

## **Intérêt de l'étude de la stratégie du regard à la lecture dans le trou maculaire avant et après le traitement chirurgical**

F. Becquet<sup>1</sup>, X. Zanlonghi<sup>2</sup>, L. Avital<sup>2</sup>, C. Douat<sup>1</sup>,  
D. Ducournau<sup>1</sup>, J. Charlier<sup>3</sup>

1. *Département de chirurgie vitréo-rétinienne, clinique Sourdille, 8 rue Camille-Flammarion, 44000 Nantes*
2. *Laboratoire d'explorations fonctionnelles de la vision, clinique Sourdille, 3 place Anatole-France, 44046 Nantes Cedex 01*
3. *INSERM U279, Lille ; Métrovision ®, 2 rue Archimède, 59650 Villeneuve d'Ascq*

**RÉSUMÉ** — La lecture est perturbée dans la plupart des pathologies maculaires, dont le trou maculaire. Ce travail évalue le retentissement sur la stratégie du regard à la lecture avant et après chirurgie du trou maculaire. Douze patients atteints de trou maculaire unilatéral de pleine épaisseur de stades différents ont été inclus dans cette étude prospective. Tous les patients ont bénéficié au niveau de l'œil malade d'une vitrectomie à deux voies avec ablation de la hyaloïde postérieure et de la membrane limitante interne. Les mesures, à la lecture d'un texte standard, du nombre et de la durée des fixations, et du nombre, de la fréquence et de l'amplitude des saccades ont été réalisées. Ces données ont été obtenues en pré- et post-opératoire (à un et quatre mois) à partir des yeux malades opérés (n = 12) et comparées statistiquement aux données enregistrées au niveau de l'œil adelphe sain de chacun des patients. Onze (92 %) des douze trous maculaires se sont refermés après la première intervention, un œil a nécessité une deuxième intervention pour aboutir à la fermeture du trou. Comparés aux yeux témoins, tous les yeux atteints de trou maculaire présentaient une augmentation du nombre et de la durée des fixations, du nombre des saccades de régression et de leur fréquence, et une diminution de l'amplitude des saccades avant la chirurgie. Après la chirurgie, tous ces paramètres s'améliorent et deviennent statistiquement identiques à ceux des yeux témoins pour le nombre et la durée des fixations ainsi que pour l'amplitude des saccades. En revanche, le nombre des saccades de régression et la fréquence des saccades s'améliorent mais restent toujours plus mauvais que dans les yeux témoins. Ces résultats mettent en évidence la relative mauvaise récupération d'une lecture fluide après chirurgie du trou maculaire malgré les bons résultats anatomiques.

**Trou maculaire, Lecture, Fixation monoculaire, Saccade, Stratégies du regard**

## Introduction

La lecture est un processus dynamique se traduisant par une succession de fixations et de déplacements par saccades du regard. Durant chaque fixation, les informations provenant du champ central fovéolaire permettent l'identification des lettres et des mots. Simultanément, les informations provenant du champ péricentral déterminent la cible de petits mouvements rapides ou saccades déterminant les fixations suivantes. Dans l'appréciation des performances visuelles d'un patient, l'acuité visuelle mais aussi la lecture sont importantes. Cependant, dans de nombreuses pathologies maculaires avec scotome central comme le trou maculaire, l'acuité visuelle testée par optotypes, ou même par tables de lecture de près, ne donne pas une mesure appropriée de la capacité de lecture qui est pourtant un paramètre important dans la réhabilitation du handicap visuel.

Malgré de nombreux travaux, la physiologie de la lecture n'est encore pas totalement élucidée. Le développement de techniques optiques différentielles de mesure des mouvements oculaires offre la possibilité d'étudier plus précisément les paramètres de la lecture. Ainsi, nous avons utilisé un système de type « video-oculographe » pour l'enregistrement et l'analyse quantitative des mouvements oculaires afin d'évaluer l'influence du trou maculaire sur ceux-ci lors de la lecture avant et après le traitement chirurgical.

## Matériels et méthodes

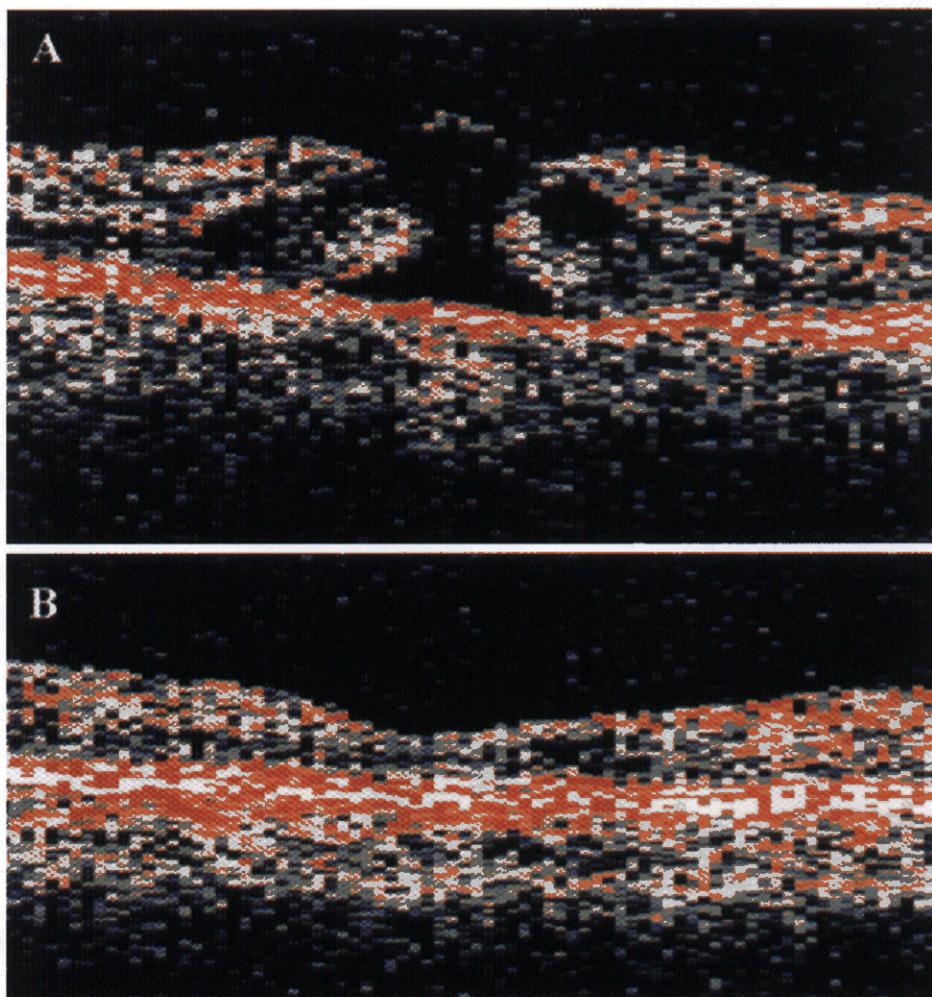
### *Patients*

Douze patients (9 femmes et 3 hommes) atteints de trou maculaire (TM) idiopathique de pleine épaisseur unilatéral ont été inclus dans cette étude prospective cas-témoins. Leur âge moyen était de 66 ans (de 47 à 87 ans). Le TM était de survenue récente (moins de trois mois), de stade 2 chez quatre patients, et de stade 3 chez les huit autres patients. Les mesures effectuées sur l'œil atteint de TM ont été comparées avec celles recueillies sur l'œil sain adelphe servant de témoin (Figure 1). L'intervention chirurgicale nécessaire au traitement du TM a consisté en une vitrectomie postérieure avec ablation de la hyaloïde postérieure, pelage de la limitante interne, et échange fluide-mélange SF6 (50 %)/air. En post-opératoire, le patient tenait une position bulle pendant douze jours.

### *Test de lecture et enregistrement des mouvements oculaires*

Pendant la lecture du texte, les déplacements du regard sont enregistrés avec une caméra infra-rouge (appareil Metrovision®, Lille, France). Pour repérer l'axe visuel, le système d'enregistrement utilise une identification automatisée de la position du reflet cornéen par rapport à la pupille. Cette technique d'optique différentielle permet un enregistrement sans immobilisation de la tête et limite les artéfacts associés aux autres méthodes de mesure [2]. Le programme informatique permet ensuite la visualisation du parcours oculaire enregistré en superposition avec le texte présenté (Figure 2). L'appareil détecte automatiquement et quantifie les fixations et les saccades qui composent l'exploration oculaire.

Le texte test a été lu cinq fois de suite par le patient pour chaque œil en pré-opératoire et à quatre mois post-opératoire.



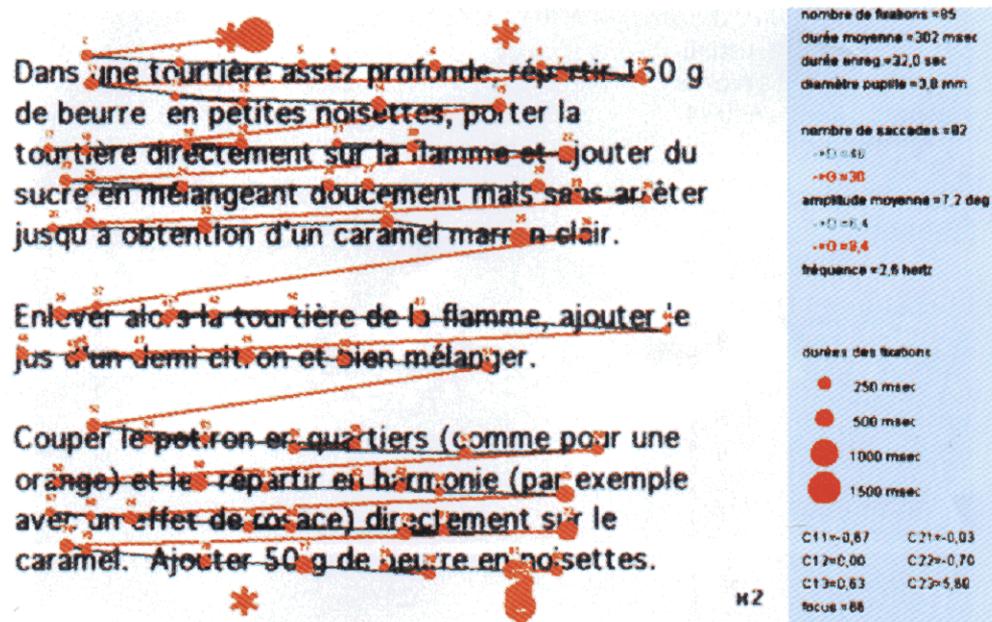
**Figure 1 :** Coupe tomographique en cohérence optique horizontale passant par la fovéa et objectivant un trou maculaire de stade 3 en pré- (A) et post-opératoire (B) (restitution de l'entonnoir fovéolaire après l'intervention).

#### *Paramètres étudiés*

L'acuité visuelle (AV) a été mesurée de différentes manières avant la réalisation de l'analyse du regard à la lecture :

- AV morphoscopique (AVL) : Snellen et ETDRS, mesures ensuite converties en AV logMAR pour permettre l'étude statistique
- AV de près (Parinaud) (AVP) convertie en AV logMAR.

L'analyse informatique effectuée à partir de l'enregistrement des mouvements oculaires à la lecture permet de caractériser l'ensemble des mouvements au cours de l'exploration visuelle (Figure 2) :



**Figure 2 :** Visualisation du parcours oculaire par rapport au texte lu (les fixations sont affichées sous la forme de points rouges dont la taille est fonction de leur durée ; les saccades sont affichées sous la forme de traits reliant les fixations ; les saccades vers la droite sont en vert (saccades de progression) et celles vers la gauche en rouge (saccades de régression)).

- le nombre total de fixations
- la durée moyenne de chaque fixation (en msec.)
- le nombre total de saccades et leur nombre dans chaque direction : vers la droite pour faire progresser la lecture et vers la gauche pour revenir à la ligne ou vers un mot ou une syllabe mal déchiffré (seules les saccades vers la gauche, dites « de régression », ont été prises en compte dans cette étude)
- l'amplitude moyenne des saccades de régression (en degrés)
- la fréquence des saccades (nombre de saccades par seconde) (en Hz)

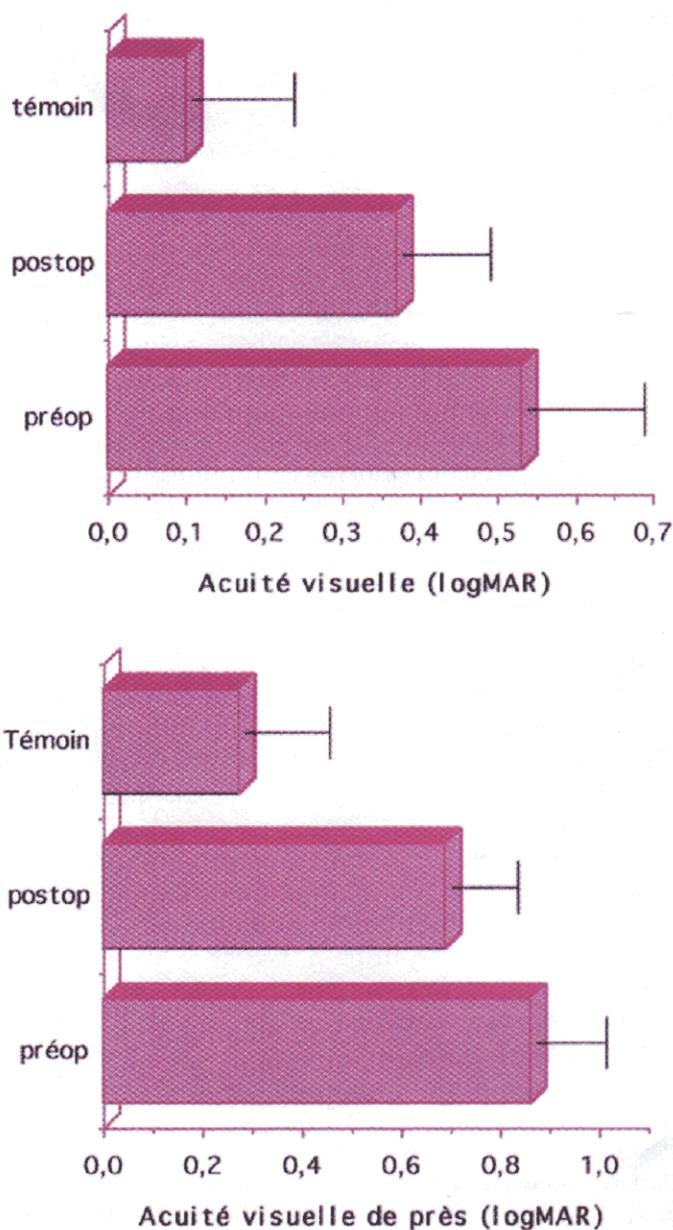
#### Analyse statistique

Les résultats ont été exprimés en moyenne  $\pm$  DS et ont été analysés statistiquement avec le test *t* de Student. Les valeurs de  $p < 0.05$  ont été considérées comme significatives.

#### Résultats

Onze (92 %) des douze trous maculaires se sont refermés après la première intervention, un œil a nécessité une deuxième intervention pour aboutir à la fermeture du trou. Aucune complication n'a été à déplorer.

L'AVL préopératoire des yeux opérés de trou maculaire ( $0.53 \pm 0.15 = 3,2/10^e$ ) s'est améliorée de façon statistiquement significative en post-opératoire ( $0.37 \pm 0.11 = 4,5/10^e$ ;  $p < 0,05$ ) sans toutefois retrouver l'AVL de l'œil sain ( $0.10 \pm 0.13 = 8/10^e$ ;  $p < 0,01$ ). L'AVP en préopératoire ( $0.86 \pm 0.14 = P12$ ) s'est aussi amélioré en post-opératoire ( $0.69 \pm 0.13 = P8$ ;  $p < 0,05$ ), sans toutefois atteindre, là encore, le niveau de l'œil témoin ( $0.27 \pm 0.17 = P3$ ;  $p < 0,01$ ) (Figure 3).



**Figure 3 :** Représentation graphique des modifications d'acuité visuelle.

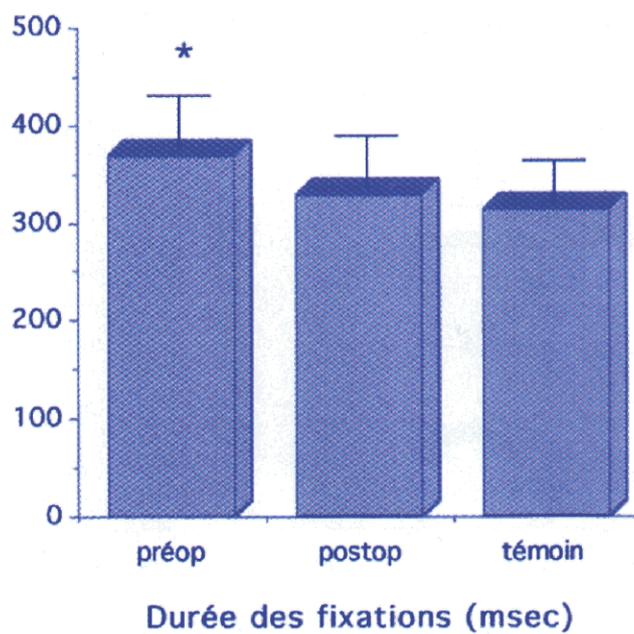
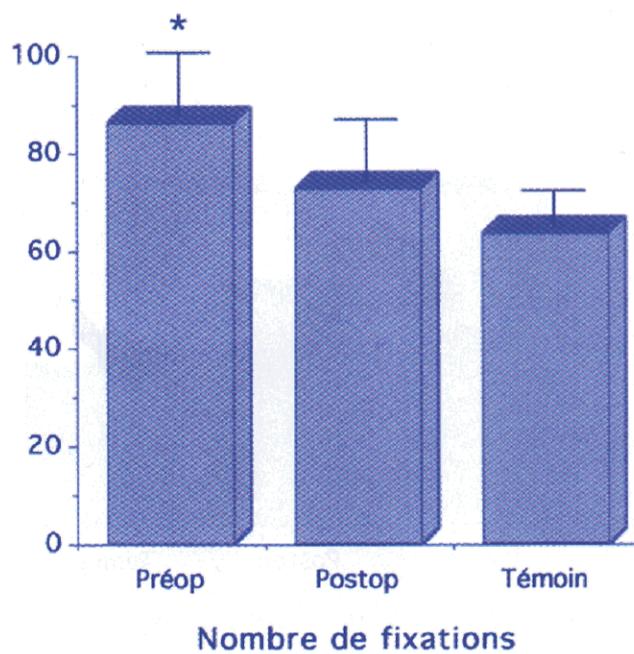
Comparés aux yeux témoins, tous les yeux atteints de trou maculaire présentaient une augmentation du nombre ( $86,33 \pm 12,69$  contre  $63,56 \pm 7,06$  chez les témoins ( $p < 0,05$ )) et de la durée ( $368,22 \pm 54$  msec. contre  $314,78 \pm 41,69$  msec. ( $p < 0,05$ )) des fixations (Figure 4), du nombre des saccades de régression ( $20,22 \pm 6,48$  contre  $9 \pm 2,24$  ( $p < 0,05$ )) et de la fréquence ( $1,89 \pm 0,24$  Hz contre  $1,30 \pm 0,37$  Hz ( $p < 0,05$ )), ainsi qu'une diminution de l'amplitude des saccades ( $5,68 \pm 0,71$  degrés contre  $7,98 \pm 1,64$  degrés ( $p < 0,05$ )) avant la chirurgie (Figure 5). Après la chirurgie, tous ces paramètres s'améliorent et deviennent statistiquement identiques à ceux des yeux témoins pour le nombre ( $72,89 \pm 12,67$ ;  $p = 0,07$ ) et la durée ( $328,89 \pm 51,47$ ;  $p = 0,53$ ) des fixations ainsi que pour l'amplitude des saccades ( $6,89 \pm 1,30$ ;  $p = 0,13$ ). En revanche, le nombre des saccades de régression ( $14 \pm 5,96$ ;  $p < 0,05$ ) et la fréquence des saccades ( $1,67 \pm 0,28$ ;  $p < 0,05$ ) s'améliorent mais restent toujours plus mauvais que dans les yeux témoins.

## Discussion

La physiologie de la lecture est étudiée depuis longtemps [5]. Même si, pour son évaluation, la méthodologie s'est améliorée, certaines techniques qui utilisent l'immobilisation de la tête ou la fixation d'une caméra à la tête du sujet donnent des résultats encore imprécis ou parasités par des artefacts. Les techniques d'optique différentielle permettent l'enregistrement du mouvement relatif de deux images qui bougent différemment lors des mouvements de rotation et de latéralité de l'œil, et permettent ainsi de s'affranchir des artefacts liés aux autres méthodes de mesure [2]. C'est ce système d'enregistrement et d'analyse des mouvements oculaires qui a été utilisé dans cette étude et qui permet l'évaluation simultanée des deux paramètres majeurs de la lecture : les fixations et les mouvements saccadiques de l'œil.

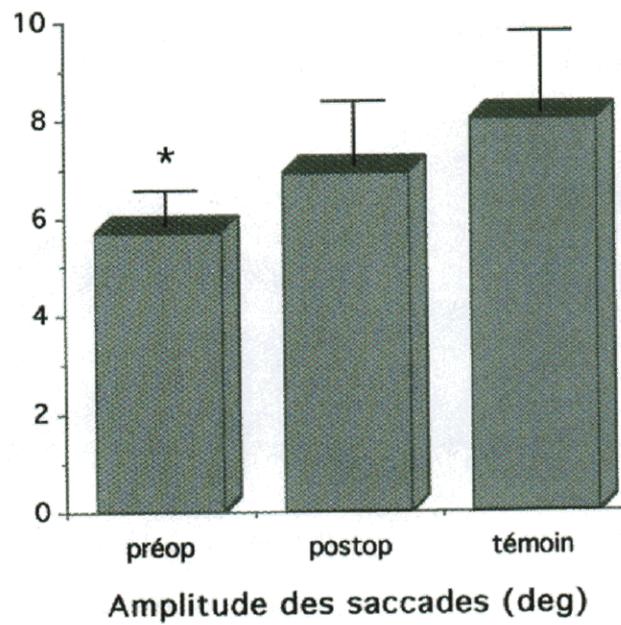
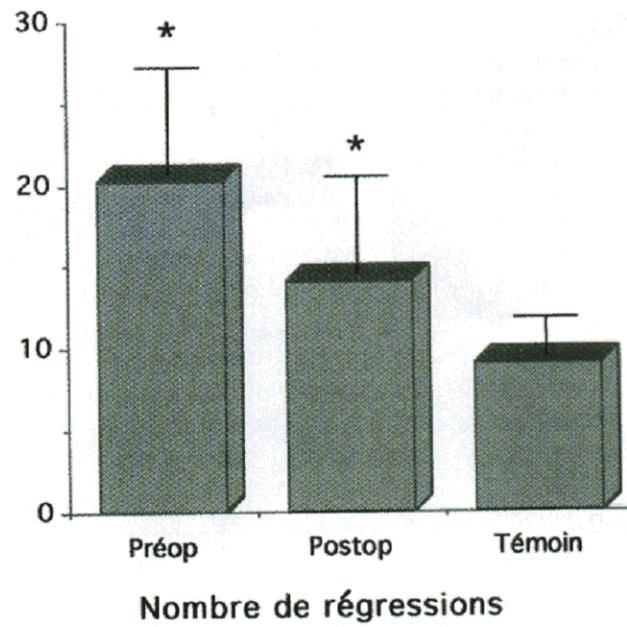
Bien que l'acuité visuelle soit un paramètre bien documenté dans beaucoup de travaux sur le TM [4], une attention relativement faible a été portée à la qualité de la récupération fonctionnelle, en particulier pour la lecture, chez les patients atteints de TM. Dans le TM, les patients n'ont pas de scotome absolu détectable à la grille d'Amsler dans la majorité des cas [7]. Néanmoins, ces yeux atteints de TM se comportent soit comme s'il existait des scotomes paracentraux relatifs proches du point de fixation, soit comme si le point de fixation était mouvant entre deux ou plusieurs centres de fixation avant de choisir un nouveau point de fixation. En cas de scotome paracentral, l'œil est incapable de prévoir un mot avant sa fixation, l'identification subséquente du mot lors de la fixation actuelle étant occultée [1]. En cas de modification du point de fixation, c'est l'absence de zone stable de fixation qui est gênante [6]. Ceci explique les difficultés à la lecture, symptôme souvent débutant lors de la formation du TM, alors que la vision de loin testée par optotypes reste relativement bonne ; les patients sous-estimant alors leur déficit fonctionnel et tardant à consulter.

Ces deux processus de scotome paracentral ou de fixation mouvante peuvent se combiner en intensité et en localisation, créant pour chaque patient un profil propre de perturbation de la fixation et des saccades difficilement systématisable.



(\* :  $p < 0,05$  par rapport au témoin)

**Figure 4 :** Représentation graphique des variations de fixation.



(\* :  $p < 0,05$  par rapport au témoin)

**Figure 5 :** Représentation graphique des variations de saccades.

## Conclusion

L'étude de la stratégie du regard dans le TM permet d'apprécier un autre paramètre de la récupération fonctionnelle : la fluidité de lecture. Dans le TM, après l'intervention, l'AV s'améliore au-delà de l'« acuité visuelle utile » (4/10<sup>e</sup>) ; le nombre et la durée des fixations, ainsi que l'amplitude moyenne des saccades redeviennent équivalents à ceux du témoin ; en revanche, le nombre des saccades de régression et la fréquence des saccades s'améliorent mais restent plus mauvais que ceux de l'œil témoin.

Ces résultats mettent en évidence la relative mauvaise récupération d'une lecture fluide après chirurgie du TM malgré les bons résultats anatomiques. Ceci explique la gêne à la lecture dont se plaignent ces patients au niveau de l'œil opéré malgré une bonne récupération de l'acuité visuelle morphoscopique.

La meilleure connaissance de la stratégie du regard pourrait permettre d'adapter les techniques de rééducation visuelle existantes au cas particulier de chaque patient en fonction des paramètres de lecture les plus déficients [3].

## Références

1. Blanchard HE, Pollatsek A, Rayner K (1989) The acquisition of parafoveal word information in reading. *Percept Psychophys* 46, 85-94.
2. Buquet C, Charlier J (1995) Quantitative assessment of the static properties of the oculo-motor system with the photo-oculographic technique. *Med. Biol. Eng. Comput.* 32, 197-204.
3. Duret F, Buquet C, Charlier J, Mermoud C, Viviani P, Safran AB (1999) Refixation strategies in four patients with macular disorders. *Neuro-Ophthalmology* 22, 209-220.
4. Ho CA, Guyer DR, Fine SL (1998) Macular hole. *Surv. Ophthalmol.* 42, 393-416.
5. Legge GE, Rubin GS, Pelli DG, Schleske MM (1985) Psychophysics of reading. I. Normal vision. *Vision Res.* 25, 239-252.
6. Rohrschneider K, Becker M, Kruse FE, Fendrich T, Völcker HE (1995) Stability of fixation – results of fundus-controlled examination using the scanning laser ophthalmoscope. *German J. Ophthalmol.* 4, 197-202.
7. Smith RG, Lea Hardman SJ, Galloway NR (1990) Visual performance in idiopathic macular holes. *Eye* 4, 190-194.