

# Comparaison de deux techniques d'évaluation de la cyclotorsion monoculaire statique : le champ visuel central et l'ophtalmoscope laser à balayage

J.P. Woillez (1, 2), J. Honoré (2), S. Defoort (1, 2), J.C. Hache (1, 2)

(1) Service d'Explorations Fonctionnelles de la Vision, CHRU, Lille.

(2) Laboratoire de Neurosciences Fonctionnelles et Pathologies, UMR 8160, CNRS et Universités, Lille.

Correspondance : J.P. Woillez, CNRS UMR 8160, Service EF Vision, CHRU – Hôpital Salengro, 59037 Lille CEDEX.

E-mail : Docteur.JP.Woillez@wanadoo.fr

Les auteurs n'ont pas d'intérêt financier dans la commercialisation des appareils cités.

Reçu le 13 octobre 2006. Accepté le 7 mars 2007.

## Evaluating static monocular cyclotorsion with central visual field and scanning laser ophthalmoscope

J.P. Woillez, J. Honoré, S. Defoort, J.C. Hache

*J. Fr. Ophthalmol., 2007; 30, 6: 593-597*

**Objective:** To compare the angles of cyclotorsion measured by central campimetry and scanning laser ophthalmoscopy.

**Methods:** Both methods were applied to each eye of 44 healthy volunteers, aged between 22 and 55 years. The line passing through the fovea and the center of the papilla was drawn on images from the scanning laser ophthalmoscope (SLO); the line passing through the fixing point and the center of the blind spot was drawn on the charts of the central visual field (VF). Torsion was estimated by the angle between these lines and the horizontal.

**Results:** With the VF method, the excyclotorsion was  $5.6 \pm 2.9^\circ$  on the right eye and  $7.2 \pm 2.9^\circ$  on the left eye. With the SLO method, these values were  $4.7 \pm 2.6^\circ$  and  $6.8 \pm 2.5^\circ$ , respectively. The measures obtained with both methods correlated significantly, for the right eye and the left eye, as well as for the difference between them.

**Conclusion:** Data were in good agreement with the literature. Though slightly greater, values obtained with the scanning laser ophthalmoscope were coherent with campimetric measures. The origin of the greater excyclotorsion of the left eye remains an open issue. This phenomenon must be kept in mind when looking for a pathological between-eye difference.

**Key-words:** Cyclotorsion, scanning laser ophthalmoscope, visual field.

## Comparaison de deux techniques d'évaluation de la cyclotorsion monoculaire statique : le champ visuel central et l'ophtalmoscope laser à balayage

**Objectif :** Comparer les mesures de cyclotorsion monoculaires statiques obtenues par campimétrie centrale et par ophtalmoscopie laser à balayage.

**Matériel et méthodes :** Les deux méthodes de mesures ont été appliquées aux deux yeux de 44 volontaires sains, âgés de 22 à 55 ans. Une droite passant par la macula et le centre de la papille a été tracée sur les images de l'ophtalmoscope laser à balayage (SLO), et une droite par le point de fixation et le centre de la tache aveugle a été tracée sur les graphes du champ visuel central (CVC). La torsion a été estimée par la mesure de l'angle entre ces droites et l'horizontale.

**Résultats :** Avec le CVC, les valeurs étaient de  $5,6 \pm 2,9^\circ$  pour l'œil droit et de  $7,2 \pm 2,9^\circ$  pour l'œil gauche. Avec le SLO, ces valeurs étaient de  $4,7 \pm 2,6^\circ$  à droite et de  $6,8 \pm 2,5^\circ$  à gauche. Les valeurs obtenues par les deux méthodes étaient significativement corrélées, pour l'œil droit, l'œil gauche et la différence entre les deux.

**Conclusion :** Ces données sont en accord avec celles relevées dans la littérature. Bien qu'un peu plus élevées, les valeurs obtenues par ophtalmoscopie laser sont congruentes avec les données campimétriques. L'excyclotorsion relative gauche, phénomène dont l'origine n'est pas connue, est à prendre en compte si on recherche une différence interoculaire pathologique.

**Mots-clés :** Cyclotorsion, ophtalmoscope à balayage, champ visuel central.

## INTRODUCTION

La torsion de l'œil selon son axe antéropostérieur est estimée par l'angle que fait l'horizontale avec la ligne passant par la fovéa et la papille (empiriquement le milieu ou le tiers inférieur de sa hauteur). L'étude de cette cyclotorsion monoculaire n'est pas récente puisque Tourtual *et al.* en font mention dès 1840 [1]. Plusieurs méthodes ont été mises au point pour l'évaluer. Certaines, subjectives, n'ont pas de référence anatomique (Lancaster, paroi de Harms, Maddox, post images, méthode de Vaswani [2]), au contraire des méthodes objectives (photographie du fond d'œil ou du segment antérieur, ophtalmoscopie laser à balayage). Des méthodes objectives comme la vidéo-oculographie en trois dimensions ou la technique de l'anneau magnétique sont adaptées à l'étude dynamique de la cyclotorsion [3].

En condition statique, la torsion oculaire est variable. Ainsi, von Graefe *et al.* [4], observant le fond d'œil à l'ophtalmoscope, relèvent des variations interindividuelles de la position de la macula par rapport à la papille. Par ailleurs, intéressés par la fréquente modification de la cyclotorsion et la capacité d'adaptation des patients atteints de paralysie unilatérale de l'oblique supérieur, Ruttum et von Noorden [5] ont mesuré la

différence de torsion entre les deux yeux et ont noté que ce paramètre présente également une variabilité interindividuelle notable.

La variabilité physiologique de la torsion oculaire statique reste moins étudiée que ses modifications pathologiques. Nous l'avons mesurée avec un ophtalmoscope à balayage laser (Scanning Laser Ophthalmoscope ou SLO), méthode qui permet d'obtenir rapidement des photographies du fond d'œil sans nécessiter de dilatation pupillaire. Cet instrument induit une dissociation de la vision binoculaire mais ne perturbe pas les phénomènes accommodatifs [6, 7]. Il permet aussi la projection sur la rétine d'une cible lumineuse. Le repérage de la fovéa s'en trouve facilité, de même que le calcul de la cyclotorsion monoculaire. Les mesures obtenues avec le SLO, méthode anatomique relativement récente, ont été comparées avec celles dérivées du champ visuel central (CVC), méthode psychophysique utilisée dès le XIX<sup>e</sup>.

## MATÉRIEL ET MÉTHODE

La cyclotorsion monoculaire a été mesurée chez 44 volontaires sains (5 hommes, 39 femmes), âgés de 22 à 55 ans. Tous ont eu le choix d'accepter ou non ces expériences non invasives et ont été informés de leur totale innocuité. Tous étaient exempts de pathologie, notamment oculaire, oculomotrice (patente ou latente) ou otorhinolaryngologique. L'évaluation de la fonction oculomotrice a été pratiquée par un ophtalmologiste expérimenté (absence de phories ou de tropies ; vision binoculaire présente et normale). La vision a été corrigée si nécessaire pour que l'acuité monoculaire soit supérieure ou égale à 0,8 à l'échelle de Snellen.

### Mesure de la cyclotorsion unilatérale

Dans chaque cas, dix images du fond d'œil ont été prises au SLO (Rodenstock®, modèle 101), sans dilatation pupillaire. La croix lumineuse fixée par le sujet est projetée sur la macula, ce qui facilite son repérage sur

l'image. La mesure de la cyclotorsion oculaire est assistée par ordinateur. Elle est estimée par l'angle entre l'horizontale et la droite passant par la macula et le centre de la papille. Lors des prises de vue, le sujet a la tête posée sur une mentonnière et regarde la croix de fixation avec un seul œil, l'autre n'étant pas occlus.

Une deuxième détermination de la cyclotorsion a été effectuée à partir d'un champ visuel central (CVC), deux fois pour chaque œil de chaque sujet. La procédure, réalisée sur un appareil à écran vidéo de marque Metrovision® et de type Moniteur Ophthalmologique®, teste une zone du champ s'étendant sur 10° x 55° et incluant la tache aveugle (entre 10° et 20° en horizontal, 30° en inférieur, 25° en supérieur). Cent points sont régulièrement répartis dans cette zone. Quelques sondes sont délivrées au point de fixation. Pendant la procédure, qui dure environ 3 minutes par œil, le sujet est assis, le menton appuyé sur une mentonnière, et l'œil non étudié est caché par un bandeau noir. La cyclotorsion est estimée par l'angle que font l'horizontale et la droite passant par le point de fixation et le centre de la tache aveugle.

### Analyse des données

Les mesures de torsion sont exprimées en degrés ; le signe est positif pour une excyclotorsion, c'est-à-dire lorsque la macula est plus basse que le centre de la papille (ou que le point de fixation est plus haut que la tache aveugle). Les moyennes sont comparées dans une analyse de variance pour mesures répétées incluant les facteurs « Méthode » (CVC, SLO) et « Œil » (droit, gauche). Les corrélations ont été testées avec le *r* de Bravais-Pearson. Ces analyses ont été réalisées avec le logiciel Statistica®. Le seuil de décision a été fixé à  $p = 0,05$ .

## RÉSULTATS (tableau I)

Toutes les mesures individuelles étaient positives quels que soient l'œil ou la méthode. La variabilité interindividuelle de la torsion (écarts-types de l'ordre de 2,7°) ne différait pas sensiblement selon l'œil ou la méthode.

**Tableau I**

Cyclotorsion monoculaire et différence entre les deux yeux. Valeurs moyennes et écarts types, en degrés, obtenus à partir du champ visuel central (CVC) et de l'ophtalmoscope à balayage laser (SLO).

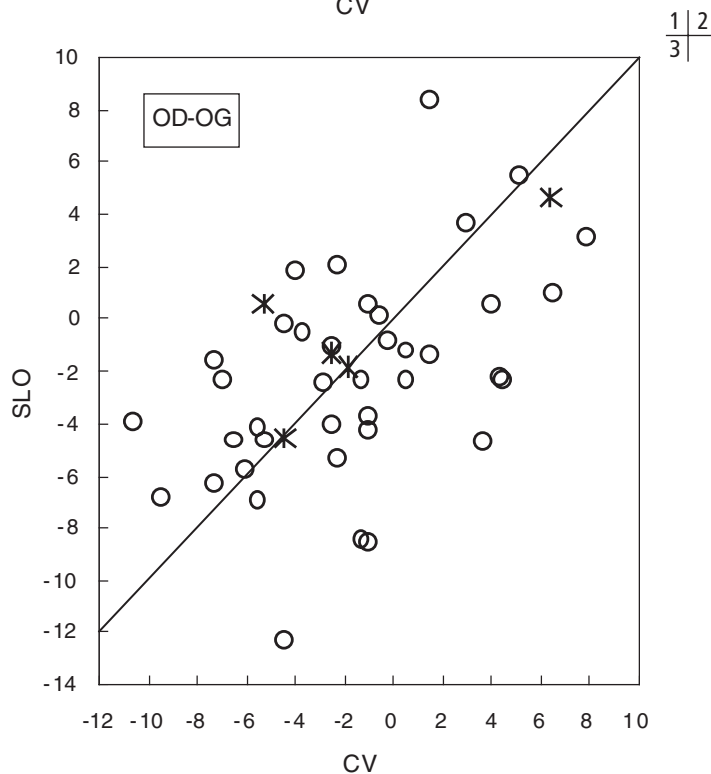
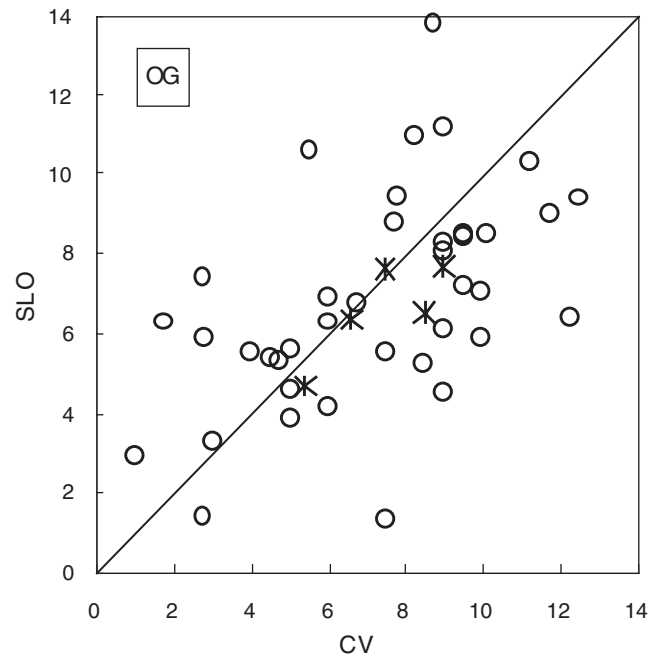
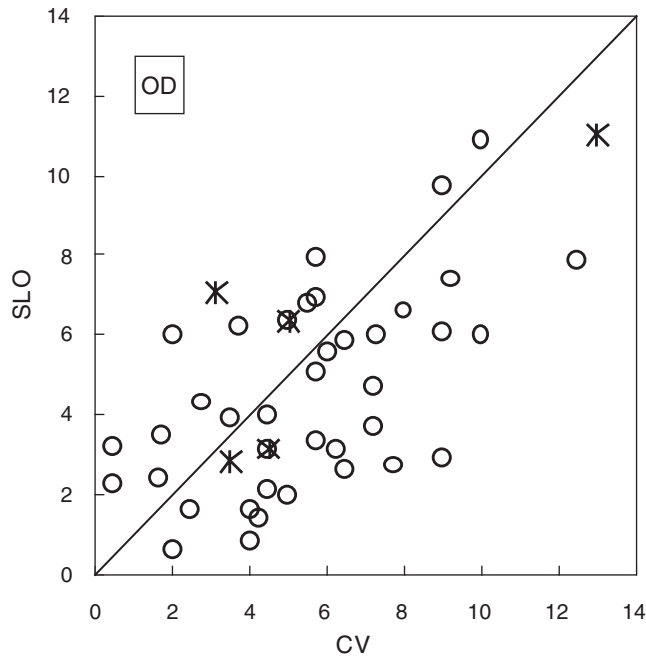
	CVC				SLO			
	OD	OG	OD-OG	/OD-OG/	OD	OG	OD-OG	/OD-OG/
Moyenne	5,59	7,20	- 1,62	3,88	4,54	6,81	- 2,09	3,54
Écart type	2,92	2,86	4,41	2,59	2,45	2,55	3,96	2,70
Min.	0,50	1,00	- 10,65	0,25	0,60	1,36	- 12,40	0,14
Max.	13,00	12,50	8,00	10,65	10,82	13,79	8,38	12,40

OD : œil droit ; OG : œil gauche ; min. : valeur minimale, max. : valeur maximale.

La torsion moyenne était de 6,0° ; elle différait selon l'œil et la méthode. L'analyse de variance indique un effet significatif des facteurs « Méthode » ( $F(1,43) = 8,06$  ;  $p = 0,007$ ) et « Œil » ( $F(1,43) = 11,40$  ;  $p = 0,002$ ), sans interaction ( $F(1,43) = 0,58$  ;  $p = 0,449$ ). Chez 66 % des sujets, la cyclotorsion mesurée avec le SLO est plus faible que celle mesurée avec le CVC ; la différence moyenne est de 0,7°. Chez 77 %, la torsion est plus forte pour l'œil

gauche que pour l'œil droit ; la différence moyenne est de 1,9°.

Les valeurs obtenues par les deux méthodes sont corrélées, pour l'œil droit (*fig. 1* ;  $r_{42} = 0,62$  ;  $p = 0,01$ ) et l'œil gauche (*fig. 2* ;  $r_{42} = 0,52$  ;  $p = 0,01$ ). La même constatation est faite concernant la différence œil droit — œil gauche (*fig. 3* ;  $r_{42} = 0,65$  ;  $p = 0,01$ ).



**Figure 1 :** Corrélation entre les valeurs recueillies au CVC et au SLO pour l'œil droit. La bissectrice principale est figurée. Femmes : o ; hommes : \*.

**Figure 2 :** Corrélation entre les valeurs recueillies au CVC et au SLO pour l'œil gauche. Noter que, par rapport à la *figure 1*, le nuage de points est décalé vers le haut et la droite (valeurs plus grandes). Même légende que la *figure 1*.

**Figure 3 :** Corrélation entre les différences de torsion droite-gauche mesurées au CVC et au SLO. Même légende que la *figure 1*.

## DISCUSSION

Bien qu'un peu plus élevées, les valeurs de torsion obtenues par ophtalmoscopie laser sont congruentes avec les données campimétriques. Les résultats sont dans l'ensemble compatibles avec ceux de la littérature qui recèle peu de séries longues, en particulier pour le SLO. Les deux méthodes indiquent une excyclotorsion plus forte à gauche.

Weiss [8] a testé des sujets orthotropes et hétérotropes avec un périmètre à diode. Avec ce principe, il a déterminé les limites supérieure et inférieure de la tache aveugle, puis calculé la cyclotorsion en prenant la moyenne des deux valeurs. Sa série de 70 sujets a inclus 26 témoins normaux dont la torsion moyenne était de  $5,3^\circ \pm 2,5^\circ$  tous yeux confondus. Inatomi *et al.* [9] ont rapporté des valeurs semblables avec une moyenne de  $6^\circ \pm 2^\circ$ .

Contrairement aux travaux précédents, Martin [10] a comparé l'œil droit et l'œil gauche en mesurant la cyclotorsion à partir de la distance entre le centre géométrique de la papille et la fovéola et la distance verticale entre le méridien horizontal de la papille et la fovéola. Les photographies du fond d'œil chez 12 sujets ont montré des mesures peu différentes pour l'œil droit ( $7,3^\circ \pm 2,4^\circ$ ) et l'œil gauche ( $6,6^\circ \pm 3,0^\circ$ ). Mesuré au champ visuel de Goldman chez 11 sujets, l'angle s'est avéré légèrement plus accentué à gauche ( $8,8^\circ \pm 4,2^\circ$ ) qu'à droite ( $7,8^\circ \pm 2,1^\circ$ ).

Ruttum et von Noorden [5] apportent un élément supplémentaire en faisant référence à la différence absolue de cyclotorsion entre les deux yeux. Sur les photographies du fond d'œil de 20 sujets sains, obtenues après dilatation, ils ont pris comme repère la moitié de la hauteur papillaire. La torsion moyenne, tous yeux confondus était de  $7,3^\circ \pm 2,6^\circ$ , et la moyenne des différences absolues entre chaque œil de  $1,6^\circ \pm 1,2^\circ$ . Il n'est pas précisé si la cyclotorsion était plus accentuée sur l'un des deux yeux. Afin d'essayer de comprendre pourquoi une cyclotorsion unilatérale acquise d'origine musculaire n'entraîne pas toujours de diplopie, ces auteurs ont proposé d'étudier la perception de l'horizontale subjective chez ces sujets, sans rapporter de données quantitatives.

Enfin, dans une étude davantage orientée vers la neuropathologie, Brandt *et al.* [11] ont bien mis en évidence une différence entre chaque œil, chez 20 sujets témoins indemnes de toute pathologie oculomotrice. Les mesures photographiques après dilatation pupillaire donnaient  $3,4^\circ \pm 2,8^\circ$  pour l'œil droit et  $5,8^\circ \pm 2,6^\circ$  pour l'œil gauche. Dans une nouvelle étude menée sur 80 sujets sains, cette équipe [12] a obtenu les chiffres suivants pour l'angle entre l'horizontale et la ligne passant entre le centre de la fovéa et le centre de la papille :  $4,9^\circ \pm 2,9^\circ$  pour l'œil droit et  $5,7^\circ \pm 2,9^\circ$  à l'œil gauche. La différence absolue entre les deux yeux était alors en moyenne de  $2,6^\circ \pm 2,0^\circ$ .

Le clinicien dispose de plusieurs techniques de mesure de la cyclotorsion monoculaire et certaines sont assez anciennes. Cependant, l'incidence des modifications de la cyclotorsion sur l'équilibre oculomoteur reste encore assez mal connue. Dès 1966, Weiss [13] avait signalé l'importance de la cyclotorsion oculaire dans l'analyse clinique des hétérotropies et plus particulièrement des syndromes alphabétiques. Il avait aussi rappelé la nécessaire distinction entre l'ectopie maculaire vraie et la pseudo-ectopie maculaire par rotation du globe selon l'axe antéropostérieur, survenant en cas de paralysie d'un muscle oblique supérieur. Il faut attendre ces travaux et ceux de Ruttum et von Noorden [5], dans les années 1970, pour que soient discutées les relations entre cyclotorsion, parésies des muscles obliques supérieurs et latérocilis. Ces derniers auteurs se sont intéressés plus particulièrement aux patients chez qui une paralysie de l'oblique supérieure a été diagnostiquée. Ils ont rapporté une modification fréquente de la cyclotorsion chez ces sujets et une bonne capacité d'adaptation. Une certaine proportion de cas présentait une ex-cyclotorsion controlatérale à la paralysie.

Avec Brandt et Dieterich *et al.* [10, 11], qui ont étudié les conséquences des lésions du système labyrinthique (périphérique et central) s'ouvre le chapitre des relations entre les variations de la cyclotorsion et l'activité vestibulaire (ocular tilt réaction). Ces auteurs ont également étudié la cyclotorsion en cas de paralysie de l'oblique supérieur. Sur 16 patients, ils n'ont constaté que 6 ex-cyclotorsions monoculaires anormales dont 3 du côté atteint et 3 du côté sain.

Ces études, qui portent aussi sur l'incidence de la cyclotorsion sur la perception de la verticale subjective en cas de lésions des voies labyrinthiques, permettent d'envisager une possible relation entre cette perception, la cyclotorsion oculaire, et certains latérocilis. C'est ce que soulignent Safran *et al.* [14] en 1992 quand ils remarquent la fréquence des skew déviations apparaissant après chirurgie dans les neurinomes du VIII ou certains vertiges de Ménière. À la lecture de ces auteurs, on constate que la mesure de la cyclotorsion monoculaire peut apporter des éléments importants afin, par exemple, d'affiner le diagnostic entre une paralysie de l'oblique supérieur et une skew déviation où une ex-cyclotorsion ipsilatérale affecte l'œil en hypotropie [15].

## CONCLUSION

Des deux méthodes de mesure de la cyclotorsion confrontées dans ce travail, la première, le SLO, est relativement récente et facile à mettre en œuvre. La seconde, plus ancienne, a le mérite d'être plus largement documentée. La comparaison objective des mesures assez proches et statistiquement corrélées. Par ailleurs, l'asymétrie naturelle droite-gauche mise en évidence doit être considérée

au moment d'affirmer la valeur diagnostique d'une différence de torsion entre les deux yeux. La relation de cette asymétrie naturelle avec les préférences oculaire et manuelle reste à évaluer, ainsi que son importance fonctionnelle.

## RÉFÉRENCES

1. Tourtual JUN. Bericht über die Leistungen im Gebiete der Physiologie der Sinne, insbesondere des Gesichtssinnes. Arch Anat Physiol von J. Muller, 1840, p. 36-62.
2. Vaswani RS, Mudgil AV. Design of and normative data for a new computer based test of ocular torsion. Binocul Vis Strabismus Q, 2004;19:169-74.
3. Pansell T, Schworm H, Ygge J. Torsional and vertical eye movements during head tilt dynamic characteristics. Invest Ophthalmol Vis Sci, 2003;44:2986-990.
4. Von Graefe A. Notizen vermischten Inhaltes. 3) Über die ophthalmoskopische Beobachtung Gewisser Augenmuskelwirkungen. Arch Ophthalmol, 1856;2:322-9.
5. Ruttum M, Von Noorden GK. Adaptation to tilting of the visual environment in cyclotropia. Am. J Ophthalmol, 1983;96:229-37.
6. Ehrh O, Boergen KP. Scanning laser ophthalmoscope fundus cyclometry in near natural viewing conditions. Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol, 2001;239:678-82.
7. Ott D, Lades M. Measurement of eye rotations in three dimensions and retinal stimulus projection using scanning laser ophthalmoscopy. Ophthalmic Physiol Opt, 1990;10:67-71.
8. Weiss JB. Étude campimétrique des cyclotorsions. Bull Soc Belge Ophthalmol, 1988;229:29-34.
9. Inatomi A, Takahashi F, Kani K. Fundus haploscope and the measurement of cyclodeviation. In: Reinecke, RD (ed.), Strabismus II. Grune and Stratton, New York, 1984, p. 733-738.
10. Martin X. Mesure simple et précise de la torsion oculaire. Klin Monatsbl Augenheilk, 1985;186:515-9.
11. Brandt T, Dieterich M. Cyclorotation of the eyes and subjective visual vertical in vestibular brain stem lesions. Ann N Y Acad Sci, 1992;656:537-49.
12. Dieterich M, Brandt T. Ocular torsion and Tilt of subjective visual vertical are sensitive brainstem signs. Ann Neurol, 1993;33:292-9.
13. Weiss JB. Ectopies et pseudo ectopies maculaires par rotation. Bull Mem Soc Fr Ophtalmol, 1966;79:329-46.
14. Safran AB, Hausler R, Issoua D, Strabismes induits par des lésions vestibulaires périphériques. Klin Monatsbl Augenheilk, 1992;200:418-9.
15. Safran AB, Vighetto A, Landis T, Cabanis E, Neuro-ophtalmologie, Paris : Masson, 2004.