

**EXPLORATIONS ELECTROPHYSIOLOGIQUES VISUELLES :  
PRINCIPES ET INDICATIONS.**

**PRINCIPLES AND INDICATIONS OF ELECTROPHYSIOLOGICAL VISUAL EXPLORATIONS.**

H.Handor<sup>1</sup>, M.Laghmari<sup>1</sup>, Z.Hafidi<sup>1</sup>, H.Elouarradi<sup>1</sup>, B Elmostarchid<sup>2</sup>, R.Daoudi<sup>1</sup>.

<sup>1</sup> Service d’ophtalmologie A de l’Hôpital des spécialités de Rabat, <sup>2</sup> Service de neurochirurgie de l’Hôpital militaire d’instruction Mohammed V, Université Mohammed V Souissi.

**RESUME**

Les explorations électrophysiologiques visuelles sont des examens fonctionnels qui explorent le fonctionnement de la rétine et des voies visuelles. Leurs indications sont très variées et doivent être connues par les médecins généralistes.

Le but de ce travail est d’expliquer de façon claire et concise les principes de ces examens et de souligner leurs principales indications.

**Mots clés :** Examens électrophysiologiques visuels, Electrorétinogrammes, Potentiels évoqués visuels, Electrooculogramme, principes, indications.

**ABSTRACT**

Visual electrophysiological explorations are functional tests that explore the functioning of the retina and visual pathways. Their indications must be known by general practitioners .

The aim of this work is to explain clearly and concisely the principles of these tests and highlight their main indications.

**Key words :** Visual electrophysiological explorations, Electroretinogrammes, visual evoked potentials, Electrooculogramme, principes, indications..

**INTRODUCTION**

Les explorations électrophysiologiques visuelles sont des examens fonctionnels qui explorent le fonctionnement de la rétine et des connexions rétino-corticales grâce à l’utilisation de stimulations appropriées. Ces explorations doivent être complémentaires des autres examens anatomiques, neuroradiologiques et fonctionnels pour expliquer une acuité visuelle basse et plus particulièrement si le fond d’œil est normal. Leurs résultats doivent toujours être intégrés dans un contexte clinique afin de lier les modifications éventuellement enregistrées à une étiologie.

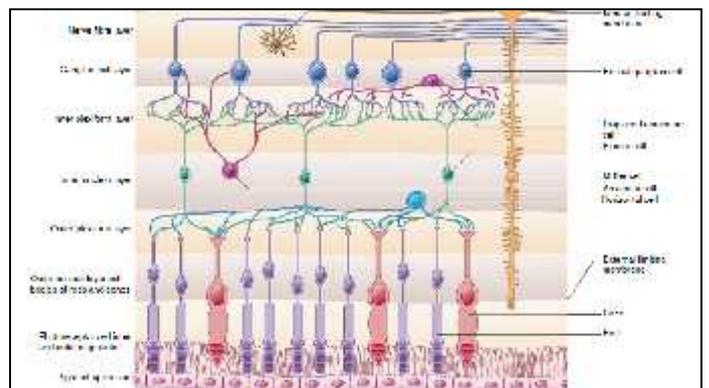
Ces examens sont certes prescrits par des spécialistes (ophtalmologues, neurologues et neurochirurgiens); néanmoins certaines notions concernant ces explorations, doivent être connues par le médecin généraliste.

**NOTIONS FONDAMENTALES**

Il est nécessaire de rappeler certaines bases anatomophysiologiques pour faciliter la compréhension des principes de ces examens qui explorent le fonctionnement de la rétine et des voies optiques.

La rétine, constitue la tunique la plus interne du globe oculaire. C’est est un tissu neurosensoriel formé par la superposition de plusieurs couches

cellulaires (figure 1) [1]. L’étude du fonctionnement de certaines couches (l’épithélium pigmentaire, la couche des photorécepteurs, la couche des cellules bipolaires et la couche des cellules ganglionnaires) fait appel à l’électrophysiologie. Les photorécepteurs sont de deux types : les cônes responsables de la vision diurne, et les bâtonnets impliqués dans la vision nocturne. La rétine capte les rayons lumineux et les transforme en un influx nerveux qui chemine le long des voies optiques pour atteindre le système nerveux central (figure 2) [2].



**Figure 1 :** schéma illustrant les différentes couches de la rétine.

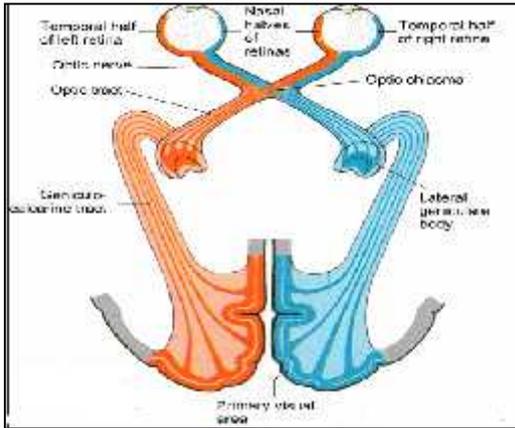


Figure 2 : schéma des voies optiques et leur terminaison au niveau des aires visuelles primaires.

**PRINCIPES GÉNÉRAUX DES EXPLORATIONS ÉLECTROPHYSIOLOGIQUES VISUELLES :**

Les stimulations visuelles choisies de façon appropriées évoquent les réponses des cellules rétinienne. Ces réponses ou signaux sont recueillis en surface, loin des sources génératrices grâce à des électrodes. Les signaux enregistrés sont des différences de potentiel qui sont ensuite amplifiées et traitées pour être interprétables.

Les électrorétinogrammes explorent le fonctionnement de la rétine neurosensorielle. Les potentiels évoqués visuels sont le reflet de la conduction le long des voies visuelles jusqu'aux aires visuelles primaires. L'électro oculogramme sensoriel teste le fonctionnement de l'épithélium pigmentaire [3].

**LES ELECTRORETINOGRAMMES**

Il faut distinguer deux types d'électrorétinogrammes (ERG) :

L'ERG global qui permet de tester le fonctionnement de toute la neurorétine par une stimulation par un flash illuminant toute sa surface. Cet examen, appelé ERG flash, explore le fonctionnement du système scotopique (les bâtonnets) ou photopique (les cônes) selon le niveau lumineux du flash et l'ambiance dans laquelle il est délivré. L'enregistrement comprend 5 séquences selon un protocole standardisé établi par l'International Society for Clinical Electrophysiology of Vision (ISCEV) [4]. Les cinq séquences sont les suivantes (figure 3) [5] :

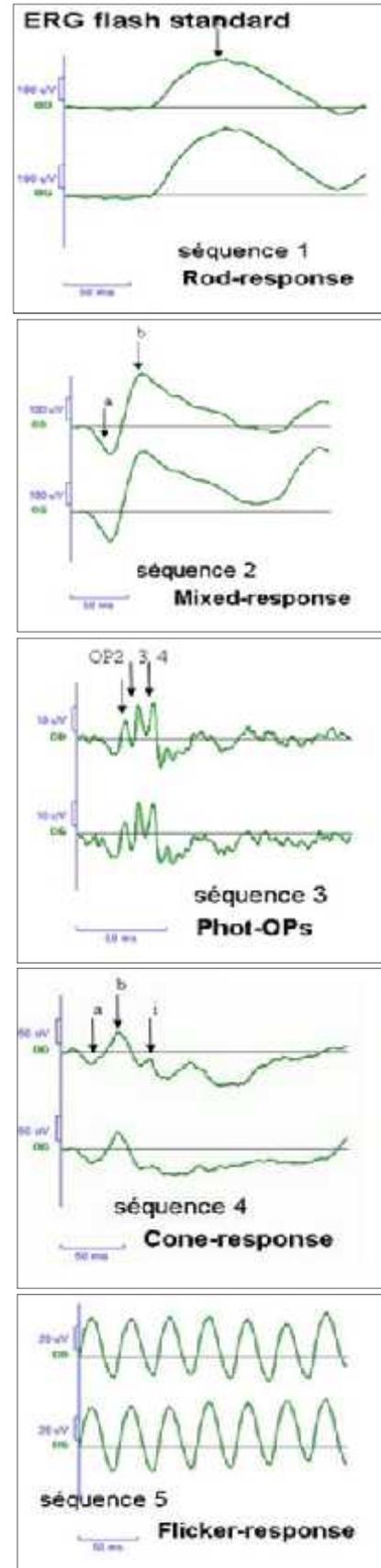
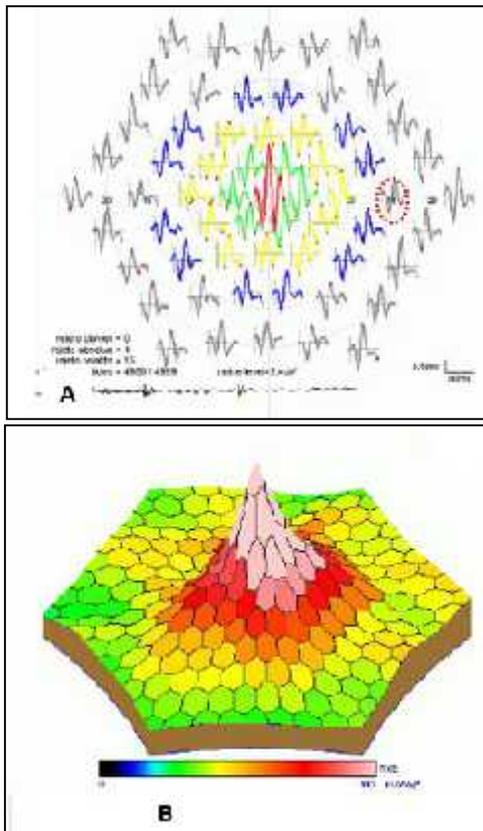
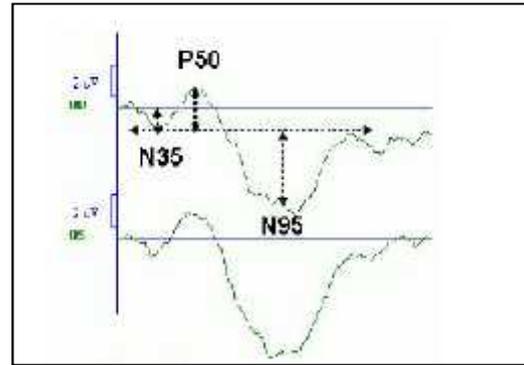


Figure 3 : les enregistrements d'un ERG flash en 5 séquences selon le protocole de l'ISCEV.

- **Séquence-1** : elle explore le système scotopique ou rod-response. Elle renseigne sur le fonctionnement des bâtonnets.
- **Séquence-2** : elle explore le fonctionnement des deux systèmes scotopique (les bâtonnets) et photopique (les cônes) ; on parle d'une mixed-response.
- **Séquence 3** : ce sont les potentiels oscillatoires photopiques ou Phot-OPs ; trois principales ondes sont à rechercher : OP2, OP3 et OP4.
- **Séquence 4** : elle explore le système photopique seul ou cone-response.
- **Séquence 5** : la réponse enregistrée provient des cellules situées en aval des photorécepteurs (cellules bipolaires). On parle de flicker-response.
- L'ERG local, permet d'explorer une zone plus restreinte de la rétine neurosensorielle dite rétine centrale soit par un ERG multifocal (stimulations par des flashes délivrés de façon pseudo aléatoire sur de petites surfaces hexagonales centrées sur la fovéola) (Figure 4) [6], ou par un Pattern ERG (stimulation par des damiers) (Figure 5) [7].



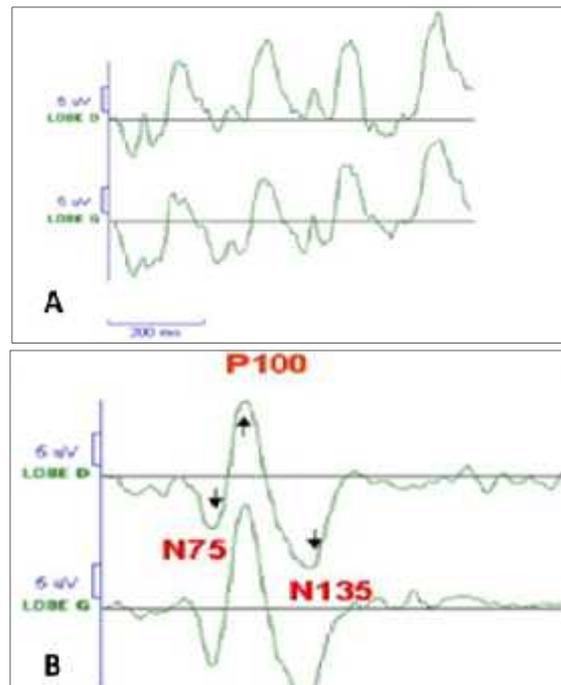
**Figure 4** : **A** : Représentation en anneaux de l'ERG multifocal chez un sujet normal, **B** : Représentation en 3 dimensions de l'ERG multifocal chez un sujet normal.



**Figure 5** : Principales ondes du Pattern ERG : P50 et N95.

## LES POTENTIELS EVOQUES VISUELS

Les potentiels évoqués visuels (PEV), testent le fonctionnement des voies maculaires, depuis les aires maculaires jusqu'aux aires visuelles primaires. L'interprétation de leurs résultats doit tenir compte des résultats de l'ERG global et local [8]. Ils sont de différents types en fonction du stimulus utilisé (flash ou damiers) (**figure 6**) [9].



**Figure 6** : **A** : PEV flash ; aspect pseudo sinusoidal du trace, **B** : PEV damiers ; la principale onde est l'onde P100.

**L'ELECTRO OCULOGRAMME SENSORIEL**

L'électro oculogramme sensoriel (EOG s) est le reflet du fonctionnement de toute la surface de la membrane basale de l'épithélium pigmentaire. Il ne peut être interprété que s'il est enregistré de façon conjointe, à un ERG-flash incluant la réponse du système scotopique (rod-response et mixed-response) [8].

L'intérêt majeur de l'EOG réside dans les pathologies primitives de l'épithélium pigmentaire. Trois paramètres sont à étudier sur un tracé de l'EOG (Figure 7) [10]:

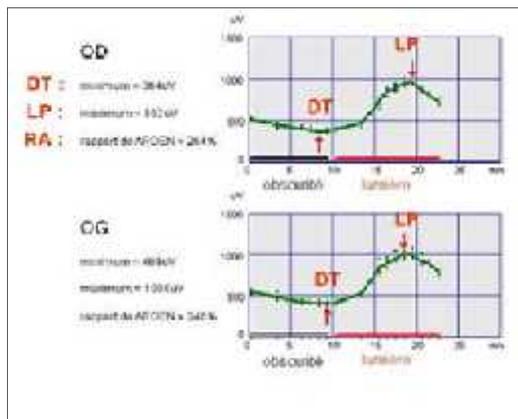


Figure 7: Caractéristiques de l'EOG : valeur du Dark Trough DT, du Light Peak et rapport d'Arden chez un sujet normal.

**Ligh peak (LP)** : ou « pic en lumière ». il est le reflet de la dépolarisation maximale de la membrane basale de l'épithélium pigmentaire.

**Dark Trough** : ou « creux à l'obscurité ». Son origine reste à préciser.

**Le rapport d'Arden**, correspondant au rapport de ces deux valeurs ; il est normalement supérieur à 1,8.

**INDICATIONS**

Les circonstances de demande d'un bilan électrophysiologique visuel sont très variées. Nous citons à titre d'exemples :

**Les baisses d'acuité visuelle dans un contexte évocateur :**

Dans ces cas les signes fonctionnels rapportés par le patient et les données de l'examen ophtalmologique peuvent faire suspecter une pathologie donnée. Le bilan électrophysiologique aide à asseoir un diagnostic étiologique. C'est le cas de différentes affections : rétinoopathies pigmentaires, achromatopsies, albinisme oculaire, pathologies démyélinisantes....

**Les baisses d'acuité visuelle sans contexte évocateur**

La baisse d'acuité visuelle peut être récente, sans antécédent notable, avec un fond d'œil normal. Les données des explorations électrophysiologiques et des examens anatomiques, neuroradiologiques et fonctionnels permettent d'orienter le diagnostic étiologique.

Dans ce contexte, et chez les patients qui simulent un déficit visuel, le bilan électrophysiologique permet d'affirmer le caractère psychogène de la plainte. En effet un ERG et des PEV normaux sont discordants avec une acuité visuelle inférieure à 6/10<sup>ème</sup>. [11]

De même chez le nourrisson, l'analyse des temps de culmination et de l'amplitude des PEV flashes permet de diagnostiquer un retard de maturation des voies visuelles. La prise en charge de l'amblyopie chez l'enfant : Ces examens sont utiles pour mettre en évidence et suivre une amblyopie chez un enfant d'âge préverbal ou en cas de retard de langage.

**LA SURVEILLANCE DE CERTAINS TRAITEMENTS**

**La surveillance d'un traitement antituberculeux :**

L'éthambutol et l'isoniaside peuvent entraîner une neuropathie optique qui peut être réversible à l'arrêt du traitement si l'atteinte est dépistée précocement ; c'est tout l'intérêt de l'électrophysiologie visuelle dans ces cas. En effet l'ERG flash et les PEV dépistent précocement les atteintes infra-cliniques et doivent être réalisés avant l'instauration du traitement antituberculeux et de manière régulière jusqu'à l'arrêt de ce dernier [12].

**La surveillance d'un traitement par antipaludéens de synthèse (APS) :**

Les APS (chloroquine et hydroxychloroquine) sont prescrites pour le traitement de plusieurs affections inflammatoires et auto-immunes (lupus, polyarthrite rhumatoïde, syndrome de Goujerot Sjogren, ...). Pris au long cours, ils peuvent entraîner des altérations rétinienne bilatérales et potentiellement cécitantes ; justifiant la mise en place d'un protocole de surveillance chez les patients sous APS.

Ce protocole comporte la réalisation de façon régulière d'un examen du fond d'œil, d'un champ visuel central et d'un bilan électrophysiologique. En effet, les examens électrophysiologiques (ERG multifocal, ou à défaut ERG global) permettent le dépistage d'une atteinte rétinienne infra-clinique, justifiant en fonction des cas l'arrêt ou la diminution de la posologie des APS [13]. Le neuromonitoring péroperatoire [14] : l'enregistrement péroperatoire des PEV et/ou ERG permet de détecter les premiers changements de signaux en rapport avec le geste chirurgical. Ceci aide le chirurgien à adapter sa stratégie opératoire afin d'éviter tout déficit neurologique iatrogène.

## CONCLUSION

Les indications des explorations électrophysiologiques visuelles sont multiples. Ces examens permettent d'évaluer objectivement la fonction visuelle et de relier d'éventuelles perturbations à une étiologie en fonction du contexte clinique et des résultats des autres examens paracliniques. Les principes et les principales indications de ces explorations doivent être connus par le médecin généraliste.

## REFERENCES

1. Göran Darius Hildebrand, Alistair R. Fielder. Anatomy and Physiology of the Retina. Berlin Heidelberg: Springer-Verlag; 2011. p 50.
2. Kahle W, Frotsher M. Color atlas and textbook of Human Anatomy: nervous system and sensory organs. Stuttgart: Thieme Medical Publishers; 2003.p 105.
3. Jacques Charlier, Jean-François Le Gargasson, Florence Rigaudière et Yvon Grall, «V-1 : reponses evoquees : recueil et traitement du signal», Oeil et physiologie de la vision. URL:<http://lodel.irevues.inist.fr/oeiletphysiologi edelavision/index.php?id=203>
4. Marmor M.F., Holder G.E., Seeliger M.W, Yamamoto, S. Standard for clinical electroretinography. Doc Ophthalmol 2004, 108 : 107-114.
5. Florence Rigaudière et Jean-François Le Gargasson, «V-3 : L'ELECTRORETINOGRAMME GLOBAL», Oeil et physiologie de la vision. URL:<http://lodel.irevues.inist.fr/oeiletphysiologi edelavision/index.php?id=115>
6. Florence Rigaudière, «V-4 : L'ELECTRORETINOGRAMME LOCAL», Oeil et physiologie de la vision. URL:<http://lodel.irevues.inist.fr/oeiletphysiologi edelavision/index.php?id=119>
7. Florence Rigaudière, «V-4 : L'ELECTRORETINOGRAMME LOCAL», Oeil et physiologie de la vision. URL:<http://lodel.irevues.inist.fr/oeiletphysiologi edelavision/index.php?id=119>
8. F. Rigaudière, J.-F. Le Gargasson. Explorations électrophysiologiques sensorielles : électrorétinogramme, électro-oculogramme, potentiels évoqués visuels. Encycl Méd Chir (Elsevier, Paris). Ophtalmologie, 21-046-A-10. 2007 : 18p.
9. Florence Rigaudière, «V-5 : Les POTENTIELS ÉVOQUÉS VISUELS corticaux (PEV)», Oeil et physiologie de la vision. URL:<http://lodel.irevues.inist.fr/oeiletphysiologi edelavision/index.php?id=120>
10. Florence Rigaudière, «V-2 : L'électro-oculogramme», Oeil et physiologie de la vision. URL:<http://lodel.irevues.inist.fr/oeiletphysiologi edelavision/index.php?id=112>
11. Ledoux-Skivee Ch, Ledoux A. Simulation et dissimulation en ophtalmologie. Bull. Soc. belge Ophtalmol. 2004, 291 : 29-36.
12. K.Aouam, A.Chaabane et al. Les effets indésirables des antituberculeux : épidémiologie, mécanismes et conduite à tenir. Médecine et maladies infectieuses 2007 ; 37 : 253-261.
13. I.Ingster-Moat, C-Orssaud. Protocole de surveillance ophtalmologique des patients traités par antipaludéens de synthèse ou par vigabatrin au long cours. Journal français d'ophtalmologie 2009 ; 32 : 83-88.
14. Sasaki T, Itakura T, Suzuki K and al. Intraoperative monitoring of visual evoked potential: introduction of a clinically useful method. J Neurosurg. 2010; 112:273-284.