

LE CHAMP VISUEL DU SUJET NORMAL

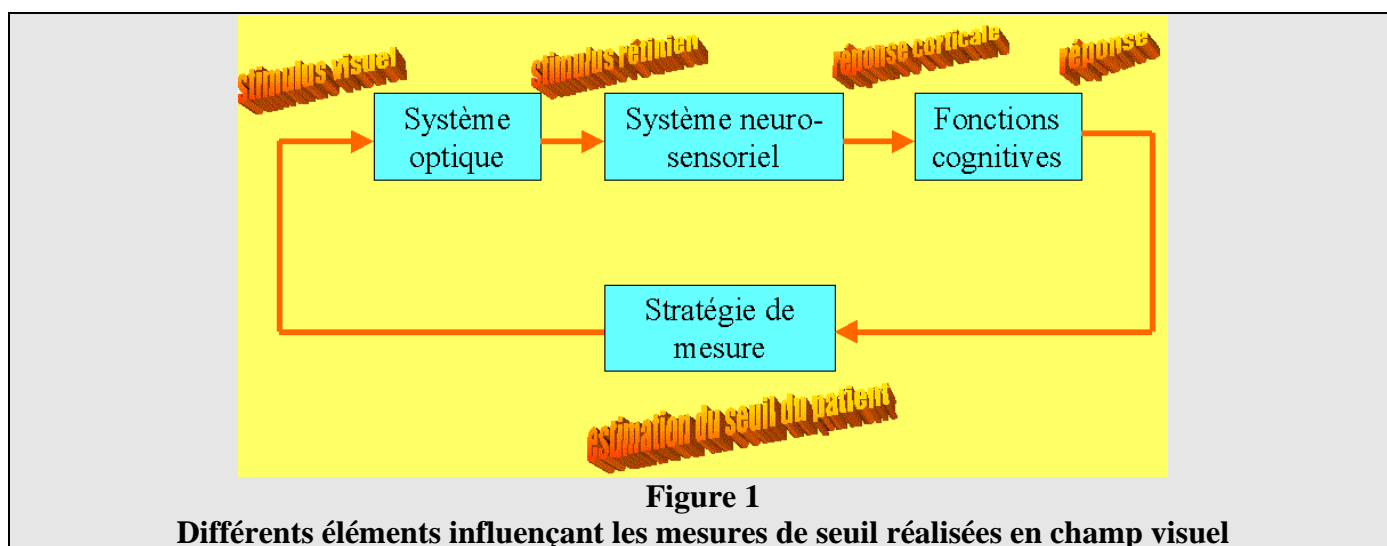
INFLUENCE DES METHODES D'EVALUATION

Jacques CHARLIER

U279 INSERM, LILLE

INTRODUCTION

La connaissance du champ visuel du sujet normal, de ses variations intra et interindividuelles est importante pour la détection précoce et la surveillance de l'évolution des déficits dans le glaucome.



L'estimation des seuils du patient dépend de nombreux facteurs (figure 1):

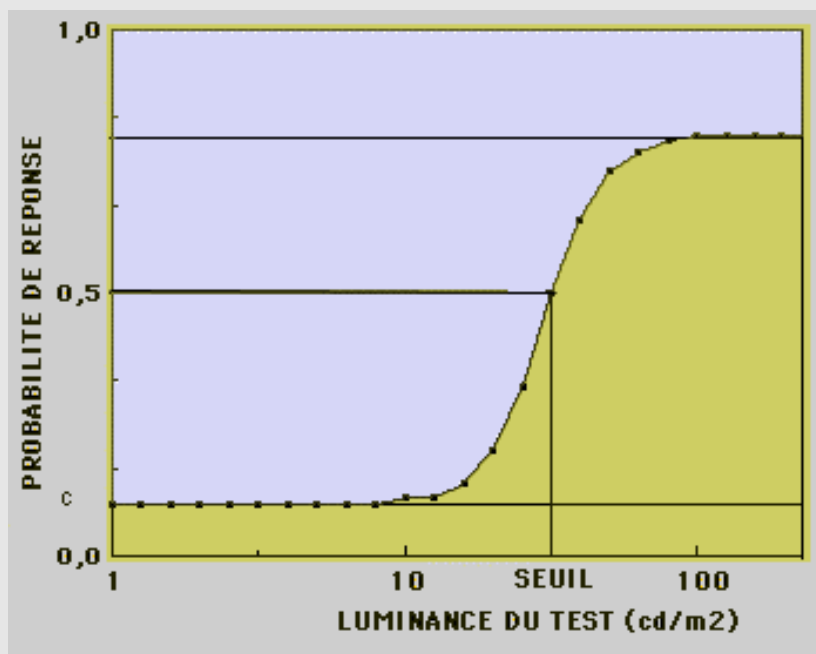
- du système optique oculaire qui détermine le stimulus rétinien (réfraction, taille pupillaire, transparence des milieux),
- du système neurosensoriel qui est l'élément que l'on cherche à caractériser dans le glaucome,
- des fonctions cognitives du patient (erreurs d'attention, ...),
- de la stratégie de mesure qui définit la séquence des tests et réalise l'estimation des seuils à partir de l'analyse des réponses du patient.

METHODOLOGIE

Une stratégie idéale devrait caractériser le système neurosensoriel indépendamment des autres éléments. Pour analyser l'influence des différents éléments contribuant aux mesures de seuils périmétriques, nous avons réalisé une simulation par ordinateur du déroulement de l'examen du champ visuel. Cette approche nous a permis d'étudier en quelques heures un grand nombre de conditions d'examen qui demanderaient plusieurs années d'études expérimentales.

in "Pression oculaire et glaucome débutant. Questions d'actualité et attitude pratique".
ed DEMAILLY P. Comité de lutte contre le glaucome. 1993, 251-258.

Dans ce modèle, la réponse du patient est simulée par une fonction psychométrique (figure 2).

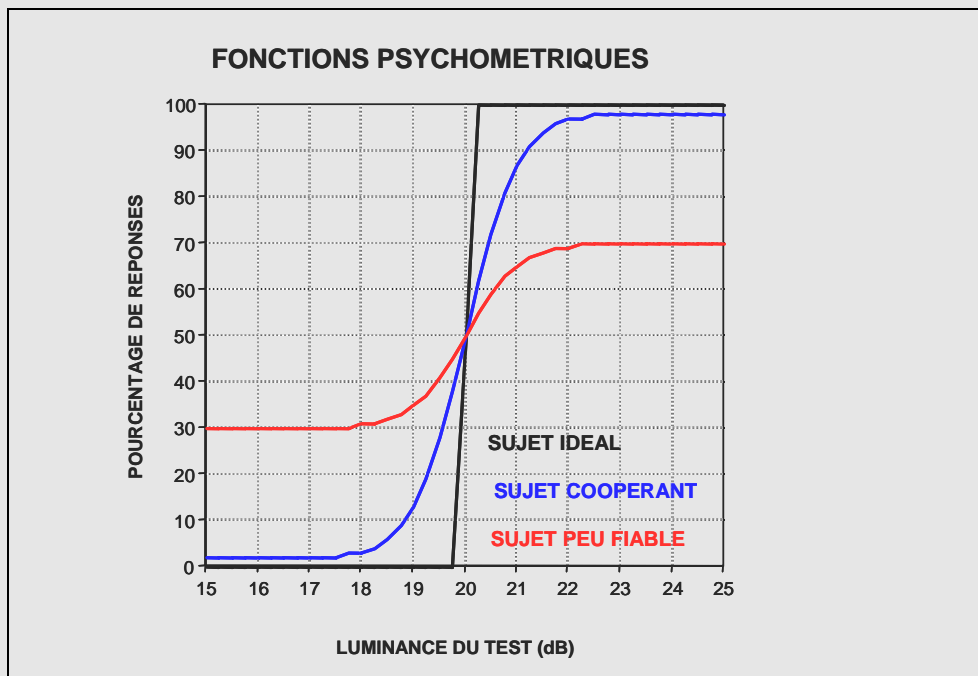


-Figure 2- La fonction psychométrique

Elle exprime la probabilité pour obtenir une réponse du patient en fonction de la luminance du test. Cette probabilité atteint 50 % lorsque la luminance du test est égale au seuil du patient. Même chez un sujet normal, la probabilité de réponse n'atteint pas 100% lorsque la luminance du test est maximum, ni même 0% quand le test est éteint. Ceci est dû aux erreurs du patient qui parfois ne répond pas lorsque le test est vu, ce sont les faux négatifs, et répond alors même qu'aucun test n'est présenté, ce sont les faux positifs.

in "Pression oculaire et glaucome débutant. Questions d'actualité et attitude pratique".
ed DEMAILLY P. Comité de lutte contre le glaucome. 1993, 251-258.

Nous avons déterminé expérimentalement les caractéristiques de cette fonction (seuil, gradient, taux de faux positifs et taux de faux négatifs) pour différents types de sujets : idéal, coopérant et peu fiable (figure 3).

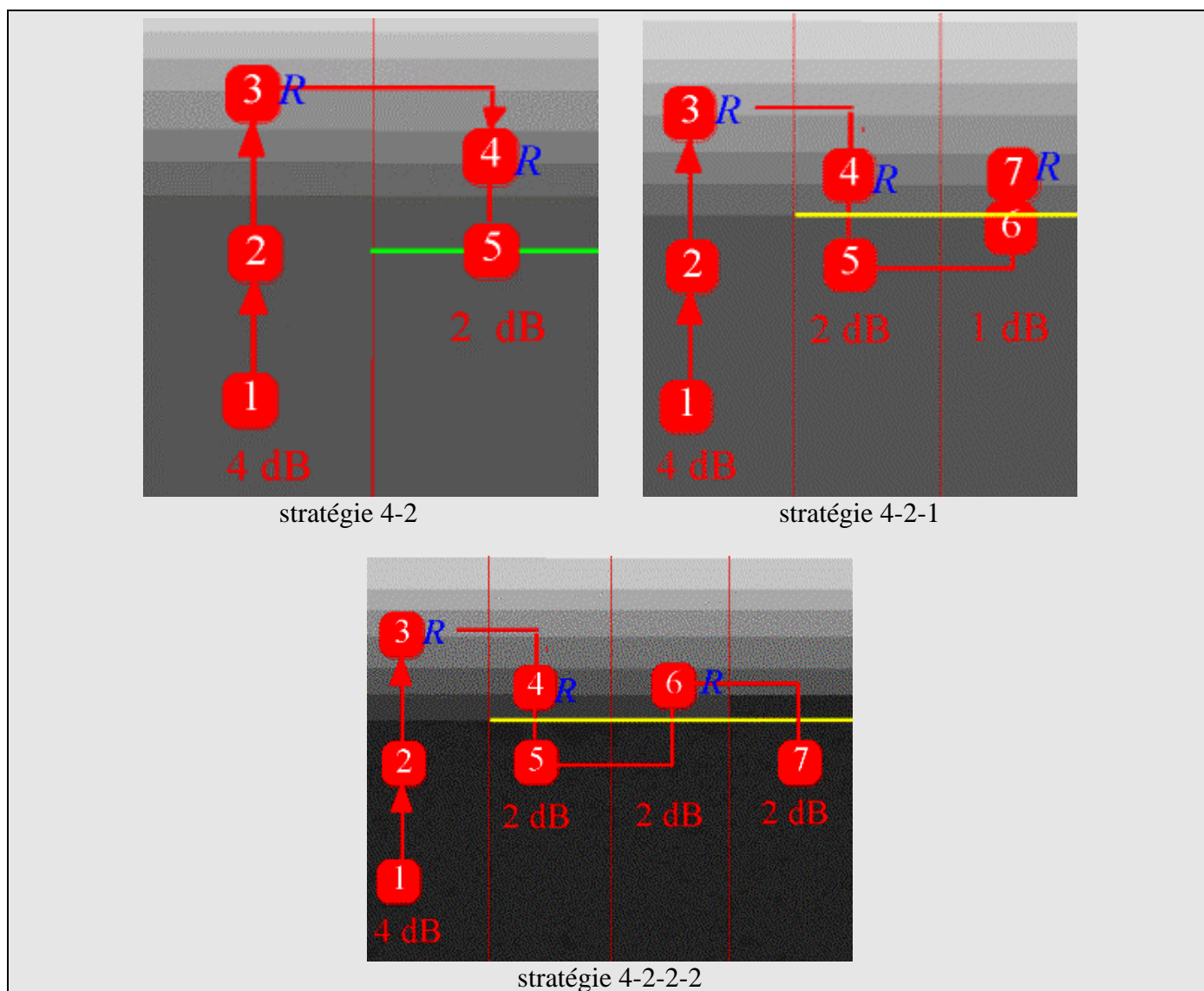


-Figure 3-

Fonctions psychométriques de différents types de sujets

in "Pression oculaire et glaucome débutant. Questions d'actualité et attitude pratique".
ed DEMAILLY P. Comité de lutte contre le glaucome. 1993, 251-258.

Trois types de stratégies ont été étudiées : la stratégie 4-2 (utilisée sur le Humphrey et l'Octopus 1-2-3), la stratégie 4-2-1 (utilisée sur l'Octopus 2000) ainsi qu'une stratégie 4-2-2-2 (figure 4).



-Figure 4-

Stratégies de mesure de seuil utilisées au cours de cette étude.

Les trois stratégies utilisent la méthode dite en escaliers ("staircase" ou "up and down"). La luminance du test est d'abord augmentée par pas de 4 dB jusqu'à obtenir une réponse. Le sens de la progression est ensuite inversé, avec une diminution du pas qui passe à 2 dB, ceci jusqu'à ce que le patient ne réponde plus. 4-2 s'arrête au bout de deux renversements de sens, 4-2-1 au bout de trois renversements et 4-2-2-2 au bout de quatre renversements.

La simulation a été conduite à l'aide de la méthode de Monte Carlo appliquée au modèle décrit précédemment. Chaque condition d'examen a donné lieu à 200 simulations à partir desquelles nous avons déterminé le biais (erreur moyenne), la dispersion des mesures (écart type) ainsi que les limites minimales et maximales correspondant à 95 pour cent des mesures effectuées.

in "Pression oculaire et glaucome débutant. Questions d'actualité et attitude pratique".
 ed DEMAILLY P. Comité de lutte contre le glaucome. 1993, 251-258.

Ces résultats théoriques ont ensuite été validés expérimentalement sur Moniteur Ophtalmologique avec la stratégie 4-2-2-2 en 94 points. La luminance ambiante était de 10 cd/m² et la taille de test de 0,43 degrés (THI Goldmann). La variabilité interindividuelle a été déterminée sur un groupe de 21 sujets "normaux" et la variabilité intra individuelle sur 10 examens successifs pratiqués sur un même sujet.

RESULTATS

Les résultats obtenus à l'aide du modèle montrent que la variabilité des mesures est très dépendante de la stratégie utilisée ainsi que du taux d'erreurs du patient (tableau 1 et figure 5). Pour un sujet dont le seuil est constant, les résultats obtenus avec stratégie 4-2-2-2 ont une dispersion 40% plus faible que ceux obtenus avec la stratégie 4-2 et 20% plus faible qu'avec la stratégie 4-2-1 et ce quelque soit le taux d'erreurs du patient.

Taux d'erreur (%)	stratégie 4.2	stratégie 4.2.1	stratégie 4.2.2.2	erreur	stratégie 4.2	stratégie 4.2.1	stratégie 4.2.2.2
0	0,75	0,56	0,47	0,00	-1,28	0,337	0,08
1	1,43	0,69	0,86	0,01	-1,36	0,333	-0,065
2	1,68	1,38	0,91	0,02	-1,66	0,017	-0,035
3	0,84	0,93	0,71	0,03	-1,26	0,237	-0,04
4	1,72	1,25	1,41	0,04	-1,6	-0,007	-0,21
5	1,78	1,85	1,40	0,05	-1,68	-0,170	-0,13
7	2,45	2,27	1,44	0,07	-2,08	-0,610	-0,36
10	3,08	2,33	2,13	0,10	-2,34	-0,457	-0,475
15	3,67	3,02	2,41	0,15	-2,92	-1,657	-1,23
20	3,73	4,05	2,81	0,20	-3,86	-1,947	-1,265
30	4,38	4,89	4,18	0,30	-4,36	-2,197	-2,855

Table 1A
 Ecart type de l'estimation du seuil (en dB) en fonction de la stratégie de mesure et du taux d'erreurs du patient

Table 1B
 Biais de l'estimation du seuil (en dB) en fonction de la stratégie de mesure et du taux d'erreurs du patient

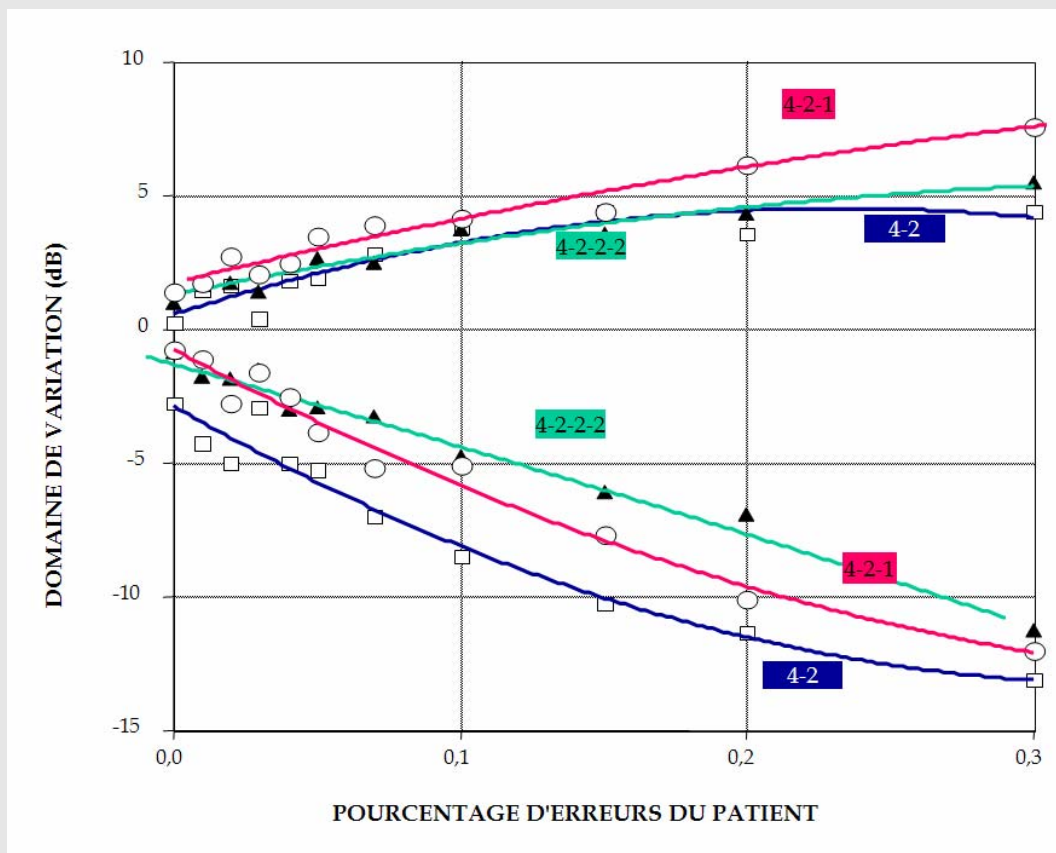


Figure 5

Domaine de variation correspondant à 95% des estimations de seuil en fonction de la stratégie d'examen utilisée et du pourcentage d'erreurs du patient. Résultats obtenus par simulation sur un sujet dont le seuil de la fonction psychométrique est constant

Quelque soit la stratégie, la dispersion augmente de façon très importante avec le taux d'erreurs du patient, passant pour la stratégie 4-2-2-2, de 0,47 dB pour un sujet parfaitement coopérant (0% d'erreurs) à 1,4 dB pour 5% d'erreurs et plus de 4 dB pour 30% d'erreurs.

in "Pression oculaire et glaucome débutant. Questions d'actualité et attitude pratique".
ed DEMAILLY P. Comité de lutte contre le glaucome. 1993, 251-258.

Les résultats obtenus expérimentalement confirment les prédictions du modèle (figure 6).

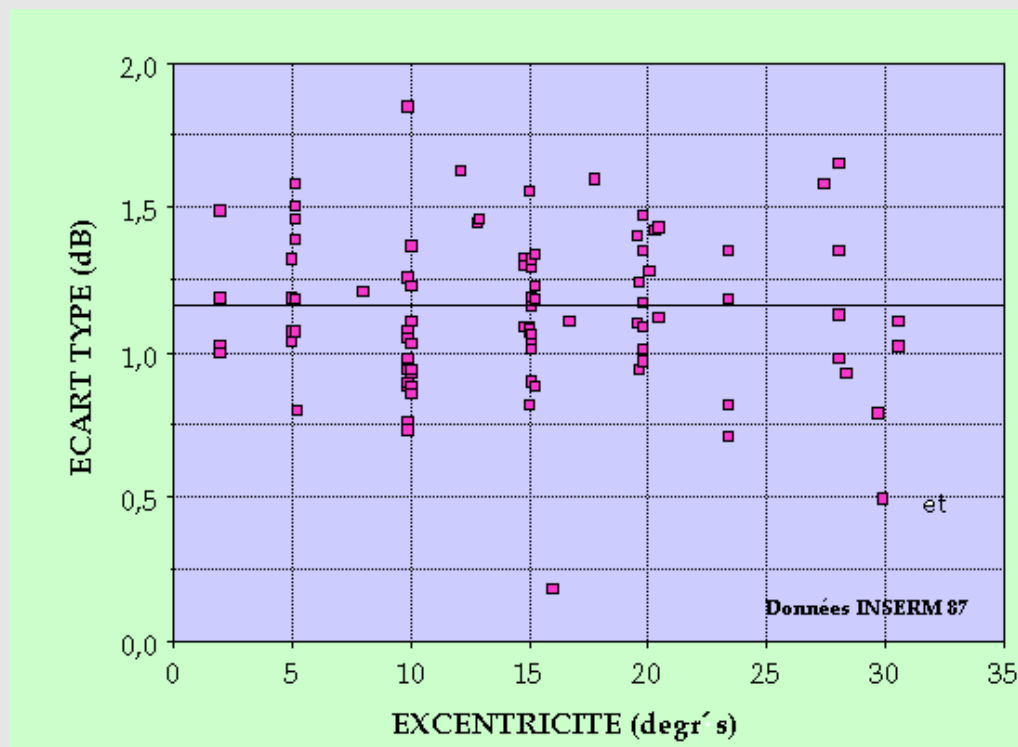


Figure 6

Distribution des écarts types des mesures de seuil périmétriques en fonction de l'excentricité.

Résultats obtenus en 80 points, hors tache aveugle, sur 21 sujets normaux et avec la stratégie 4-2-2-2 .

Les variations interindividuelles sont caractérisées par un écart type moyen de 1,2 dB et les variations intra individuelles par un écart type de 0,65 dB. Nous n'avons pas observé de variation significative entre 0 et 30 degrés d'excentricité.

Ces résultats sont notablement différents de ceux publiés dans la littérature (tableau 2), la plupart des auteurs font l'état de variations deux fois plus importantes que celles que nous avons obtenues.

in "Pression oculaire et glaucome débutant. Questions d'actualité et attitude pratique".
 ed DEMAILLY P. Comité de lutte contre le glaucome. 1993, 251-258.

auteur	sujets	stratégie	variation inter-individuelle	variation intra-individuelle
FLAMMER, 1985	100	4-2-1	1,5 dB	1,8 dB
BECHETOILE, 1986	176	4-2	3 dB (1 à 5)	
BRENTON, 1986	102	4-2	2,2 (1,6 à 3)	1,8 dB centre 2,6 dB périph
SILVERSTONE, 1986	24	4-2-1	2,1 à 2,9 dB	
HEIJL, 1987	210	4-2		1,6 dB
KATZ, 1987	26	4-2	1,8 à 5,5 dB	

Table 2
 Variabilités inter et intra-individuelles des seuils périmétriques
 trouvées par différents auteurs (un écart type)

Notre modèle montre que cette discordance peut être attribuée à l'utilisation presque systématique de la stratégie 4-2. A noter également qu'aucun des auteurs ne mentionne le taux d'erreur relevé sur les sujets étudiés.

CONCLUSIONS

Les variations intra et interindividuelles des mesures effectuées en périmétrie ne sont que partiellement dues aux variations des caractéristiques du système neurosensoriel. Les erreurs d'attention du patient et la stratégie d'examen utilisée jouent un rôle déterminant. Les examens automatiques tels qu'ils sont réalisés fréquemment (stratégie 4.2 et tolérance d'un taux d'erreur de 8% par exemple) correspondent à des variabilités de mesure atteignant 12 dB, soit à une variation de sensibilité de 1 à 15 !! La sensibilité des examens pourrait être améliorée de façon importante en réduisant le nombre d'erreurs toléré et en utilisant une stratégie de type 4.2.2.2. Le premier choix suppose une surveillance permanente du patient. Le second entraîne un doublement de la durée d'évaluation de chaque point de mesure. Pour rester dans des limites acceptables pour la durée de l'examen, il faudrait alors réduire le nombre de points testés par un facteur deux.

in "Pression oculaire et glaucome débutant. Questions d'actualité et attitude pratique".
ed DEMAILLY P. Comité de lutte contre le glaucome. 1993, 251-258.

REFERENCES

BECHETOILE A., DYKMAN P., MURATET J.Y. Une banque de données pour l'analyse du champ visuel normal avec le programme central 30/1 du périmètre automatisé de Humphrey. *J Fr Ophtalmol* 1986,9,12,837-841.

BRENTON R.S., PHELPS C.D. The normal visual field on the Humphrey field analyzer. *Ophthalmologica*, Basel, 1986,193,56-74.

CHARLIER J., MOUSSU, HACHE J.C. Optimization of computer assisted perimetry. *Doc. Ophthalmol. Proc. Series*, 1983, **35** : 359-364.

CHARLIER J., HACHE J.C., MALBREL C. Stratégies d'examen statique du champ visuel. *Coup d'oeil*. 1989,21,15-20.

DRANCE S.M., BERY V., HUGHES A. Studies on the effect of age on the central and peripheral isopters of the visual field in normal subjects. *Am J Ophtalmol* 1967,63,1667

HAAS A., FLAMMER J., SCHNEIDER U. Influence of age on the visual fields of normal subjects. *Am J Ophthalmol* 1986,101,199-203

HEIJL A., LINDGREN G., OLSSON J. Normal variability of static perimetric threshold values cross the central visual field.

VERNIER F. Stratégies d'examen du champ visuel assisté par ordinateur. Thèse de Doctorat Nouveau Régime en Génie Biologique et Médical. LILLE II. 1988.