

STRATEGIES D'EXAMEN STATIQUE DU CHAMP VISUEL

Jacques CHARLIER U279 INSERM, LILLE

Jean Claude HACHE Centre Hospitalier Régional, LILLE

Christian MALBREL REIMS

Bulletin des Sociétés d'Ophtalmologie de France. 1988,88,4,500-508.

résumé

Cet article décrit les stratégies d'évaluation des seuils en champ visuel statique utilisées sur le MONITEUR OPHTALMOLOGIQUE. Les performances de ces stratégies sont comparées pour différents types de patients.

INTRODUCTION

Le but des examens du champ visuel est d'obtenir une carte des seuils de sensibilité aussi détaillée que possible pour détecter les déficits, les identifier et éventuellement caractériser leur évolution. Les résultats obtenus dépendent bien entendu de la pathologie affectant le patient mais aussi de nombreux facteurs propres à la technique d'examen : la localisation des tests, la méthode d'estimation des seuils en chaque point ainsi que la qualité des réponses du patient. Il importe de connaître l'influence de ces différents facteurs afin de choisir le protocole d'examen le mieux adapté à chaque patient et d'interpréter sans erreur les résultats obtenus.

LOCALISATION DES TESTS

Les résultats d'un examen du champ visuel dépendent en grande partie de la localisation et de la densité des points de mesure. Ainsi, les tracés des figures 1a et 2a, obtenus chez le même patient, font apparaître une tache aveugle de taille et de forme nettement différentes. Cette différence provient de la distribution des points de mesure à partir de laquelle la carte de niveaux de gris est construite (figures 1b et 2b). Il est donc essentiel de prendre en compte la localisation de ces points lors de l'interprétation des résultats.

METHODES DE MESURE DES SEUILS

la courbe psychométrique

Les méthodes de mesure statique du seuil utilisées en champ visuel automatique sont basées sur l'analyse des réponses du patient à une séquence de stimulus d'intensités lumineuses (luminances) données. La probabilité pour obtenir une réponse augmente bien évidemment avec la luminance du stimulus (courbe psychométrique, figure 3). Elle atteint 50 % lorsque cette dernière est égale au seuil du patient. Le seuil est donc une notion probabiliste et son

estimation précise demande un grand nombre de mesures. 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.

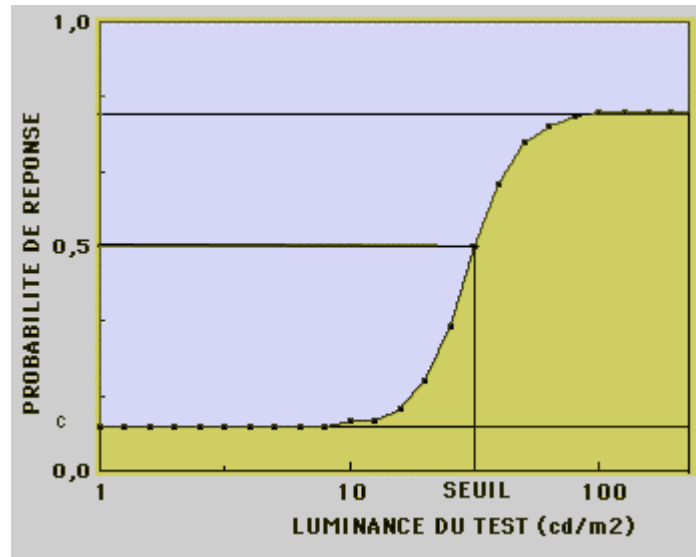


Figure 3 : courbe psychométrique

les stratégies SEUIL

L'estimation du seuil à partir de la courbe psychométrique demande plusieurs dizaines de présentations d'un même test à différentes luminances. Un tel procédé est inapplicable à l'examen du champ visuel car le temps nécessaire à l'évaluation d'un grand nombre de points devient prohibitif. Ce problème a conduit à l'utilisation de stratégies adaptatives, c'est à dire prenant en compte les réponses du patient pour définir la luminance des tests suivants. Ainsi les stratégies SEUIL utilisent la méthode dite "en escaliers" ou "up and down" qui consiste, lorsque le patient ne répond pas, à augmenter la luminance du test à la présentation suivante et, lorsqu'il répond, à la diminuer. La première phase correspondant aux présentations (1), (2) et (3) (figure 4) est réalisée en progressant par pas de 4 décibels depuis un niveau infraliminaire, c'est à dire de luminance inférieure au seuil "normal" du patient. Les phases suivantes correspondant aux présentations (4), (5), etc (figure 4) utilisent une progression par pas de 2 décibels.

La notation SEUIL 4-2 indique une stratégie comprenant une phase rapide par pas de 4 décibels puis une phase par pas de 2 décibels. SEUIL 4-2-2-2 indique une stratégie composée d'une phase rapide suivie de 3 phases par pas de 2 décibels. Le seuil est estimé à partir de la moyenne des luminances lors des changements de réponse, c'est à dire des présentations (3), (5), (7) et (8) dans l'exemple de la figure 4. L'écart type de ces mêmes valeurs est calculé pour fournir une estimation de la stabilité des réponses, ce que certains auteurs appellent fluctuation temporelle à court terme du seuil.

Les tests sont présentés de façon pseudoaléatoire et jamais 2 fois consécutivement au même endroit afin d'éviter les phénomènes d'anticipation du patient et de photoadaptation locale de la rétine (modification temporaire de la sensibilité consécutive à la présentation du test).

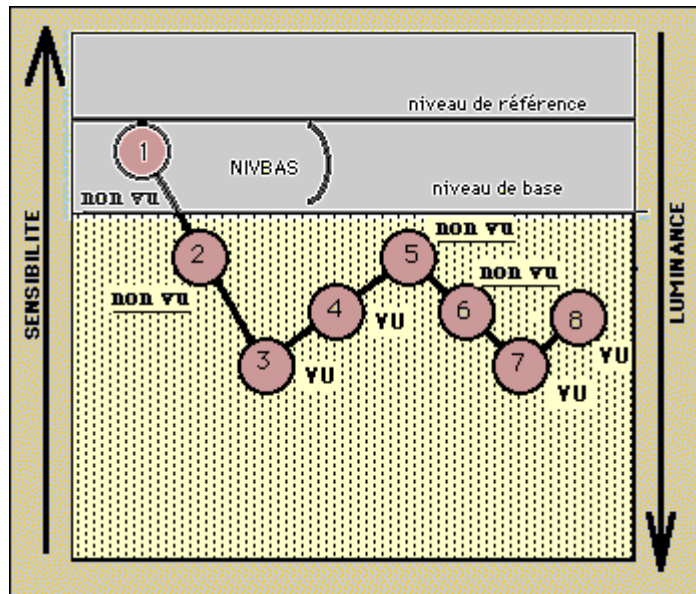


Figure 4 : stratégie Seuil

la stratégie SUPRA

La stratégie SEUIL est utilisée sur un grand nombre d'appareils de périmétrie statique automatique. La durée des examens reste cependant trop importante pour l'examen de certains patients. Ceci nous a conduit à la conception d'une stratégie encore plus rapide, SUPRA, basée sur les principes suivants : - les seuils ne sont mesurés qu'aux points présentant un déficit supérieur à une valeur prédéfinie; - une première estimation du champ visuel est réalisée en 15 points appelés points pivots. Les résultats obtenus sont utilisés pour l'évaluation des points voisins; - de même que dans les stratégies SEUIL, les tests sont présentés de façon pseudo-aléatoire et jamais 2 fois consécutivement au même endroit. Pour définir la présence d'un déficit, les seuils "normaux" du patient doivent être connus.

Ces seuils sont donnés par une carte de référence (figure 5) stockée dans la mémoire du périmètre automatique et établie à partir d'un groupe de sujets jeunes (20 à 30 ans) et normaux. Cette carte est corrigée pour tenir compte de l'âge du patient, de son diamètre pupillaire, de l'opacité de son cristallin, etc ... La valeur de correction est déterminée à partir du meilleur des seuils mesurés en 5 points ou est imposée directement par l'utilisateur. points pivots L'ensemble des points pivots est présenté d'abord à un niveau supraliminaire relatif (1) (figure 7), c'est à dire à un niveau de luminance situé au dessus du seuil "normal" du patient. Les points vus sont immédiatement validés comme sans déficit. Les points non vus sont présentés à nouveau au même niveau supraliminaire (2) (figure 7).

Les points vus lors de cette deuxième présentation sont également validés comme sans déficit. Les points non vus sont ensuite présentés au niveau de luminance maximum (3) (figure 7). Cette fois, les points non vus sont validés comme déficits absolus. Les points vus sont donc des déficits relatifs dont la profondeur est ensuite mesurée lors des présentations successives (4), (5), (6),... (figure 7) jusqu'à obtenir une réponse du patient. points voisins L'évaluation des points pivots est suivie de celle des points voisins. Ces points sont d'abord présentés au même niveau relatif que le point pivot le plus proche (1) (figure 8). Les points non vus sont validés immédiatement lorsqu'ils sont présentés au niveau maximum, ce qui entraîne un gain de temps appréciable en présence de zones étendues de déficit absolu. Pour les autres points non

vus, la luminance est augmentée jusqu'à obtenir une réponse du patient (5), (6) (figure 8). Dans les autres cas, les points sont présentés au niveau supraliminaire (2) (figure 8) et leur luminance augmentée jusqu'à obtenir une réponse du patient (3), (4) (figure 8).

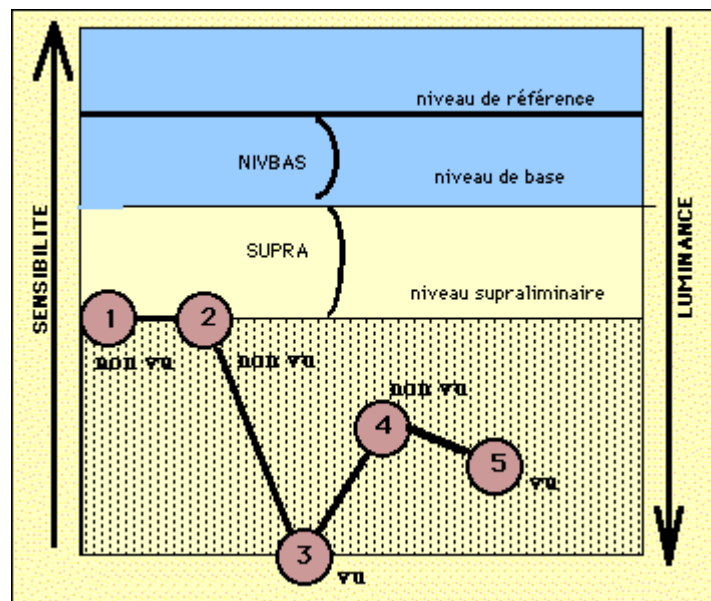


Figure 7 : stratégie SUPRA

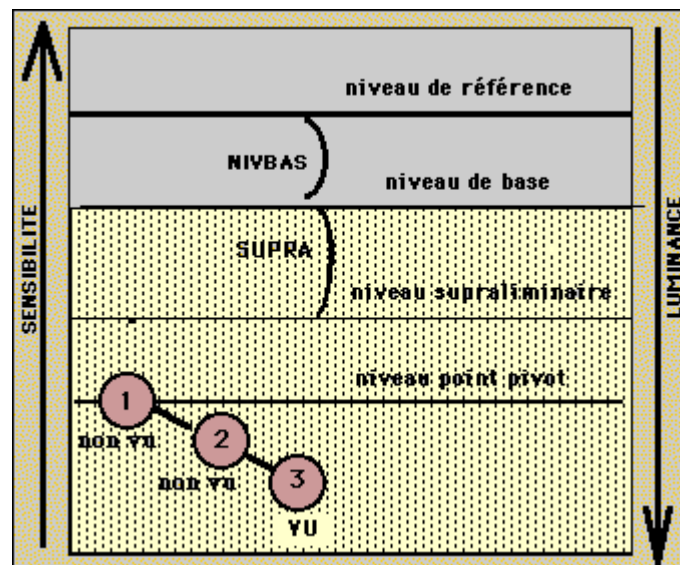


Figure 8 : stratégie SUPRA

COMPARAISON DES DIFFERENTES STRATEGIES

Le choix d'une stratégie parmi toutes celles qui viennent d'être décrites consiste à réaliser le meilleur compromis entre le but recherché (détection, analyse ou quantification de déficits spécifiques) et les contraintes cliniques telles que la durée de l'examen, la fatigue du patient, ses capacités de réponse, sa coopération,... De nombreux critères doivent donc être pris en compte pour évaluer une stratégie donnée : la dispersion des estimations des seuils, le taux de fausses alertes (mise en évidence d'un déficit quand le champ est normal), le taux de non

détection (obtention d'un résultat normal en présence d'un déficit) et enfin, la rapidité de l'examen.

Nous avons évalué ces différents critères pour les trois stratégies SEUIL 4-2, SEUIL 4-2-2-2 et SUPRA et pour deux types de patients : un patient "idéal" ne commettant aucune erreur, ainsi qu'un patient "inattentif" produisant 20% d'erreurs. Cette estimation a été conduite en simulant sur ordinateur la mesure de 5000 seuils par la méthode de MONTE CARLO. Les résultats obtenus pour la dispersion des estimations des seuils (tableau 1), le taux de fausses alertes (tableau 2) et le taux de non détection (tableau 3) sont tout à fait similaires dans le cas du patient "idéal", avec une dispersion légèrement plus importante pour la stratégie SUPRA.

TABLEAU 1
DISPERSION DES RESULTATS (écart type pour déficit de 6 dB)

	PATIENT IDEAL	PATIENT INATTENTIF
SEUIL4-2	0,8 dB	3,0 dB
SEUIL4-2-2-2	0,7 dB	2,5 dB
SUPRA	1,0 dB	4,3 dB

TABLEAU 2
TAUX DE FAUSSE ALERTES
(détection de déficit supérieur à 4 dB avec champ normal)

	PATIENT IDEAL	PATIENT INATTENTIF
SEUIL4-2	0%	2.8%
SEUIL4-2-2-2	0%	1,8%
SUPRA	0%	2,5%

TABLEAU 3
TAUX DE NON DETECTION
(non détection de déficits absolus)

	PATIENT IDEAL	PATIENT INATTENTIF
SEUIL4-2	0%	23%
SEUIL4-2-2-2	0%	18%
SUPRA	0%	38%

Comme on pourrait s'y attendre, on observe une dégradation très importante de la qualité des résultats lorsque l'attention du patient se relâche, et ce quelle que soit la stratégie utilisée. Les résultats mettent cependant en évidence de meilleurs résultats avec la stratégie SEUIL 4-2-2-2, suivie par SEUIL 4-2 puis par SUPRA.

Dans ce cas, la stratégie SUPRA a tendance à minimiser l'importance des déficits car les points vus à un niveau supraliminaire sont validés immédiatement alors que les points non vus sont recontrôlés plusieurs fois. Il faut souligner l'importance des contrôles d'attention réalisés en interrompant le déroulement de l'examen par des tests pièges non vus par le patient.

Le nombre de réponses est comptabilisé sous une rubrique "pertes d'attention" dont le résultat final fournit au médecin une estimation de la fiabilité des résultats. La durée des examens a été évaluée (tableau 4) en simulant un examen "type" comprenant 100 points de mesure dont 50% de seuils "normaux", 25% de déficits relatifs de 6 décibels et 25 % de déficits absolus.

Le temps moyen entre 2 présentations de tests a été fixé à 1,2 s et les temps d'installation du patient et des mesures de contrôle (contrôle de fixation par exemple) n'ont pas été pris en compte. La durée de l'examen dépend fortement du déficit et dans une moindre mesure de l'attention du patient. La stratégie SUPRA est en général trois fois plus rapide que la stratégie SEUIL 4-2 et quatre fois plus rapide que SEUIL 4-2-2-2.

TABLEAU 4
DUREE MOYENNE DE L'EXAMEN

	PATIENT IDEAL	PATIENT INATTENTIF
SEUIL4-2	12 min	12,5 min
SEUIL4-2-2-2	16 min	18,5 min
SUPRA	4,2 min	4,3 min

CONCLUSION

Lorsque le patient est attentif, la précision obtenue par les différentes stratégies qui ont été présentées est tout à fait similaire. Lorsque le patient devient inattentif, la qualité des résultats se détériore rapidement : la dispersion des estimations de seuil augmente, ainsi que le risque de détection de déficits inexistantes et de non détection de déficits réels, même absolus. La stratégie SUPRA est beaucoup plus rapide tout en étant légèrement moins performante que les autres stratégies SEUIL 4-2 et SEUIL 4-2-2-2. Elle revêt tout son intérêt si on considère qu'au delà de 10 minutes d'examen, la qualité des réponses se dégrade chez la plupart des patients. Une stratégie de longue durée devient finalement beaucoup moins performante. La stratégie SUPRA est, à notre avis, la stratégie idéale pour la recherche des déficits et la détermination de leur forme et de leur volume. Une stratégie complète de mesure du seuil et de ses "fluctuations temporelles", telle que SEUIL 4-2-2-2, ne peut être utilisée qu'en un nombre très réduit de points et risque de ne pas mettre en évidence des déficits relativement importants. Elle convient parfaitement pour des mesures précises telles que celle du seuil fovéolaire ou la surveillance d'un champ visuel dont l'évolution est stabilisée.

BIBLIOGRAPHIE

- CHARLIER J., MOUSSU L., HACHE J.C. Optimization of computer assisted perimetry. Fifth international visual field symposium. Dr W. Junk Publisher. The HAGUE. 1983, 359-364.
- CHARLIER J. L'examen du champ visuel assisté par ordinateur. Bulletin des Sociétés d'Ophthalmologie de France. Rapport annuel "Microinformatique et ophtalmologie". 1984.
- FRAISSE P. Manuel pratique de psychologie expérimentale. Presses Universitaires de France. Paris. 1956, 283-303.
- HACHE J.C., FRANCOIS P., CHARLIER J. La scotometrie en neuro-ophtalmologie. Intérêt d'un instrument de mesure automatique du champ visuel. Bull. Mem.Soc. Fr. Ophtalmol. 1979,7,125-129.
- KOCH P., ROULIER A., FANKHAUSER F. Perimetry- The information theoretical basis for its automation. Vision Res. 1972,12,1619-1630.
- PIERON H. La psychophysique objective. in : Traité de psychologie expérimentale- sensation et motricité. Presses Universitaires de France. Paris. 1969, 4-18.
- SPAHR J. Optimization of the presentation pattern in automated static perimetry. Vision Res. 1975,15,1275-1281
- WORKING GROUP 39 First interprofessional standards for visual field testing. Adv. Ophthal. 1980,40,173-224.