Jacobs	Pachymètre
Moyenne	3,423	3,447
Variance	0,114	0,102
Observations	76	76
Coefficient de corrélation de Pearson	0,968	
Degrés de liberté	75	75
t	2,533	
P(T<t)unilatéral	0,007	
t critique	1,993	

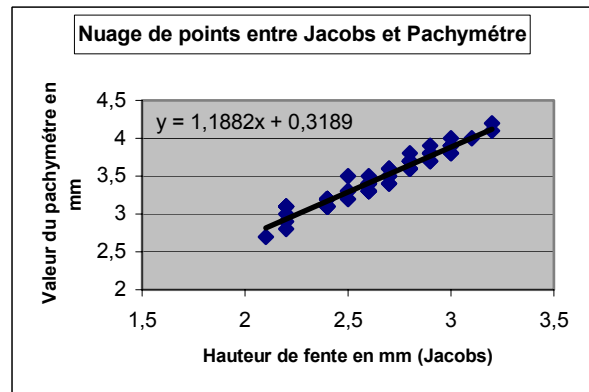
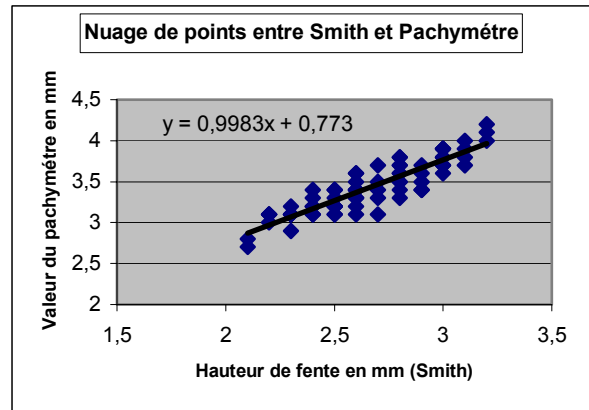
Tableaux 1. Résultats statistiques des 2 méthodes

Les droites de régression semblent privilégier la technique de JACOBS par rapport à celle de SMITH. Le coefficient de corrélation de Pearson est très correct entre la technique de JACOBS et le pachymètre ( $r^2=0.968$ ). Il y a donc une relation étroite entre la hauteur de la fente et la PCA correspondante mesurée au pachymètre optique.

Cependant, les résultats de l'analyse statistique de Student en séries appariées ne confirment pas cette tendance. Au contraire, les calculs montrent une différence statistiquement significative entre le pachymètre et la méthode de JACOBS au risque  $\alpha=5\%$ . Cette technique aurait tendance à sous-estimer la PCA.

De plus, il n'y a pas de différence statistiquement significative entre le pachymètre et la méthode de SMITH au risque  $\alpha=5\%$ . Ce résultat confirme le coefficient de Pearson de 0.899 entre ces deux techniques.

Le coefficient de 1.3 est donc applicable pour la méthode de SMITH. Il est inférieur à celui annoncé par SMITH lui-même, en 1979 (1.4), mais est très proche de celui annoncé par BARRETT T.<sup>1-2</sup> en 1998 (1.31).



## DISCUSSION

Les résultats de l'analyse statistique semblent privilégier la technique de SMITH à celle de JACOBS. Ces techniques présentent cependant certains inconvénients relevés lors de cette étude :

Nous ne pouvons être sûrs de prendre les mesures exactement au même endroit sur la cornée lorsque l'on fait plusieurs mesures sur un même sujet. L'appréciation reste au « jugé » de l'observateur. En effet, lors de la technique de SMITH, l'accolement des deux images n'est pas le même si on se trouve au centre de la cornée ou en périphérie. Le rayon de courbure cornéen étant plus petit au centre, les images seront plus petites et donc la mesure plus précise. Au contraire, des images plus longues seront observées si la fente est mise au point en périphérie. La profondeur de la chambre antérieure sera alors sur-estimée<sup>9</sup>.

De la même façon, les mouvements du sujet entre et pendant les mesures sont difficiles à limiter et modifient la position de la zone d'accolement des mires sur la cornée.

La méthode de JACOBS demeure moins précise, cela s'explique sans doute par l'estimation subjective du praticien. La subjectivité du test est l'appréciation par l'observateur de l'égalisation de la hauteur de la fente pour obtenir le carré. L'œil parvient à différencier un carré d'un rectangle mais cette appréciation reste moins précise que l'accolement des mires de la technique de SMITH.

## CONCLUSION

De nombreux ouvrages de contactologie font référence à l'importance du diamètre pupillaire et du centrage pour réaliser une adaptation en lentilles multifocales à VP centrale ou en lentilles de couleur.

Peu d'entre eux se préoccupent du paramètre de la profondeur de la chambre antérieure. Les résultats de cette étude ont cependant prouvé son influence sur « le champ de vision utile », et cela même pour de faibles variations de profondeur.

C'est une mesure qu'il faut incorporer à notre investigation clinique. Il existe deux techniques de mesure réalisables à l'aide d'une lampe à fente et ne nécessitant aucun instrument additionnel onéreux : la technique de SMITH et celle de JACOBS.

La technique de SMITH est plus facile à réaliser et présente des résultats statistiques très satisfaisants puisqu'elle ne présente aucune différence significative au risque  $\alpha=5\%$  avec le pachymètre optique. Il est donc possible de réaliser cette mesure avec fiabilité et de prendre en compte le paramètre de la profondeur de la chambre antérieure dans nos adaptations..

## REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES :

- 1. BARRETT Brendan T, Mc GRAW Paul V,  
« *Clinical assessment of anterior chamber depth* »  
Ophthal. Physiol. Opt. vol 18. p. S32 - S39. 1998
- 2. BARRETT Brendan T, Mc GRAW Paul V, MURRAY Louis A,  
« *Anterior chamber depth measurement in clinical practice* ».  
Optometry & vision science, 73, p. 482-486. 1996
- 3. BARTHELEMY B., PEYRE C.,  
« *Presbytie et lentilles de contact* » p.59.  
Editeur Médiacom Vision 1996
- 4. CARKEET Andrew,  
« *Field restriction and vignetting in contact lenses with opaque peripheries* »  
Clin & experimental optometry, 81, p. 151-158. 1998
- 5. DOUTHWAITE W A., SPENCE D.,  
« *Slit-lamp measurement of the anterior chamber depth* »  
British journal of ophthalmology, 70, p. 205-208. 1986
- 6. HEHN F.,  
Site internet : [www.sscsco.asso.fr](http://www.sscsco.asso.fr)  
(kératotomie radiaire) 2001
- 7. JACOBS Ivan H,  
« *Anterior chamber depth measurement using the slit-lamp microscope* »  
American journal of ophthalmology, 88, p. 236-238. 1979
- 8. MUNNERLYN CR., KOONS J.  
« *Photorefractive Keratectomy: a technique for laser* »  
refractive surgery. Cataract Refract Surgery, 14: p46-52. 1988
- 9. OSUOBENI E., ODUWAIYE K. & OGBUEHI KC.,  
« *Intra-observer repeatability and inter-observer agreement of the Smith method of measuring the anterior chamber depth* »  
Ophthalmol. Physiol. Opt. Vol 20, No2, p. 153-159. 2000
- 10. SARAGOUSSI JJ., ARNE J L., COLIN J., MONTARD M.  
« *Chirurgie Réfractive* »  
Edition Masson, p. 475, p. 533, p. 438. 1999
- 11. SMITH J H Redmond,  
« *A new method of estimating the depth of the anterior chamber* »  
British journal of ophthalmology, 63, p. 215-220. 1979