



## EOG sensoriel et PEV : qu'en attendre et quand les demander ?

Christophe Orssaud

**L**orsque l'intégrité du fonctionnement de la rétine a été vérifiée par l'électrorétinogramme (ERG), l'électro-oculogramme (EOG) étudie le fonctionnement du couple épithélium pigmenté-photorécepteurs et les potentiels évoqués visuels (PEV) permettent d'évaluer la perméabilité des voies optiques.

### L'électro-oculogramme (EOG)

Cet examen, réputé long et pénible pour le patient, est rarement pratiqué. Il est pourtant le seul étudiant le fonctionnement de l'épithélium pigmenté (EP) et les modifications de polarisation de sa membrane basale (MB) lors de stimulations lumineuses prolongées des bâtonnets. C'est pourquoi tout dysfonctionnement de ceux-ci altère la réponse de l'EOG en l'absence d'anomalie de l'EP. Cet examen ne peut donc s'interpréter qu'après réalisation d'un ERG global, évaluant la totalité de la surface rétinienne.

#### Le matériel nécessaire

La réalisation d'un EOG nécessite :

- un générateur de stimulations et d'une chaîne de recueil adaptés à ce type d'examen<sup>1</sup>,
- un stimulateur permettant de créer une ambiance lumineuse de fond intense et de générer des stimuli ponctuels alternants situés à environ 30° à droite et à gauche du patient.

Il nécessite également :

- des électrodes cutanées placées aux canthi interne (CI) et externe (CE) de chaque œil,
- une électrode de référence collée au niveau du front ou une électrode-pince au niveau du lobe de l'oreille,
- une électrode de masse, de localisation indifférente.

#### Le protocole

##### Déroulement de l'examen

Il est donc recommandé d'enregistrer l'EOG après dilatation pupillaire pour stimuler la plus grande surface réti-

nienne possible. La stimulation lumineuse, photopique et suffisamment intense est délivrée en binoculaire. Mais le recueil et le traitement du signal sont monoculaires.

Le patient est placé pendant une quinzaine de minutes dans une ambiance lumineuse calibrée de pré-adaptation. Puis il est placé dans l'obscurité pendant 12 ou 15 min suivant les protocoles et enfin dans une ambiance lumineuse intense stable pendant 15 min. Le patient doit effectuer des séquences de saccades, tête fixe, vers deux diodes placées à 30° de part et d'autre de la ligne médiane. Deux ou trois séquences sont enregistrées pendant la phase de pré-adaptation, sept pendant la phase dans l'obscurité et neuf pendant la phase d'éclaircissement continu.

Certains auteurs ont proposé d'associer une stimulation discontinuée toutes les 60s pendant la phase de pré-adaptation de manière à provoquer des oscillations rapides de l'EOG.

#### Les limites à la réalisation d'un EOG

Il s'agit de difficultés de participation active de patients du fait de l'âge (enfant, sujet âgé), de la compréhension ou de la durée du test, d'une paralysie oculomotrice, d'une acuité visuelle limitant la perception des diodes, de la prise de traitement (mannitol, acétazolamide) pouvant induire des variations de potentiels de l'EP.

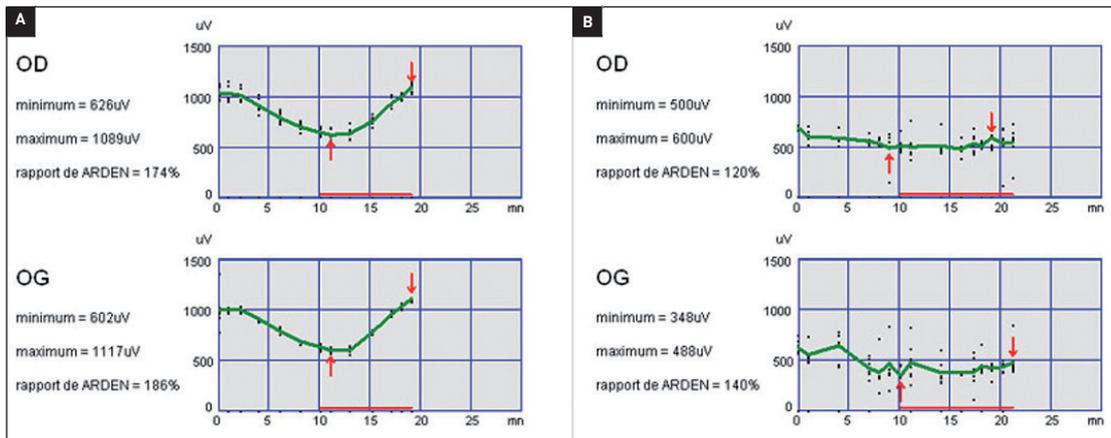
#### Réponses : plusieurs paramètres sont étudiés

- *Dark Trough (DT)* : intensité la plus faible de la réponse EOG, elle atteint son minimum après 8 et 9 min d'obscurité.

Cette composante insensible à la lumière représente environ 30% de la valeur de base mesurée pendant la phase de pré-adaptation (*figure 1A*).

- *Light Peak (LP)* : cette composante, intensité la plus élevée de la réponse EOG (30% de plus que la valeur de base), nécessite le maintien d'un éclaircissement soutenu

1. Matériel d'électrophysiologie oculaire. *Les Cahiers d'Ophthalmologie* n°183, octobre 2014.



**Figure 1.** A. Tracé d'un EOG normal avec une bonne dynamique du dark through et du light peak. Le rapport d'Arden est normal. B. Tracé d'un EOG altéré avec une absence de dark through et du light peak et un rapport d'Arden diminué.

et atteint son maximum 8 min après le début de celui-ci (figure 1A). La dynamique d'installation de ce LP dépend du couple batonnets-EP et témoigne de la dépolarisation transitoire de la membrane basale de l'EP par mise en jeu des canaux chlore  $Ca_2/Cl$ .

- *Oscillations rapides* : produites par des stimulations discontinues, elles sont sous la dépendance des canaux chlore CFTR.
- *Rapport d'Arden (RA) et dynamique de l'EOG* : Le RA correspond au rapport du LP sur le DT. Il est normalement de l'ordre de 1,8. Mais les variations non pathologiques des LP et DT (par modification de vitesse ou d'amplitude des mouvements oculaires, le stress, la conductance sous les électrodes) et leur grand écart-type compliquent son analyse. De plus, il peut être normal alors que la dynamique de l'EOG est anormale si les valeurs du DT et du LP sont toutes deux abaissées (figure 1B). C'est pourquoi il est préférable de s'intéresser à la dynamique globale de la réponse plutôt qu'à la valeur brute du RA.

### Intérêt de l'EOG

L'EOG est un examen théoriquement indiqué face à toute pathologie affectant la totalité de l'EP sans retentissement sur les PR ou avant qu'il ne survienne (le fonctionnement des PR doit être normal pour que l'EOG soit analysable). Il n'est pas modifié lors d'atteintes localisées de l'EP.

Pratiquement, l'EOG constitue l'examen diagnostique essentiel de la maladie de Best, due à des mutations de gènes codant pour les canaux chlore de la MB de l'EP. Il est également utilisé dans le suivi de la maladie de Stargardt. Enfin, son utilisation a été évoquée dans la surveillance de traitements (vigabatrin...). Mais la difficulté de sa réalisation limite son emploi.

## Les potentiels évoqués visuels (PEV)

Les PEV enregistrent les variations de potentiels générés par l'activité bio-ionique du cortex occipital consécutives à un stimulus visuel dont un paramètre varie dans le temps. Si le fonctionnement rétinien est normal, ils renseignent sur l'état des voies de conduction visuelle. C'est pourquoi ils nécessitent l'étude du fonctionnement rétinien par les ERG global, multifocal ou pattern. Les PEV étudient préférentiellement, mais non uniquement, la voie maculaire du fait de l'amplification maculaire au niveau occipital.

### Le matériel nécessaire

La réalisation de PEV nécessite :

- un générateur de stimulations et d'une chaîne de recueil adaptés,
- un stimulateur de flashes et de damiers.

Il faut également :

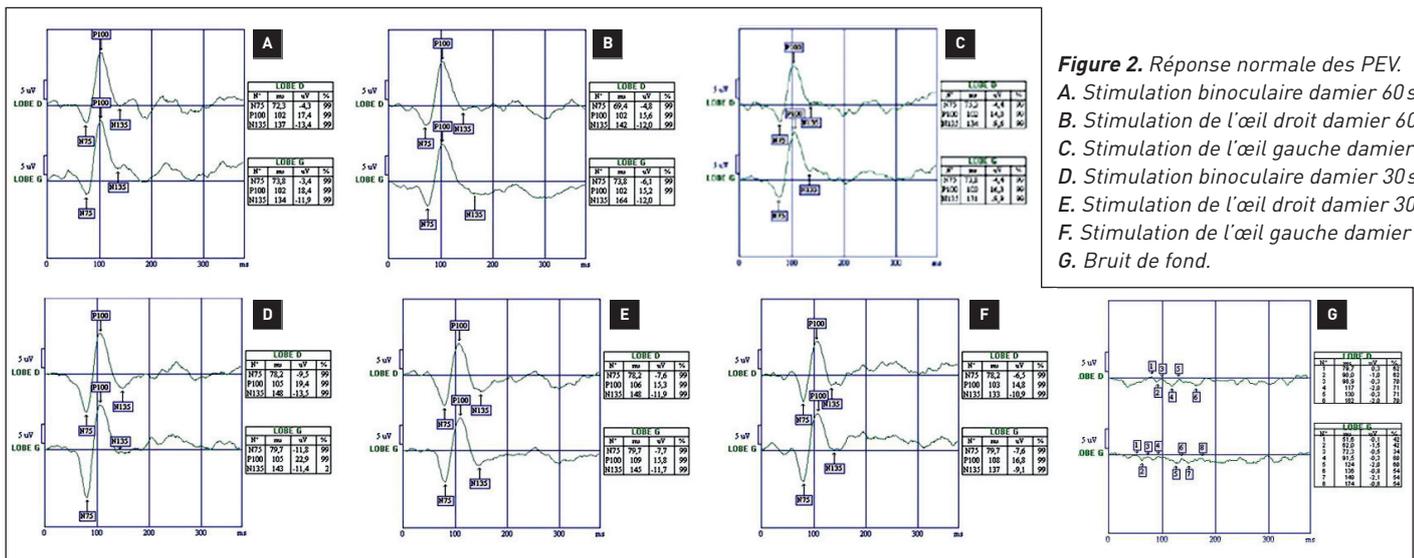
- deux électrodes actives (boule d'EEG, cupule ou collée chez l'enfant) localisées en regard du lobe occipital à 2,5 cm de part et d'autre de la ligne médiane (O3 et O4),
- une électrode de référence au vertex (Fz),
- et une électrode de masse au niveau du lobe des oreilles.

### Le protocole

Deux types de stimulation (damiers et flashes) sont utilisées selon différents modes. Il existe donc plusieurs types de PEV : flashes transitoires, flashes stationnaires, damiers alternants et damiers Onset/Offset.

### Stimulations

Les stimulations flashes achromatiques d'intensité photopique peuvent être présentées dans une coupole Ganzfeld ou à l'aide de stimulateurs portables au lit du patient ou au bloc. L'intérêt des flashes colorés n'est pas



**Figure 2. Réponse normale des PEV.**

A. Stimulation binoculaire damier 60s.  
 B. Stimulation de l'œil droit damier 60s.  
 C. Stimulation de l'œil gauche damier 60s.  
 D. Stimulation binoculaire damier 30s.  
 E. Stimulation de l'œil droit damier 30s.  
 F. Stimulation de l'œil gauche damier 30s.  
 G. Bruit de fond.

prouvé. Lorsque la fréquence de stimulation est basse, 1 à 2 Hz, le système visuel revient à son état de base entre deux stimulations (PEV transitoires). Ce retour à l'état de base est impossible lorsqu'elle est plus élevée, de 8 à 12 Hz (PEV stationnaires).

Les damiers alternants sont produits sur un stimulateur TV et couvrent une surface rétinienne de l'ordre de 10 à 15°. Les cases noires sont de luminance nulle alors que les cases blanches ont un niveau de luminance photopique. Plusieurs tailles de cases sont utilisées (60, 30, 15 et 7,5 minutes (') d'arc) qui stimulent des zones différentes de la région maculaire. Les cases vues sous un angle de 7,5 et 15' stimulent la zone fovéolaire. Celles vues sous un angle de 30' stimulent les 2 à 4 degrés centraux alors que les cases vues sous un angle de 60' stimulent les 10 degrés centraux. Dans tous les cas, ces stimulations testent la conduction principalement de la voie P. Des damiers peuvent stimuler spécifiquement un hémichamp rétinien.

Les damiers peuvent être alternants avec eux-mêmes à une fréquence de 2 Hz (PEV damiers alternants). L'intérêt d'une fréquence plus rapide (8 à 12 Hz) n'est pas prouvé. Les damiers peuvent être alternants avec un champ lumineux uniforme (PEV damiers onset/offset). Les damiers, de 50 à 15' d'arc selon l'âge, sont présentés pendant 200 ms (onset) et le champ lumineux pendant 300 ms (offset).

### Protocole

Il faut dans tous les cas obtenir le bruit de fond (BDF) électroencéphalographique pour vérifier que les réponses des PEV recueillies sont provoquées par la stimulation lumineuse (figure 2G). Ce BDF correspond à plusieurs ddp recueillies sous les électrodes actives O3 et O4 en l'absence de stimulation lumineuse.

L'enregistrement se fait dans une pièce sombre, en monoculaire puis binoculaire, avec le port de la correction optique et sans dilatation pupillaire en cas de stimulations structurées. Celles-ci sont présentées à 1,50 m et doivent posséder un point de fixation. Du fait de la faible amplitude des réponses, celles-ci doivent être sommées et moyennées lors de la répétition des stimulations (au mieux plus de 50 fois).

### Les réponses

Il faut tout d'abord vérifier si des réponses sont discernables du BDF. Lorsque c'est le cas, l'amplitude est mesurée de crête à crête et le temps de culmination à partir du début de la stimulation.

- En PEV transitoires, il faut étudier la morphologie, le temps de culmination et l'amplitude des principales ondes négatives N2 (# 90 ms) et N3 (# 150 ms), et positive P2 (# 120 ms). Il faut prendre en compte la symétrie des réponses selon l'œil stimulé (figure 2). Les ondes plus tardives sont généralement le reflet de phénomènes visuels cognitifs.
- En PEV stationnaires, la réponse est pseudo-sinusoïdale, sans onde individualisable. C'est pourquoi, il n'est étudié que l'amplitude de la réponse qui varie selon la fréquence de stimulation.
- En PEV damiers alternants, trois ondes sont également observées, l'onde P100 positive étant prépondérante. Le temps de culmination des ondes négatives est un peu plus précoce qu'en flashes transitoires (d'où leur dénomination N70 et N130). L'amplitude augmente lorsque la taille des cases diminue (du fait de la prépondérance fovéolaire) et en situation binoculaire.
- En PEV onset/offset, seule l'onde on est analysable,

l'onde *off* étant mal discernable. La réponse *on* comporte trois ondes : deux positives Cl positive # 7 ms, d'origine extra-striée et CIII # 150 ms, et une négative # 125 ms d'origine striée. Celle-ci est la seule dont l'amplitude soit mesurée.

### Intérêt des PEV

Les PEV permettent de tester la fonction maculaire, notamment lorsque le fond d'œil est mal vu ou apparemment normal. L'utilisation de trois tailles de damier permet de séparer le fonctionnement de la région macu-

laire, parafovéolaire ou fovéolaire. Lorsque le fonctionnement rétinien et maculaire est normal, les PEV testent la perméabilité de la voie optique (figure 3). Selon l'aspect des réponses monoculaires droite et gauche, il est possible de séparer les atteintes pré- ou rétrochiasmatiques. Cet examen est donc indispensable en cas de baisse d'acuité visuelle dès lors qu'une étiologie rétinienne doit être confirmée. Il est également intéressant pour prouver une neuropathie optique, quelle qu'en soit la cause (traumatique, inflammatoire, dégénérative), en l'absence de cause rétinienne.

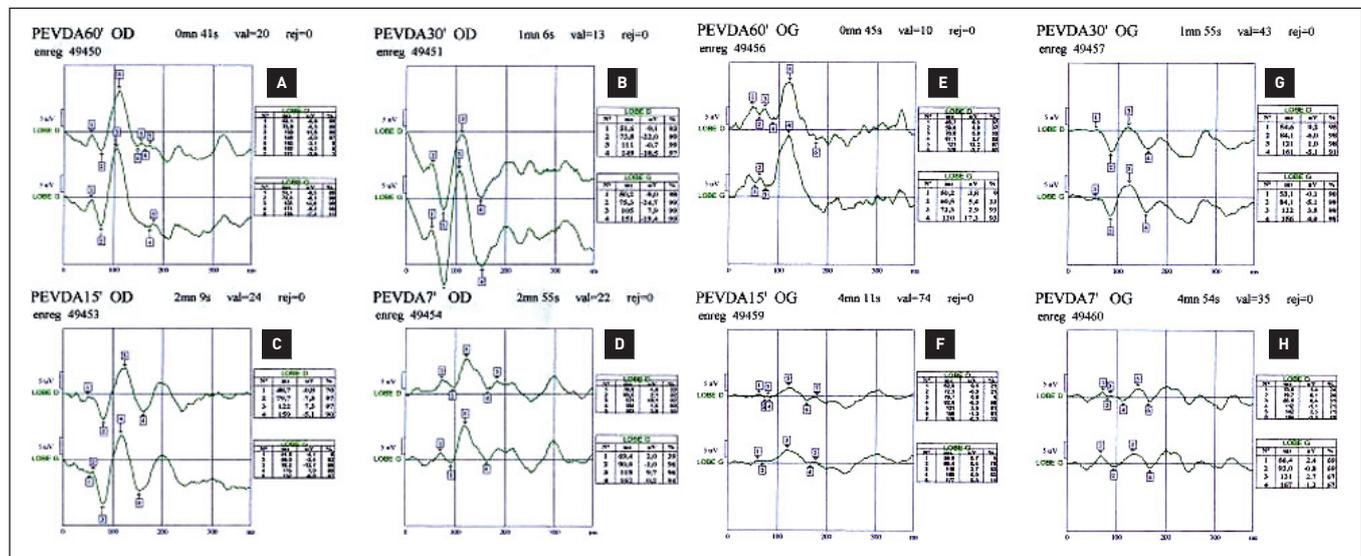


Figure 3. Asymétrie de la réponse des PEV aux dépens de l'œil gauche lors d'une neuropathie optique inflammatoire.

- A. Stimulation de l'œil droit damier 60s. B. Stimulation de l'œil droit damier 30s. C. Stimulation de l'œil droit damier 15s. D. Stimulation de l'œil droit damier 7s. E. Stimulation de l'œil gauche damier 60s. F. Stimulation de l'œil gauche damier 30s. G. Stimulation de l'œil gauche damier 15s. H. Stimulation de l'œil gauche damier 7s.