

SENSIBILITÉ AUX CONTRASTES

X ZANLONGHI, C ARNDT

1. DÉFINITIONS, PRINCIPE

Le système visuel a la capacité de séparer des stimuli de luminances différentes présentés simultanément. Cette discrimination fait appel à trois mécanismes que sont le pouvoir séparateur (cf. acuité visuelle, 2^e partie, chapitre 1.1), l'analyse de la fréquence spatiale (cf. PEV 2^e partie chapitre 2.3) et la perception des contrastes. Une atteinte de la perception des contrastes peut avoir de multiples origines : une cause optique par atteinte des dioptries oculaires ou une cause sensorielle par atteinte de la rétine centrale, du nerf optique ou des voies visuelles.

Définitions :

- Contraste spatial de luminance (Fig. 1) :

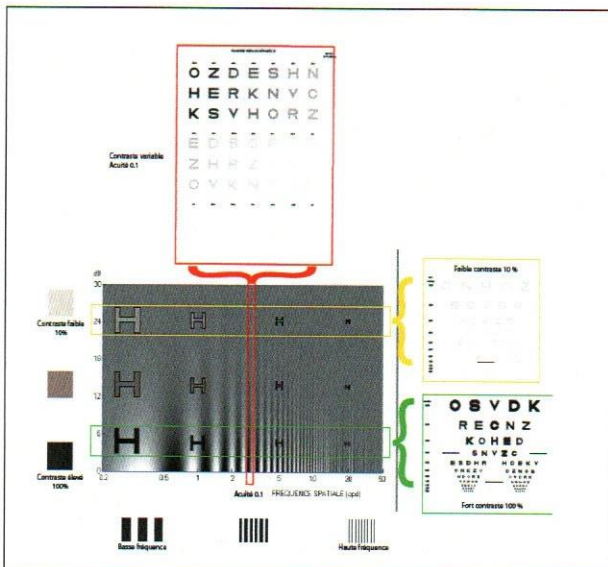


Figure 1 : Le test de référence est le réseau sinusoïdal de luminance, ici tel qu'il est présenté sur écran au centre. Il est possible de simplifier l'examen en ne mesurant qu'une seule fréquence spatiale (carré rouge planche Visiocontraste) ou 2 niveaux de contraste 100% (carré vert), 10% (carré jaune).

Le contraste de modulation (M) est défini par Michelson :

$$C_m = (L_{\max} - L_{\min}) / (L_{\max} + L_{\min})$$

L'inverse du contraste (C_m) est la sensibilité (S) : $S = 1/C_m$. Cette formule est utilisée dans les systèmes présentant des réseaux sinusoïdaux de luminance (Fig. 1).

La formule de Weber définit le contraste local d'une image : $C_m = (L_{\text{zone}} - L_{\text{fond}}) / L_{\text{fond}}$. Dans cette formule L_{zone} et L_{fond} désignent respectivement la luminance de l'objet et du fond directement aux abords de l'objet.

Cette seconde formule est appliquée dans les systèmes présentant des optotypes (lettres, chiffres) sombres sur un fond blanc (Fig. 2).

Le contraste est souvent exprimé en pourcentage. 98 % étant un contraste très élevé, 3 % étant un contraste très faible.

En pratique, la sensibilité aux contrastes peut être testée sur des éléments statiques : des optotypes ou des réseaux de barres alternativement claires et sombres caractérisés par leur écartement en minutes d'arc. La taille angulaire peut aussi être exprimée en « fréquence spatiale » : le nombre de couples de barres sombres et claires par degré.

La sensibilité au contraste peut aussi être évaluée sur des tests en mouvement (contraste dynamique). La sensibilité aux contrastes statiques explore plutôt les canaux parvocellulaires, P ; la sensibilité aux contrastes dynamiques plutôt les canaux magnocellulaires, M. (cf. 1^{er} partie, chapitre Anatomie, 2.2.5 : systématisation des voies visuelles).

- Les canaux parvocellulaires (P), support de la sensibilité au contraste spatial ou contraste statique, véhiculent des informations chromatiques (en couleur) à haut contraste ; statiques, de petite taille angulaire ou à haute fréquence spatiale (cf. chapitre 2.3 PEV), ils sont impliqués dans l'acuité visuelle, la discrimination des formes et des couleurs. L'information emprunte les cellules ganglionnaires dites « P » (80 % des cellules ganglionnaires).

- Les canaux magnocellulaires (M), support de la sensibilité au contraste dynamique véhiculent des informations sans couleur (achrome), à faible contraste, en mouvement (haute fréquence temporelle : cf. chapitre 2.3 PEV), et de grande taille angulaire (basse fréquence spatiale). Ces canaux empruntent les cellules ganglionnaires « M » (20 %).

2. MÉTHODE, CONDUITE D'EXAMEN

En dehors des protocoles de recherche, les tests de sensibilité au contraste ne sont pas utilisables en pratique clinique chez l'enfant de moins de 5 ans ⁽¹⁾.

2.1. Test de contraste avec des réseaux

Des réseaux sont présentés au patient, faits de barres alternativement claires et sombres définies par leur taille angulaire ou leur fréquence spatiale, (en cycles par degré: nombre de paires de barres claires-sombres par degré d'angle visuel) et par leur contraste (Fig 1). Ces réseaux sont présentés sur écran dans le Moniteur Ophtalmologique®, des tablettes numériques (2) ou sur des planches (cartonnées ou rétro-éclairées) avec des niveaux prédéfinis de contraste comme le FVA de Stereoptical®.

2.2. Test de contraste avec des optotypes

Il est possible de simplifier l'examen avec des optotypes (Fig. 1):

- soit en n'utilisant qu'une seule taille angulaire comme le test type Pelli Robson (3), Visio-contraste (Novartis®) (Fig. 1), Mars® (4) (Fig. 2), le test de contraste le plus faible encore visible par le patient est retenu. Cette simplification permet de l'utiliser dès l'âge de 6 ans.

- soit en faisant varier la taille angulaire du test et en ne présentant que 2 voire 3 niveaux de contraste généralement 100 %, 10 %, 2,5 %, ou 1,25 % comme les planches de Sloan (1, 5) (Fig. 2). L'acuité visuelle par niveaux de contraste est notée (Fig. 1).

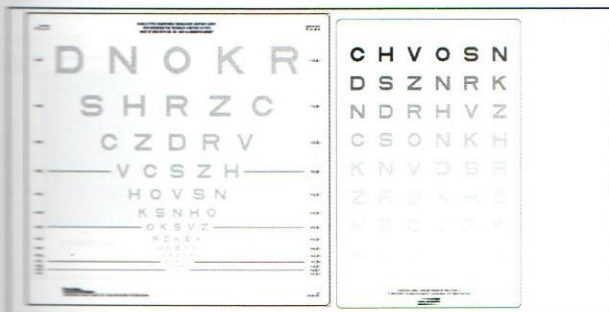


Figure 2 : A gauche : test de contraste utilisant les lettres de Sloan à 2,5% de contraste (Precision Vision®), à droite : test de contraste par lettre (Mars®).

3. RÉSULTATS ET INTERPRÉTATION

3.1. Principe d'interprétation

Les paramètres étudiés sont (Fig. 3):

- **La fréquence de coupure haute**: la limite supérieure de fréquence spatiale (faible écartement des barres verticales = haute fréquence spatiale) à partir de laquelle la sensibilité au contraste tombe à 0: c'est souvent l'équivalent de l'acuité visuelle morphoscopique (obtenue avec des optotypes).

- **La fréquence de coupure basse**: la limite inférieure de la fréquence spatiale (fort écartement des

barres verticales = basse fréquence spatiale) perceptible par le patient à faible contraste.

- **Le pic de sensibilité**: la fréquence spatiale (écartement des barres verticales) pour lequel la perception du contraste est maximale.

- **Les valeurs de seuil de perception du contraste** pour chaque fréquence spatiale.

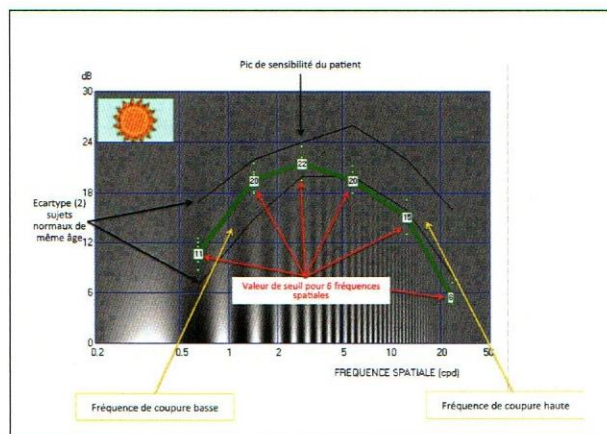


Figure 3 : les notions importantes ; basse, moyenne, haute fréquence, pic de sensibilité et norme pour la tranche d'âge 20-55 ans sur Moniteur Ophtalmologique®

3.2. Résultats normaux

Dès les années 1990, la difficulté d'établir des normes de sensibilité aux contrastes a été soulignée (6). Malgré ses défauts de nombreuses études utilisent des tests de contraste.

- en fonction de l'appareillage

Les tests de contraste disponibles sur écran, sur afficheur et sur papier sont très nombreux, surtout ceux utilisant des optotypes, mais très peu ont bénéficié de publications avec des normes en fonction de l'âge. Les résultats des tests de contraste réalisés avec des réseaux ne sont pas comparables avec ceux réalisés avec des optotypes.

Parmi les tests par réseaux, citons le Moniteur Ophtalmologique®, où la population de référence est intégrée dans l'appareil (Fig. 3) et le FVA de Stereoptical® (7).

Parmi les tests utilisant des optotypes, citons le test de Pelli-Robson (3), et le test de Mars (Fig. 2) (8).

- en fonction de l'âge

Les facteurs qui font varier les mesures de l'acuité visuelle sont les mêmes que ceux qui font varier la sensibilité au contraste. Il faut particulièrement faire attention à l'âge car, après 40 ans, la diminution de la sensibilité pour les hautes fréquences spa-

tiales est importante et, au-delà de 60 ans, le pic de sensibilité est décalé vers les basses fréquences, passant de 4 à 2 cycles par degré (Fig. 4).

3.3. Résultats pathologiques

La sensibilité au contraste teste l'ensemble de la voie visuelle depuis le système optique de l'œil jusqu'au traitement cortical. Toute anomalie de la perception du contraste doit faire vérifier en premier lieu les dioptries oculaires (essentiellement cornée et cristallin) à l'aide d'un test de front d'onde (aberrométrie) avant de conclure à une atteinte sensorielle.

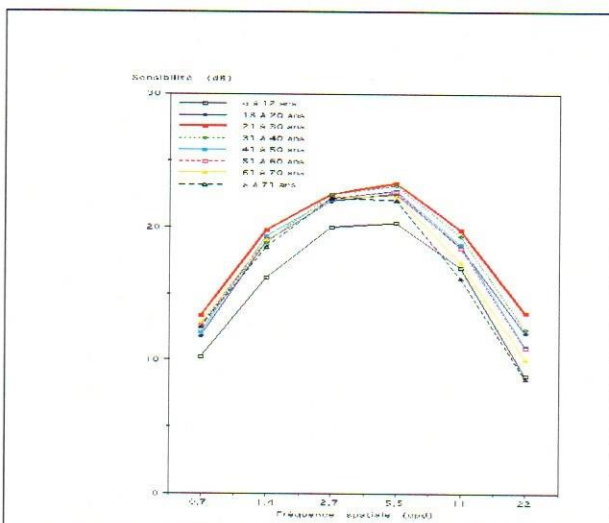


Figure 4 : Norme en fonction de l'âge sur Moniteur Ophtalmologique® (9)

Dans les neuropathies optiques, surtout inflammatoires, la mesure de l'acuité visuelle, les PEV par damiers, l'étude du champ visuel, ne permettent pas toujours d'affirmer une atteinte infra clinique du nerf optique. Une perte de la sensibilité au contraste est présente dans 60-80 % des patients atteints de SEP, voire 100 % (10). En cas de poussée aiguë, l'atteinte entraîne une baisse de sensibilité aux contrastes sur toutes les fréquences spatiales explorées (Fig. 5), en dehors d'une poussée, l'atteinte est limitée aux hautes et moyennes fréquences spatiales (Fig. 6). La comparaison entre les résultats de la sensibilité au contraste mesurée en binoculaire et en monoculaire permet de comprendre des phénomènes d'inhibition binoculaire conduisant certains patients à occulter un œil pour mieux voir (11).

Le glaucome a été particulièrement étudié : la sensibilité au contraste spatial fovéal est altérée précocement dans le glaucome. Une méthode simple de mesure de la sensibilité au contraste en ambiance

mésopique retrouve une corrélation significative avec l'excavation papillaire. Particulièrement l'atteinte de la fréquence de spatiale de 6 cycles par degré est corrélée à la sévérité du glaucome (12).

Les neuropathies optiques toxiques, qu'elles soient alcool-tabagiques (13) (Fig 7) ou industrielles, de même que les neuropathies optiques compressives (14) (Fig 8) et les NOIA (15), altèrent précocement la sensibilité au contraste.

Dans les atteintes maculaires, les hautes fréquences spatiales sont particulièrement altérées, contrairement aux basses fréquences qui peuvent être conservées assez longtemps (Stargardt, DMLA) (16).

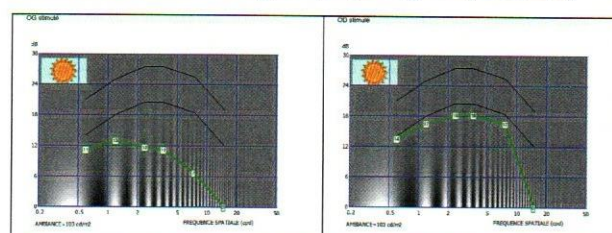


Figure 5 : Neuropathie optique inflammatoire au stade de séquelle avec une acuité limitée à 5/10

Figure 6 : l'autre œil sans antécédent de NORB mais avec une perte des moyennes et hautes fréquences spatiales

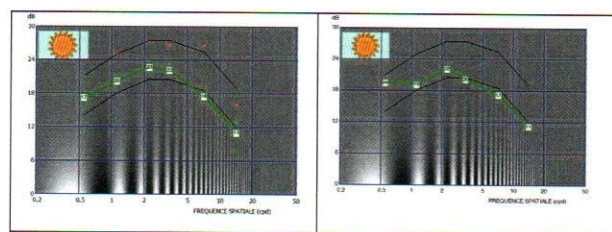


Figure 7 : Neuropathie optique toxique débutante

Figure 8 : Compression du nerf optique par un gliome des voies optiques

3.4. Pièges

De nombreux facteurs optiques et physiologiques peuvent influencer les résultats des tests de sensibilité aux contrastes comme le diamètre pupillaire, l'ambiance lumineuse (17). En clinique, la sensibilité au contraste est un test très sensible, mais très peu spécifique. Avant de conclure à une cause sensorielle, il est impératif d'exclure une cause optique.

CONCLUSION

La sensibilité aux contrastes garde une valeur diagnostique dans les formes frustes de neuropathies optiques infra-cliniques surtout quand tous les autres examens sont normaux.

REFERENCES

1. Waldman AT, Hiremath G, Avery RA et al. Monocular and binocular low-contrast visual acuity and optical coherence tomography in pediatric multiple sclerosis. *Mult Scler Relat Disord.* 2013 May 1;3(3):326-334.
2. Rodríguez-Vallejo M, Remón L, Monsoriu JA, Furlan WD. Designing a new test for contrast sensitivity function measurement with iPad. *J Optom.* 2015 Apr-Jun;8(2):101-8.
3. Pelli D.G., Robson J.G., Wilkins A.J. The design of a new letter chart for measuring contrast sensitivity. *Clin. Vis. Sci.*, 1988, 3, 187-199.
4. Dougherty BE, Flom RE, Bullimore MA. An evaluation of the Mars Letter Contrast Sensitivity Test. *Optom Vis Sci.* 2005 Nov;82(11):970-5
5. Balcer LJ, Galetta SL, Calabresi PA et al. Natalizumab reduces visual loss in patients with relapsing multiple sclerosis. *Neurology.* 2007 Apr 17;68(16):1299-304.
6. Rudick R, Antel J, Confavreux C, Cutter G, Ellison G, Fischer J, et al. Recommendations from the National Multiple Sclerosis Society Clinical Outcomes Assessment Task Force. *Ann Neurol* 1997; 42:379-82.
7. Ginsburg AP, Evans DW. Rapid measurement of contrast sensitivity using a new contrast sensitivity vision test chart systems initial population. *Proc. Human Factors Soc.*, 1984, 123-127.
8. Haymes SA, Roberts KF, Cruess AF, et al. The letter contrast sensitivity test: clinical evaluation of a new design. *Invest Ophthalmol Vis Sci.* 2006 Jun;47(6):2739-45
9. Zanlonghi X, Charlier J, Chevalier N. Sensibilité au contraste spatiale et âge. *Bull Soc Ophtal France*, 1992, 10, 921-929.
10. Owidzka M, Wilczynski M, Omulecki W. Evaluation of contrast sensitivity measurements after retrobulbar optic neuritis in Multiple Sclerosis. *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol.* 2014; 252(4): 673-677.
11. Pineles SL, Birch EE, Talman LS et al. One eye or two: a comparison of binocular and monocular low-contrast acuity testing in multiple sclerosis. *Am J Ophthalmol.* 2011 Jul;152(1):133-40.
12. Lahav K, Levkovitch-Verbin H, Belkin M, Glovinsky Y, Polat U. Reduced mesopic and photopic foveal contrast sensitivity in glaucoma. *Arch Ophthalmol.* 2011 Jan;129(1):16-22.
13. Roquelaure Y, Le Gargasson J-F, Kupper S, Girre C. Alcohol consumption and visual contrast sensitivity. *Alcohol & Alcoholism*, 1995, Vol. 30, N°5, 681-685.
14. Avery RA, Liu GT, Fisher MJ, et al. Retinal nerve fiber layer thickness in children with optic pathway gliomas. *Am J Ophthalmol.* 2011 Mar;151(3):542-9.
15. Jung CS, Bruce B, Newman NJ, Biousse V. Visual function in anterior ischemic optic neuropathy: effect of Vision Restoration Therapy-a pilot study. *J Neurol Sci.* 2008 May 15;268(1-2):145-9.
16. Neelam K, Nolan J, Chakravarthy U, Beatty S. Psychophysical Function in Age-related Maculopathy. *Survey of Ophthalmology*, 2009, 54 (2), 167-210
17. Hertenstein H, Bach M, Gross NJ, Beisse F. Marked dissociation of photopic and mesopic contrast sensitivity even in normal observers. *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol.* 2015 Apr 29. [Epub ahead of print].