

Année Thérapeutique Clin. Ophthol  
1985, 35, 203-210 -

## *Evaluation de la fonction visuelle de l'enfant avant 4 ans*

J.-C. HACHE, S. DEFOORT, J. CHARLIER, N'GUYEN (Lille)

**Mots clés :** Regard préférentiel, poursuite de tests structurés, P.E.V., enfant.

**Key words :** Preferential looking, pursuit of structured tests, visual evoked potentials, children.

L'évaluation des fonctions visuelles de l'enfant est un problème difficile par l'Ophtalmologiste. Les récents progrès de la connaissance du développement de la vision du nourrisson dans les premières semaines à la suite des travaux de HUBEL et WIESEL, ont montré l'importance d'un dépistage très précoce des troubles visuels. De nouvelles techniques d'examen ont été proposées ces dernières années et nous étudierons successivement les méthodes comportementales avant un an, les méthodes subjectives et les méthodes objectives après deux ans.

### LES METHODES COMPORTEMENTALES

Traditionnellement, on utilisait les réflexes psycho-visuels pour étudier les différents paramètres de la fonction visuelle que l'on souhaite mesurer. Pour étudier la vision centrale, la meilleure méthode est d'étudier la fixation de l'enfant sur des objets de taille de plus en plus petite. On peut tester la vision périphérique par l'étude des réflexes à la menace et par l'attraction visuelle périphérique. Enfin, on peut tester la poursuite visuelle en déplaçant lentement un objet devant les yeux de l'enfant. Ces techniques très traditionnelles sont utilisées quotidiennement par tous les ophtalmologistes. Elles ont fait l'objet, ces derniers temps, de développement intéressant permettant d'apporter une certaine quantification des mesures.

#### **La technique du regard préférentiel**

Cette technique qui a été utilisée par de nombreux auteurs américains, notamment dans les laboratoires de psychologie (Fantz - Dobson - Teller - Gwiazda) serait mieux appelée fixation préférentielle.

En Europe, (Atkinson - Hyvarinien - Vital Durand - Evrard) l'ont utilisé soit pour étudier le développement de la vision chez l'enfant, soit comme tests de dépistage. Le principe de cette technique repose sur l'observation suivante : un nourrisson

auquel on présente deux tests exactement de même luminance, l'un contenant une image structurée et l'autre unie, préfère regarder l'image structurée (Fantz 1958). On place donc l'enfant sur les genoux de sa mère à environ 50 cm d'un écran sur lequel sont projetées deux images, l'une à droite, l'autre à gauche. L'une constituée de barres alternativement noires et blanches, l'autre unie.

L'enfant qui explore librement son environnement préfère regarder le motif complexe tant qu'il peut en discerner les rayures. Quand il n'est plus capable de les percevoir, il passe autant de temps à fixer l'une ou l'autre des images projetées.

Un observateur regarde à travers un orifice situé au centre de l'écran et enregistre la direction dans laquelle l'enfant regarde le plus longtemps.

Dans l'étude initiale de Fantz, l'observateur notait le nombre de fixations et la durée de chaque fixation en se basant sur le reflet cornéen. Tellier en 1974 introduit la technique du regard préférentiel à choix forcé dans laquelle l'observateur ne connaît pas la localisation du test structuré (qui est présenté de façon aléatoire à droite ou à gauche) et doit juger sur le comportement de l'enfant de quel côté se trouve ce test.

On peut faire varier le contraste et la fréquence spatiale (c'est-à-dire le nombre de couples barre blanche - barre noire par degré) du test. On fait une série de mesures pour une fréquence spatiale faible. On calcule le nombre de réponses exactes. Si le pourcentage de réponses exactes est suffisant, on peut présenter un test plus fin. On admet que le pouvoir séparateur d'un enfant correspond à la plus grande fréquence spatiale, ou au plus petit angle apparent sous lequel est vu une barre du test, pour laquelle l'observateur donne 75 % de bonnes réponses.

La méthode du regard préférentiel a été utilisée de 2 façons :

- par les chercheurs pour mesurer l'amélioration du pouvoir séparateur au cours du développement du bébé. L'examen est long et nécessite plusieurs séances pour garder l'attention de l'enfant auquel on présente, en vision monoculaire et binoculaire plusieurs tailles de test (5 à 10), et au moins 10 tests de chaque taille. Plusieurs auteurs ont ainsi montré que le pouvoir séparateur s'améliore rapidement de la naissance à 6 mois où il atteint environ 5 mn.

- dans le cadre d'un dépistage rapide où 2 séries de tests suffisent :

- . une de faible fréquence spatiale correspondant à des détails vus sous un angle d'environ 80 mn, pour attirer l'attention de l'enfant,

- . l'autre de plus haute fréquence spatiale qui sera déterminée en fonction de l'âge de l'enfant et du pouvoir séparateur théorique à cet âge. Cette méthode du regard préférentiel s'applique très bien pour la mesure de la vision des enfants avant 1 an, mais dès que les enfants grandissent, il est difficile de maintenir leur attention sur des tests qui ne présentent plus pour eux un intérêt suffisant.

Cette technique exige au moins 3 personnes pour examiner un bébé. Avec Charlier, nous l'avons perfectionné en utilisant un micro-ordinateur qui génère les mires calibrées sur un écran de télévision selon une séquence programmée de façon pseudo-aléatoire. L'enfant est surveillé par une caméra et son regard est

enregistré sur magnétoscope simultanément à la mire. L'examen est rendu ainsi beaucoup plus rapide et donc plus fiable. On peut enfin analyser de façon plus rigoureuse les résultats des mesures et faire les corrélations nécessaires entre le côté de la stimulation et la direction du regard.

### **La poursuite visuelle de cibles calibrées**

Grâce à notre équipement piloté par micro-ordinateur, qui permet de suivre le regard de l'enfant, nous avons utilisé non plus des mires fixes mais des cibles mobiles dont les paramètres visuels sont également rigoureusement calibrés. Ces mires se déplacent horizontalement.

Avant trois mois, il nous est apparu nécessaire comme pour le regard préférentiel, d'utiliser une mire de faible fréquence spatiale ne se déplaçant pas à une vitesse supérieure à  $2^{\circ}/\text{sec}$ .

En revanche, chez les enfants de plus de six mois, le test de poursuite visuelle donne des meilleurs résultats si la mire se déplace à plus de  $5^{\circ}/\text{sec}$ . même si celle-ci a une fréquence spatiale élevée.

### **LES METHODES SUBJECTIVES**

Nous regroupons sous ce vocable les méthodes qui font appel à une collaboration active de l'enfant. L'âge auquel elles sont utilisables est très variable d'un enfant à l'autre. Habituellement, c'est après quelques semaines d'école maternelle, c'est-à-dire, vers 30 mois, que l'on peut commencer à les employer.

Actuellement, seule l'acuité visuelle centrale est mesurée. Pour cela, il est fait appel aux techniques d'appareillement comme l'a proposé Sheridan. Elles consistent à présenter à l'enfant un optotype soit isolé soit au milieu d'autres optotypes à une distance rapprochée, le plus souvent 2,50 m pour renforcer son attention. L'enfant a devant lui des tests semblables et montre du doigt celui qu'il croit reconnaître. Cet examen peut donc être réalisé même chez les enfants dont le développement verbal n'est pas encore très élaboré.

H. Rames et Mlle Phanh, ont développé un dispositif automatique de mesure de l'acuité visuelle qui a été testé sur 400 enfants à Boulogne-Sur-Mer, par une orthoptiste Madame Fossati. Cet instrument comporte évidemment un micro-ordinateur portable de présentation d'optotypes sur un écran cathodique. Les tests choisis peuvent être des lettres, des dessins ou des E. L'enfant a devant lui, sur sa table d'écolier, un clavier avec des touches larges sur lesquelles sont reproduits les optotypes. A chaque fois que l'enfant appuie sur la bonne touche, il est récompensé par une musique ou un dessin animé. Très vite l'enfant se prend au jeu et la mesure de l'acuité visuelle peut être réalisée de façon automatique pour les 2 yeux en quelques minutes. La stratégie de mesure peut être soit traditionnelle de type croissante, soit faire appel à la théorie des sous ensembles flous qui tolère les erreurs de l'enfant.

Cet outil s'est avéré efficace chez les enfants de plus de 3 ans scolarisés, mais d'un emploi plus difficile avant cet âge.

## LES METHODES OBJECTIVES

### **Le nystagmus opto-cinétique**

L'examen du nystagmus opto-cinétique obtenu avec des barres noires et blanches se déplaçant vers la droite ou vers la gauche reste la méthode la moins précise pour étudier le développement visuel de l'enfant. On ne peut effectuer de corrélation entre la fréquence spatiale de la mire présentée et le nystagmus obtenu. Pour rendre la méthode plus efficace, il est nécessaire d'enregistrer les mouvements des yeux par exemple par oculo-motilographie mais ceci rend la préparation beaucoup plus longue.

### **La mesure des Potentiels évoqués visuels**

La mesure des potentiels évoqués visuels est une bonne méthode pour tester la vision des enfants mais nécessite une instrumentation beaucoup plus complexe. Il faut disposer d'une excellente technique pour avoir des résultats fiables.

On doit tout d'abord placer correctement les électrodes sur le cuir chevelu. Les deux électrodes actives sont en regard des lobes occipitaux 1,5 cm au-dessus et de part et d'autre de l'union chez le bébé. On place une électrode au Vertex et une électrode de terre. Dès que l'enfant est calmé, l'enregistrement électroencéphalographique peut commencer ainsi que la mesure du P.E.V. On enregistre l'électroencéphalogramme. L'enfant est placé soit sur les genoux de sa mère soit sur un fauteuil face au stimulateur.

- En France, la majorité des auteurs utilisent une technique classique de sommation ou de moyenne de plusieurs réponses à des stimulations répétées. Si l'enfant se calme, il est fréquent qu'une trentaine de stimulations suffisent.

- Aux Etats-Unis, et en Hollande, un certain nombre d'auteurs utilisent la technique de détection synchrone qui analyse non pas les réponses transitoires à des stimulations mais ce qu'on appelle un état stable (steady state). Cette technique permet des stimulations plus rapides mais on perd l'information de forme du potentiel évoqué pour n'obtenir que sa seule amplitude, sous la forme d'une sinusoïde.

Quelle que soit la technique utilisée le micro-ordinateur qui analyse les réponses doit disposer de programmes spéciaux qui permettent de rejeter les artéfacts dus aux mouvements de l'enfant. La possibilité de calculer l'intervalle de confiance des tracés est souhaitable pour interpréter valablement les résultats.

Si malgré toute les précautions prises, il n'est pas possible d'avoir un tracé utilisable, il est alors nécessaire d'avoir recours à l'anesthésie générale. Cette pratique ne doit pas être conseillée pour le seul enregistrement des potentiels évoqués visuels car elle perturbe de façon significative les réponses. Nous

réserve l'examen sous anesthésie générale au cas où l'enregistrement de l'E.R.G. et la mesure de la pression intra-oculaire doivent être également réalisés. Si on utilise des concentrations faibles de fluothane (inférieure à 1 %) ou d'éthrane (inférieure à 2 %) on peut obtenir des tracés interprétables. Il faut cependant savoir qu'avec ces drogues anesthésiques peuvent apparaître dans le tracé encéphalographique des composantes rapides d'une fréquence voisine de 20 Hertz qui rendent difficile l'analyse du potentiel évoqué visuel.

On peut utiliser pour l'enregistrement des potentiels évoqués visuels deux types de stimulation, soit la stimulation par flash, soit la stimulation par « pattern » constituée d'images structurées.

**La stimulation par flashes** bien que très grossière conserve tout son intérêt dans l'examen des enfants car elle ne nécessite pas leur attention. Elle apporte trois types d'informations :

**Une évaluation globale** de la perméabilité des voies optiques pour dépister les atrophies optiques.

**Une évaluation de la symétrie** de réponse des deux hémicortex qui permet de suspecter l'existence d'une hémianopsie.

**Une idée de la maturation de l'appareil visuel.**

En effet, comme de nombreux auteurs l'ont montré et notamment Spekhreise, le pic positif principal du P.E.V. a un temps de culmination qui se raccourcit progressivement avec l'âge.

– A la naissance on a un P.E.V. monophasique avec une onde positive après 200 ms.

– Vers 4 mois, ce pic positif est vers 160 ms.

– A 8 mois, le pic positif est vers 130 ms.

– Après un an, il se rapproche de la forme adulte. Le temps de culmination continue ensuite à diminuer progressivement.

Parallèlement, on assiste à une diminution d'amplitude du potentiel évoqué visuel et à l'apparition d'autres composantes, notamment les pics tardifs P 3.

**L'utilisation des stimulations par images structurées** (patterns constitués de damiers ou de barres) est évidemment plus intéressante. Elle permet une évaluation plus précise des fonctions visuelles et notamment du pouvoir séparateur. Toute la difficulté est d'obtenir une attention suffisante de l'enfant. Chez le bébé de moins de 6 mois, il est exclu en clinique de réaliser les mesures fines du pouvoir séparateur comme cela a été fait par de nombreux chercheurs. On doit se contenter d'une ou de deux séries de mesures en vision binoculaire puis monoculaire avec un damier à grands carreaux (où chaque carreau est vu sous un angle de 30 minutes par exemple). L'idéal est de placer l'enfant près du stimulateur

pour qu'il ne soit pas distrait par l'environnement. Cette méthode permet d'objectiver une altération du pouvoir séparateur et donc une amblyopie.

Pour l'enfant plus âgé, on peut faire une mesure plus complète des fonctions visuelles et donc utiliser des tests de tailles différentes, par exemple, sous un angle de 30°, 15°, et 7°. Cela exige parfois deux séances d'examen différentes. Pour améliorer l'attention de l'enfant, on peut superposer au mire un dessin animé ou l'image de la maman. Cette technique qui avait été proposée par Arden s'avère intéressante mais elle a l'inconvénient de diminuer le contraste des mires et de rendre plus difficile la comparaison des résultats entre des examens successifs. Avec de la patience et une équipe entraînée, cette technique permet une bonne évaluation de la vision centrale et de suspecter les troubles du champ visuel, même dans la période difficile entre un et trois ans.

Par exemple, lorsque l'on obtient de bons tracés de potentiels évoqués visuels, on peut classer les amblyopies en trois groupes :

#### **Amblyopies profondes précoces de privation**

- Altération du P.E.V. au flash
- Absence de réponse au Pattern.

#### **Amblyopies par anisométrie**

- Normalité du P.E.V. au flash
- Peu ou pas de P.E.V. au Pattern grand ou petit.

#### **Amblyopies d'inhibition**

- Normalité du P.E.V. au flash
- Peu ou pas d'altération du P.E.V. aux grands damiers absence du P.E.V. aux petits damiers ; correspondant à la baisse d'acuité visuelle.

Cette technique du potentiel évoqué visuel permet également de mesurer des troubles de la réfraction mais il faut reconnaître que cette indication est peu intéressante car les techniques classiques sont en général plus efficaces et plus rapides.

En ce qui concerne la mesure du champ visuel, pratiquement celle-ci est impossible avant d'obtenir une collaboration suffisante de l'enfant. Les troubles du champ ne peuvent être que suspectés et seulement s'ils sont importants par la dissymétrie de réponse des deux hémicortex et à condition que les deux électrodes aient été bien posées ce qui n'est pas évident sur des crânes parfois déformés. Toutefois, après l'âge de trois ans, on parvient parfois à réaliser des séries de stimulations plus complètes et à affirmer l'existence d'un trouble du champ. Ceci peut être important dans certaines affections comme le gliome du chiasma.

#### **LA MESURE DE LA VISION BINOCULAIRE**

De nombreux chercheurs (Julezz - Petrig - Atkinson - Bradduch - Fox) se sont

employés à étudier des méthodes d'évaluation de la vision binoculaire de l'enfant utilisant soit la technique du regard préférentiel, soit les P.E.V. Elles ne sont pas encore applicables en clinique quotidienne. Elles consistent à réaliser des tests quine pvet être perçus que si la vision binoculaire est établie. Pour cela on utilise les techniques classiques de mires anaglyphes comme dans le TNO avec soit une dissociation rouge-vert par exemple sur un téléviseur couleur ou une dissociation par filtres polarisés avec un stéréoprojecteur. Avec ces méthodes, ces auteurs ont pu montrer que c'est vers 5 semaines que certains enfants commencent à réagir à des stimuli en relief et qu'à 28 semaines pratiquement tous les enfants normaux ont une vision binoculaire établie. Nous avons nous-mêmes tenté de réaliser un test de poursuite avec une mire de type anaglyphe rouge - vert sur un écran de télévision mais l'application en clinique quotidienne n'est pas encore possible.

Avec les techniques classiques utilisant des tests plans en monoculaire et en binoculaire, on peut cependant suspecter que la vision binoculaire est établie car, en général, d'une part le comportement visuel de l'enfant est meilleur en binoculaire et d'autre part, les P.E.V. binoculaires sont plus amples et mieux structurés chez les enfants ayant une vision binoculaire.

Les méthodes précédentes que nous venons de décrire peuvent évidemment être encore utilisées lorsque l'enfant grandit, mais en pratique elles ne donnent pas de bons résultats car la collaboration de l'enfant est difficile à obtenir. Dans cette période intermédiaire, seuls sont utilisables les réflexes psycho-visuels traditionnels en attendant qu'il y ait des progrès techniques aient permis de mettre en place des méthodes de stimulation adaptées à cet âge en utilisant par exemple toutes les ressources actuelles du dessin animé par ordinateur.

## CONCLUSION

Comme nous l'avons constaté il existe maintenant des méthodes intéressantes pour mesurer la vision de l'enfant et il me semble très souhaitable que ces techniques qui sont encore réservées aux laboratoires spécialisés se perfectionnent et se répandent rapidement, les autorités sont d'ailleurs conscientes du problème puisque le Ministère de la Santé met en place progressivement un programme de dépistage de l'amblyopie à l'entrée de l'école maternelle et que la Communauté Economique Européenne prépare un programme de recherches sur le dépistage précoce des troubles visuels de l'enfant.

### RESUME

Les auteurs nous rappellent l'intérêt des différentes méthodes utilisées actuellement pour évaluer les fonctions visuelles du jeune enfant.

Ils étudient successivement :

- Les techniques de regard préférentiel et de poursuite de tests structurés, qui permettent d'évaluer le pouvoir séparateur avant l'âge de un an.
- Les méthodes subjectives, qui ne sont utilisables qu'après l'âge de 3 ans.
- Les méthodes objectives, essentiellement les P.E.V.

### SUMMARY

*A report on the advantages of the methods now used to evaluate visual functions in young children.*

*The authors review the following techniques :*

- *The « preferential looking »*
- *The pursuit of structured tests which allow the evaluation of visual acuity before one year of age.*
- *The subjective methods which can only be used after three years of age.*
- *The objective ones, essentially V.E.P.*