

## **Campimétrie assistée par ordinateur sur écran cathodique: à propos de 565 cas d'hypertonie oculaire**

*J.F. Rouland, J.C. Hache, J. Charlier*

Service d'exploration fonctionnelle de la vision, Centre hospitalier régional de Lille, Hôpital B,  
Lille, France

**Key Words.** Campimetry · Video screen · Glaucoma

### **Automated Campimetry with Video Screen: Analysis of 565 Cases with Ocular Hypertension**

**Abstract.** In 303 patients (565 eyes) affected by ocular hypertension, an automated supra-threshold campimetry was performed using the «Moniteur ophtalmologique» with a video screen. An analysis of the visual field is presented. The sensitivity and the quality of the video screen are discussed.

#### **Introduction**

Malgré la multiplication des méthodes d'investigations, la mesure du champ visuel demeure l'examen principal dans l'exploration d'une hypertonie oculaire. Ce rôle capital a été renforcé par l'apparition des périmètres assistés par ordinateur.

Ce travail se propose d'analyser les tracés recueillis par un périmètre automatique dans une population de sujets porteurs d'une hypertonie oculaire. C'est le périmètre «Moniteur ophtalmologique» dans sa version sur écran cathodique qui a été retenu pour cette étude.

#### **Patients et méthodes**

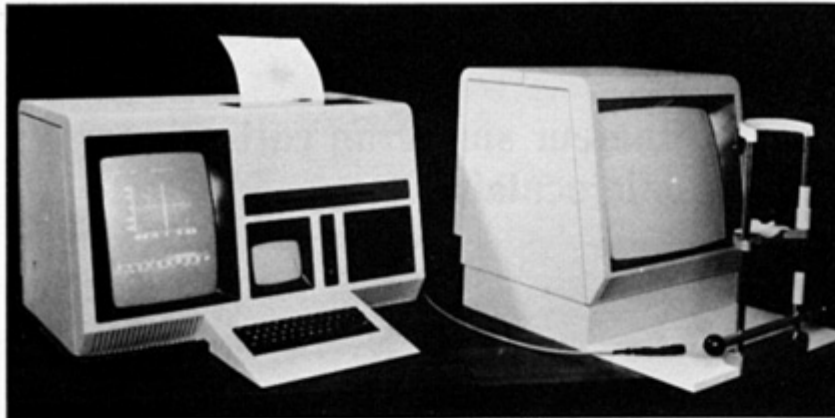
##### *Patients*

Notre étude porte sur plus de 300 patients adressés entre octobre 1985 et octobre 1986 à la consultation pour le bilan d'une hypertonie oculaire. 303 patients, 177 hommes et 126 femmes, sont inclus dans notre travail. Nous les avons répartis en 3 groupes selon des critères tonométriques, gonioscopiques et campimétriques.

*Groupe I*—groupe des hypertonies oculaires isolées; 49 sujets (dont 2 monoptalmes) soit 96 yeux; moyenne d'âge: 50,93 ans ( $\pm 12,5$ ).

*Groupe II*—groupe des glaucomes chroniques à angle ouvert avérés; 210 sujets (382 yeux); moyenne d'âge: 57,11 ans ( $\pm 11,35$ ).

*Groupe III*—groupe des glaucomes chronique à angle étroit; 44 sujets (87 yeux); moyenne d'âge: 61,23 ans ( $\pm 10,45$ ).



**Fig. 1.** La mesure du champ visuel est réalisée par le Moniteur ophtalmologique, version campimétrie statique, sur écran cathodique.

**Critères d'inclusion.** Pour appartenir au premier groupe, les patients doivent présenter une hypertension oculaire (avant traitement), un champ visuel et un fond d'œil normaux.

Pour appartenir au second groupe, les sujets doivent être porteur d'une hypertension oculaire (avant traitement), d'un angle ouvert en gonioscopie, d'une altération spécifique du champ visuel et d'une atteinte papillaire caractéristique. Deux critères au moins sont nécessaires pour appartenir à ce groupe.

Les patients du troisième groupe ne diffèrent du précédent que sur l'aspect de l'angle (angle étroit).

#### Méthodes

Chaque patient a bénéficié des mêmes examens: mesure de l'acuité visuelle de loin et de près, examen du segment antérieur, mesure de la tension intraoculaire au tonomètre à applanation de Goldmann, examen de l'angle irido-cornéen au verre à gonioscopie, mesure de l'excavation papillaire et appréciation du volume du rebord neuro-rétinien par l'intermédiaire de la lentille centrale du verre à gonioscopie (éventuellement après dilatation et avec prise de clichés photographiques). Le diamètre pupillaire de tous les sujets examinés était supérieur ou égal à 2,5 mm.

La mesure du champ visuel est réalisée par le «Moniteur ophtalmologique», version campimétrie statique, sur écran cathodique (fig. 1). Il utilise une stratégie présentant 94 points dans les 30° centraux. Le seuil de base de sensibilité rétinienne différentielle, c'est à dire la correction à apporter au niveau de référence de sensibilité rétinienne différentielle, est déterminé au début de l'examen sur 4 points à 10° d'excentricité. La luminance des points affichés se situe à un niveau supraliminaire de 4 dB, respectant le

gradient de sensibilité rétinienne. Lorsqu'un déficit est découvert, des présentations liminaires déterminent alors sa profondeur. La luminance de fond est de 10 cd/m<sup>2</sup>.

La taille des tests est de 30 min pour un œil placé à 33 cm de l'écran. Un capteur placé à la partie supérieure de l'écran cathodique assure la calibration automatique des niveaux de luminances.

La présentation des points est réalisée à des emplacements empêchant leurs prévisions. L'immobilité du globe est vérifiée par la présentation de tests d'intensité maximum dans la zone de la tâche aveugle tous les 14 stimuli. A l'issue de la présentation des 94 points, les mesures sont enregistrées et stockées dans un fichier. La représentation graphique des résultats est de type numérique, symbolique et pseudo-isoptérique.

Notre étude de mesure du champ visuel a apprécié la durée de l'examen pour chaque œil, le niveau du seuil et le type de déficits enregistrés. L'analyse statistique des résultats est effectuée par la méthode des «comparaisons de moyennes».

## Résultats

### Durée moyenne de l'examen

**Groupe I:** n=96 yeux; œil droit: 4,30 min ( $\pm 1,52$ ), œil gauche: 4,16 min ( $\pm 1,29$ ).

**Groupe II:** n=382 yeux; œil droit: 6,92 min ( $\pm 2,55$ ), œil gauche: 6,69 min ( $\pm 2,26$ ).

**Tableau I.** Variation du seuil de base de 0 à +10 dB en fonction de l'âge et du nombre de sujets

Seuil dB ans	Nombre de valeurs	Moyenne d'âge	Ecart type
+1	37	56,9	10,11
+2	24	59,87	9,45
+3	29	57,24	11,20
+4	12	62,5	14,65
+5	22	58,09	11,76
+6	12	60,5	12,43
+7	9	55,11	14,54
+8	3	46,33	9,23
+9	6	64,83	11,3
+10	19	59,26	7,62

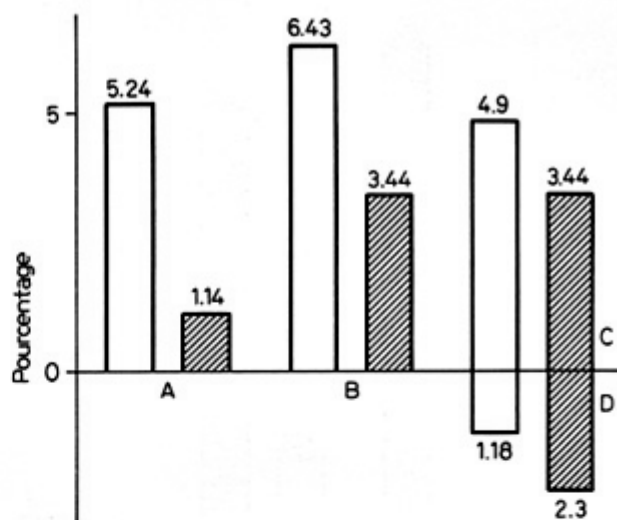
*Groupe III:* n=87 yeux; oeil droit: 6,91 min ( $\pm 3,50$ ), oeil gauche: 6,74 min ( $\pm 3,11$ ).

*Analyse statistique.* Bien que la durée de l'examen soit plus courte pour l'oeil gauche, il n'existe pas de différence significative statistiquement entre les deux yeux quelsoit le groupe considéré. Par contre, on note une augmentation significative de la durée de l'examen entre le groupe I et les groupes II et III.

#### *Variations du seuil avec l'âge*

La correction apportée au seuil de base s'échelonne entre 0 et +10 dB. Nous avons voulu savoir s'il existait une corrélation entre l'âge et l'augmentation du seuil afin de vérifier si une correction systématique apportée en fonction de l'âge était validée. Pour cela nous avons réalisé 10 groupes en fonction de l'élévation de la valeur du seuil indépendamment de la pathologie présentée (tableau I).

*Analyse statistique.* On observe que 401 yeux de nos patients ont un seuil de référence



**Fig. 2.** Pourcentages dans les groupes II (□) et III (■) de réduction globale de la sensibilité (A), d'élargissement de la tache aveugle (B), et de scotomes isolés dans les aires de Bjerrum supérieure (C) et inférieure (D).

identique à celui de notre carte de référence, soit 0 dB. Pour 173 yeux, on observe une augmentation de cette valeur. Mais il n'est pas possible de corréler l'élévation du seuil et l'âge.

#### *Types de déficits rencontrés*

L'examen des relevés obtenus pour l'ensemble de nos patients permet de subdiviser en 9 groupes les différents types de champs visuels (les résultats sont exprimés en pourcentage par rapport au nombre total des yeux examinés): 1) tracé normal; 2) réduction généralisée de la sensibilité sans scotome; 3) élargissement de la tache aveugle; 4) scotome(s) isolé(s) dans les aires de Bjerrum; 5) scotome relatif dans l'aire de Bjerrum; 6) scotome absolu dans l'aire de Bjerrum; 7) persistance d'un îlot central; 8) persistance d'un îlot temporal ou nasal, et 9) mesure du champ visuel irréalisable.

*Tracé normal.* Groupe I: 100%; groupe II: 30.28%, et groupe III: 29.9%.

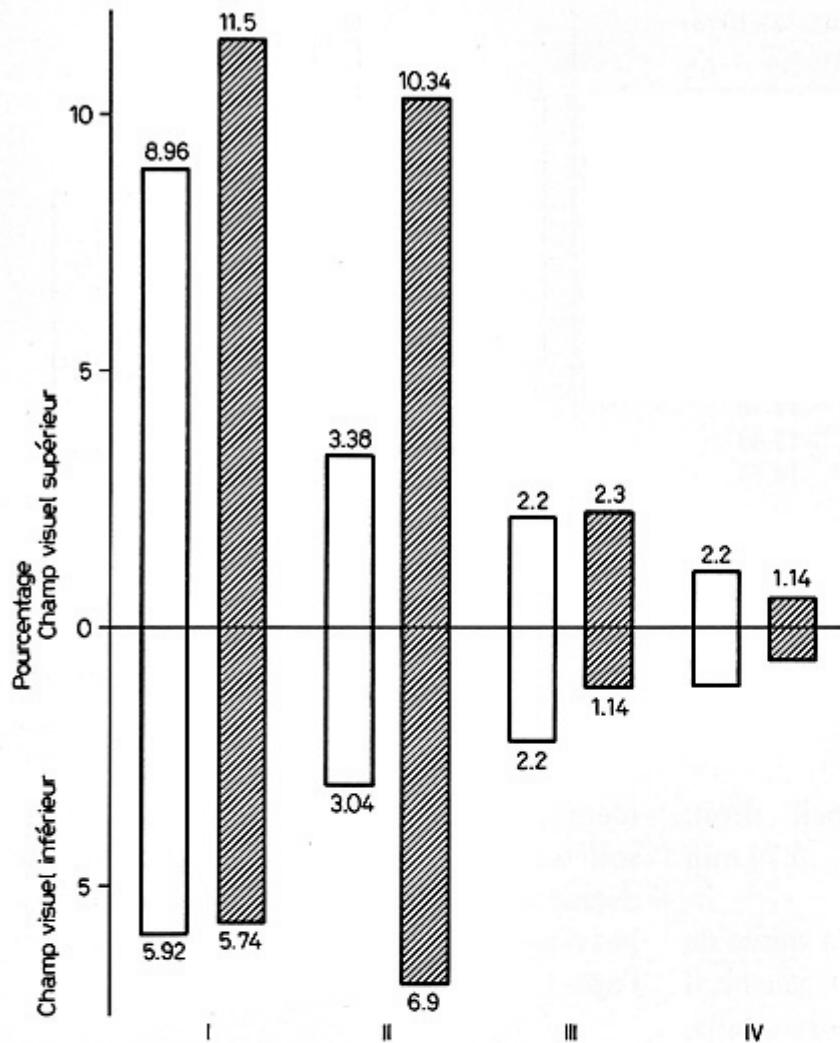


Fig. 3. Distributions dans les groupes II (□) et III (■) des scotomes relatifs dans les aires de Bjerrum supérieure (champ visuel supérieur) et inférieure (champ visuel inférieur) occupant un (I) à quatre quadrants (IV).

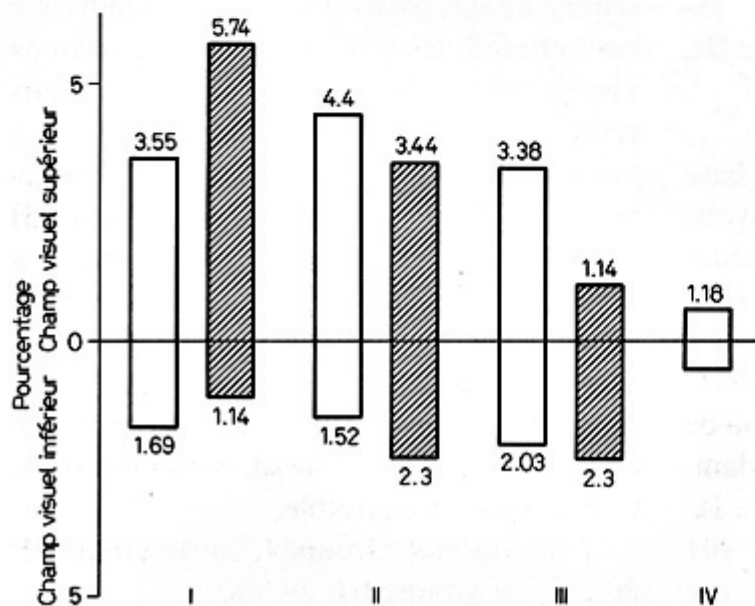


Fig. 4. Distributions dans les groupes II (□) et III (■) des scotomes absolus dans les aires de Bjerrum supérieure (champ visuel supérieur) et inférieure (champ visuel inférieur) occupant un (I) à quatre quadrants (IV).

*Présentations des différents types de déficits.* Les diverses anomalies retrouvées dans les groupes II et III sont présentées en pourcentage sous forme d'histogrammes dans les figures 2-5.

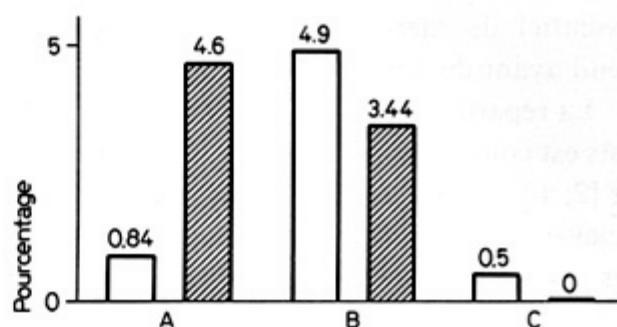
*Distribution des acuités visuelles selon les groupes*

Nous avons voulu apprécier l'importance de ce paramètre et savoir s'il pouvait retentir éventuellement sur la mesure du champ visuel. La répartition des acuités visuelles des groupes I-III est présentée dans le tableau II: La majorité des patients présente une acuité visuelle suffisante pour le bon déroulement de l'exploration. Ce paramètre n'a pas influencé les relevés.

**Discussion**

La durée moyenne de l'examen varie en fonction des groupes. Elle est liée à l'importance des déficits. Les temps les plus courts sont obtenus dans le groupe I où les champs visuels sont normaux. Dans les différents groupes, il n'est pas noté de différence statistiquement significative entre les temps d'examen des deux yeux. Mais on constate que l'exploration du second oeil est plus courte. Sans être statistiquement significatif, ce fait est noté dans les trois groupes. Des phénomènes d'apprentissages, une meilleure compréhension de la procédure l'expliquent.

Une durée moyenne de 5 à 7 min par oeil pour l'exploration des 25° centraux par 94 points est un résultat intéressant, faisant de cette méthode l'une des plus rapide pour le dépistage du glaucome. Le maintien d'une attention optimale est alors possible durant la totalité de l'exploration. Mais il est difficile de comparer les durées d'examen réalisées



**Fig. 5.** Histogrammes des pourcentages dans les groupes II (□) et III (■) de persistance d'un îlot central (A), de persistance d'îlot nasal ou temporal (B) et de champs visuels irréalisables (C).

**Table II.** Répartition des acuités visuelles des groupes I-III

Acuité visuelle	Pourcentage de patients		
	groupe I	groupe II	groupe III
0/10	2,04	4,52	2,32
1/10	1,02	3,09	6,97
2/10	3,06	1,40	2,32
3/10	1,02	0,95	1,16
4/10	2,04	3,30	3,48
5/10	6,12	4,52	5,81
6/10	2,04	4,52	3,48
7/10	5,10	6,60	3,48
8/10	9,18	8,33	12,79
9/10	6,12	11,20	12,79
10/10	62,24	51,43	45,34

sur d'autres instruments. En effet, les procédures sont rarement similaires et le nombre de points présentés est très fréquemment différent. Si l'on compare les procédures «dépistage», on observe souvent des temps d'examen dépassant aisément 10 voire 15 min par oeil [21, 28].

En ce qui concerne le seuil de sensibilité différentielle, nous n'avons pas retrouvé de relation statistique entre l'âge et le seuil de sensibilité rétinienne. Il nous paraît donc

essentiel de mesurer systématiquement ce seuil avant de débiter la procédure.

La répartition des déficits dans nos résultats est conforme aux données de la littérature [2, 13, 14, 17, 21, 22, 26, 32]. Les déficits relevés sont identiques à ceux enregistrés sur les instruments de périmétrie statique assistée par ordinateur ainsi qu'à ceux recueillis par une périmétrie manuelle.

Nos tracés révèlent une atteinte sélective de l'aire de Bjerrum supérieure, que ce soit un scotome isolé ou un scotome relatif ou absolu de toute la zone. Ces résultats sont notés dans les glaucomes à angle ouvert ainsi que dans les glaucomes chroniques à angle étroit. L'importance de notre série nous autorise à considérer ce fait comme fiable. On constate donc que les fibres rétinienne situées à la partie inférieure de la papille semble s'altérer plus précocement.

Cette distribution des déficits est en accord avec les travaux de Aulhorn et Hams [2]. En 1979, ils examinent plus de 400 patients glaucomateux au moyen d'un périmètre manuel. Les atteintes prédominent dans l'aire de Bjerrum supérieure. Ces résultats ont été confirmés depuis sur des périmètres assistés par ordinateur.

Il est intéressant de comparer ces résultats à ceux obtenus par Brenton et Phelps [8]. Une mesure du champ visuel chez 81 personnes indemnes de toute pathologie oculaire et âgées de 20 à 78 ans a été réalisée sur un périmètre assisté par ordinateur [8]. Les auteurs remarquent une diminution de la sensibilité rétinienne du centre vers la périphérie. Cette chute de la sensibilité est plus nette dans les quadrants supérieurs [23]. Cette réduction de la sensibilité est encore plus nette lorsque l'âge des patients dépasse 60 ans. Ce caractère n'est pas lié ni à l'acuité visuelle ni au diamètre pupillaire [20].

Les altérations glaucomateuses majorent donc la diminution «physiologique» de la sensibilité rétinienne. Les examens histologiques (H.A. Quigley) constatent une atteinte préférentielle des fibres rétinienne situées aux pôles de la tache aveugle. Une étude expérimentale récente [29] a été réalisée sur des signes rendus hypertones. On constate une atteinte maximale aux pôles de la papille en supérieur et en inférieur avec une prédominance dans la partie nasale inférieure et périphérique de cette papille. Cette corrélation anatomo-clinique est donc confirmée par notre procédure de mesure du champ visuel central.

La stratégie de mesure mixte supraliminaire pour cerner le scotome et liminaire pour déterminer la profondeur du déficit utilisée dans cette étude nous paraît la plus adaptée à la majorité des cas. En effet, réaliser une campimétrie liminaire sur 94 points nécessite environ 30-35 min par oeil. Il est illusoire de penser qu'un patient quelquesoit son âge puisse répondre correctement pendant tous ce temps.

L'utilisation de l'écran cathodique dans un instrument de mesure du champ visuel est possible. Nos résultats prouvent ses possibilités. Nous obtenons en effet des relevés identiques à ceux publiés dans la littérature.

Son utilisation a déjà été proposée. Les publications décrivent des prototypes de campimètres assistés par ordinateurs qui sont pour la plupart demeurés aux stades de l'expérimentation [1, 3-5, 7, 9-12, 15, 16, 18, 19, 24, 25, 27, 31, 32]. L'écran cathodique dans sa conception actuelle propose un contrôle rigoureux des paramètres de stimulations. Des travaux expérimentaux en cours comparant les relevés sur une coupole de périmétrie et les mesures obtenues sur notre instrument n'ont pas objectivé de différences significati-

ves. (Il s'agissait de la comparaison de mesures liminaires sur 94 points.) Mais si sa taille le limite à une étude des 25–30° centraux [32], c'est dans cette zone que se situent la plupart des déficits glaucomateux [6].

Le vieillissement des tubes cathodiques, les variations de qualités entre les tubes sont autant d'éléments qui jusqu'à présent ont limité son développement. L'adjonction d'un contrôle automatique de la luminance évite en partie ces problèmes [32]. Par contre, des phénomènes d'éblouissement, de «post-image» se sont avérés désagréables et relativement fatiguants lorsque l'examen se prolongeait. La répartition homogène de la luminance de fond dans une coupole n'engendre pas ces inconvénients. Cependant, l'absence de la coupole peut rassurer certains patients anxieux et favoriser ainsi le recueil des mesures.

En conclusion, les résultats obtenus dans notre travail confirment la qualité de l'appareil dans sa version sur écran cathodique. Ses nombreuses possibilités (électrophysiologie) font qu'il représente un instrument complet d'examen de mesure du champ visuel parfaitement adapté à l'exploration du patient glaucomateux à tous les stades de l'évolution.

## Résumé

Dans une population de 303 patients (565 yeux) porteurs d'une hypertension oculaire, une mesure du champ visuel a été réalisée par un champimètre assisté par ordinateur, le «Moniteur ophtalmologique», utilisant un écran cathodique comme support de présentation des tests. Une analyse des différents déficits ainsi que de la durée de la procédure de l'examen est rapportée. L'intérêt et la qualité de l'utilisation de l'écran cathodique sont discutés.

## Bibliographie

- 1 Accornero, N.; Berardelli, A.; Cruccu, G.; Manfredi, M.: Computerized video screen perimetry. *Archs Ophthalmol.* 102: 40–41 (1984).
- 2 Aulhorn, E.; Harms, H.: Early visual field defects in glaucoma; dans Leydecker, *Glaucoma Symposium in Tutzing Castle*, pp. 151–186 (Karger, Basel 1967).
- 3 Bara, B.: Une stratégie adaptative pour la présentation des tests multistimuli: application au dépistage du glaucome. Mémoire de DEA (UST Lille I 1984).
- 4 Bara, B.: Procédure automatisée et stratégie adaptative pour le dépistage des déficits du champ visuel; thèse UST Lille I (1986).
- 5 Bechetolle, A.; Dauzat, M.; Brun, Y.: Présentation d'un système automatisé d'analyse du champ visuel central. *Bull. Mém. Soc. fr. Ophtal.* 93: 309–313 (1982).
- 6 Bechetolle, A.: *Les glaucomes* (Jappenard, Paris 1987).
- 7 Boer, R. W.; Berg, T. J.; Greve, E. L.; Waal, B. J.: Concepts for automatic perimetry as applied to the scotoperimeter, an experimental automatic perimeter. *Int. Ophthalmol. Clin.* 5: 181–191 (1982).
- 8 Brenton, R. S.; Phelps, C. D.: The normal visual field on the Humphrey field analyser. *Ophthalmologica* 193: 56–74 (1986).
- 9 Charlier, J.; Hache, J. C.: Examen automatique du champ visuel: problèmes et solutions. *Innov. Tech. Biol. Med.* 1: 101–106 (1980).
- 10 Charlier, J.: L'examen du champ visuel assisté par ordinateur. *Bull. Socs Ophtal. Fr., Rapport annuel* (1984).
- 11 Charlier, J. R.; Moussu, L.; Hache, J. C.: 5th Int. Perimetric Soc. Meet., Sacramento. *Documenta ophth. Proc. Ser.* 35: 359–364 (1983).
- 12 Diaf, M.: Dispositif automatique de mesure du champ visuel: application au dépistage du glaucome; thèse UST Lille I (1986).
- 13 Drance, S. M.: The early field defects in glaucoma. *Investve Ophth.* 9: 84 (1969).
- 14 Dubois-Poulsen, A.: *Le champ visuel* (Mason, Paris 1952).
- 15 Flocks, M.: Visual screening via television. *Surv. Ophthalmol.* 28: 184–187 (1983).
- 16 Gonzales de la Rose, M.; Alvarez Martin, P.; Cardona Guerra, P.; Mesa Moreno, C.; Del Rosario Cedres, D.; Gonzales Martin, S.: The hippocam-

- pus: instrument and strategies for screening campimetric lesions in glaucomatous patients. *Chibret Int. J. Ophthalmol.* 2: 42-50 (1984).
- 17 Greve, E. L.: L'examen du champ visuel. Comité de lutte contre le glaucome; dans *Le glaucome chronique à angle ouvert*. Symposium, Lyon 1981, pp. 63-103 Simep (Ed), Villeurbane 1982.
  - 18 Greve, E. L.; Boer, R. W.; Bakker, D.; Moed, J.: Clinical evaluation of the scotoperimeter, an experimental automatic perimeter. *Int. Ophthalmol. Clin.* 5: 193-200 (1982).
  - 19 Hamazaki, S.; Yokota, T.; Mieno, H.; Koike, S.; Taga, M.; Hamazaki, J.; Kikuchi, G.; Matsuo, H.: Semi-automatic campimeter with graphic display. 3rd Int. Visual Symp. Tokyo 1978. *Documenta ophth. Proc. Ser.* 19: 311-317 (1979).
  - 20 Hass, A.; Flammer, J.; Schneider, U.: Influence of age on the visual fields of normal subjects. *Am. J. Ophthalmol.* 93: 635-642 (1982).
  - 21 Heijl, A.; Drance, S. M.: A clinical comparison of three computerized automatic perimeters in the detection of glaucoma defects. *Archs Ophthalmol.* 99: 832-836 (1981).
  - 22 Houzet, J. L.: Contribution à l'exploration du champ visuel dans le glaucome; thèse Lille (1979).
  - 23 Katz, J.; Sommer, A.: Asymmetry and variation in the normal hill of vision. *Archs Ophthalmol.* 104: 65-68 (1986).
  - 24 Matsuo, H.; Kikuchi, G.; Hamazaki, S.; Suzuki, E.: Automatic perimeter with graphic display. *Documenta ophth. Proc. Ser.* 26: 1-7 (1981).
  - 25 Mieno, H.; Koike, S.; Yokota, T.; Taga, M.: An experimental study of developing a static campimeter by a CRT display. *Trans. IECE.*
  - 26 Mikelberg, F. S.; Drance, S. M.: The mode of progression of visual field defects in glaucoma. *Am. J. Ophthalmol.* 98: 443-445 (1984).
  - 27 Pashley, J. C.: Trial with new automatic central field test. *Anné Thér. Clin. Ophthalmol.*, pp. 348-354 (1974).
  - 28 Pradines, F.; Delbosc, J.; Royer, J.: La périmétrie automatique et semi automatique: essai comparatif de trois appareils. *J. fr. Ophthalmol.* 8: 173-185 (1985).
  - 29 Quigley, H. A.; Sanchez, R. M.; Dunkelberger, G. R.; L'Hernault, N. L.; Baginski, T. A.: Chronic glaucoma selectively damages large optic nerve fibers. *Investve Ophthalm. vis. Sci.* 28: 913-920 (1987).
  - 30 Sellem, E.: La périmétrie moderne. *Conf. Lyon. Ophthalmol.* 2: 161 (1985).
  - 31 Tavertini, L.; Accornero, N.: Automatic topography of central visual field (between the 20°) in patients with glaucoma. *Bull. Mém. Soc. fr. Ophtal.* 95: 571-573 (1984).
  - 32 Vernier, F.; Charlier, J.; Nguyen, D. D.: Application of CRT technology to the evaluation of visual functions. *Optical Engineering* 27: 123-128 (1988).

Received: April 25, 1988

Accepted: April 28, 1988

J. F. Rouland, MD

Service d'exploration fonctionnelle de la vision

Centre hospitalier régional de Lille

Hôpital B

F-59037 Lille Cedex (France)