

L'E.R.G-P.E.V ? MAIS C'EST TRÈS SIMPLE ET SI UTILE !

Jean-Jacques DELORD M.D (liberal practice)

Nîmes France

Philipp DELORD Ingénieur



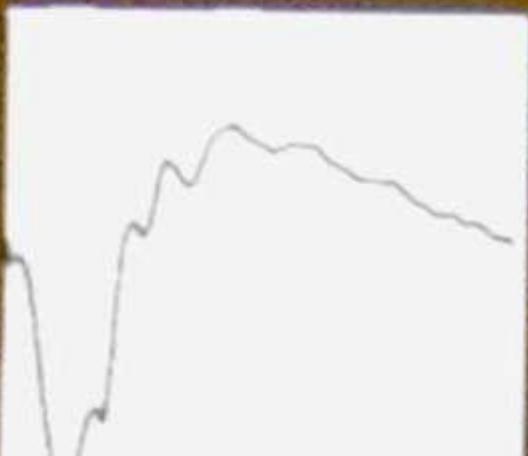
ECE PARIS
ÉCOLE D'INGÉNIEURS

Société Eurasiennne d'Ophtalmologie Yangon
MYANMAR (Birmanie) 22-25 Octobre 2014

Le système Visuel



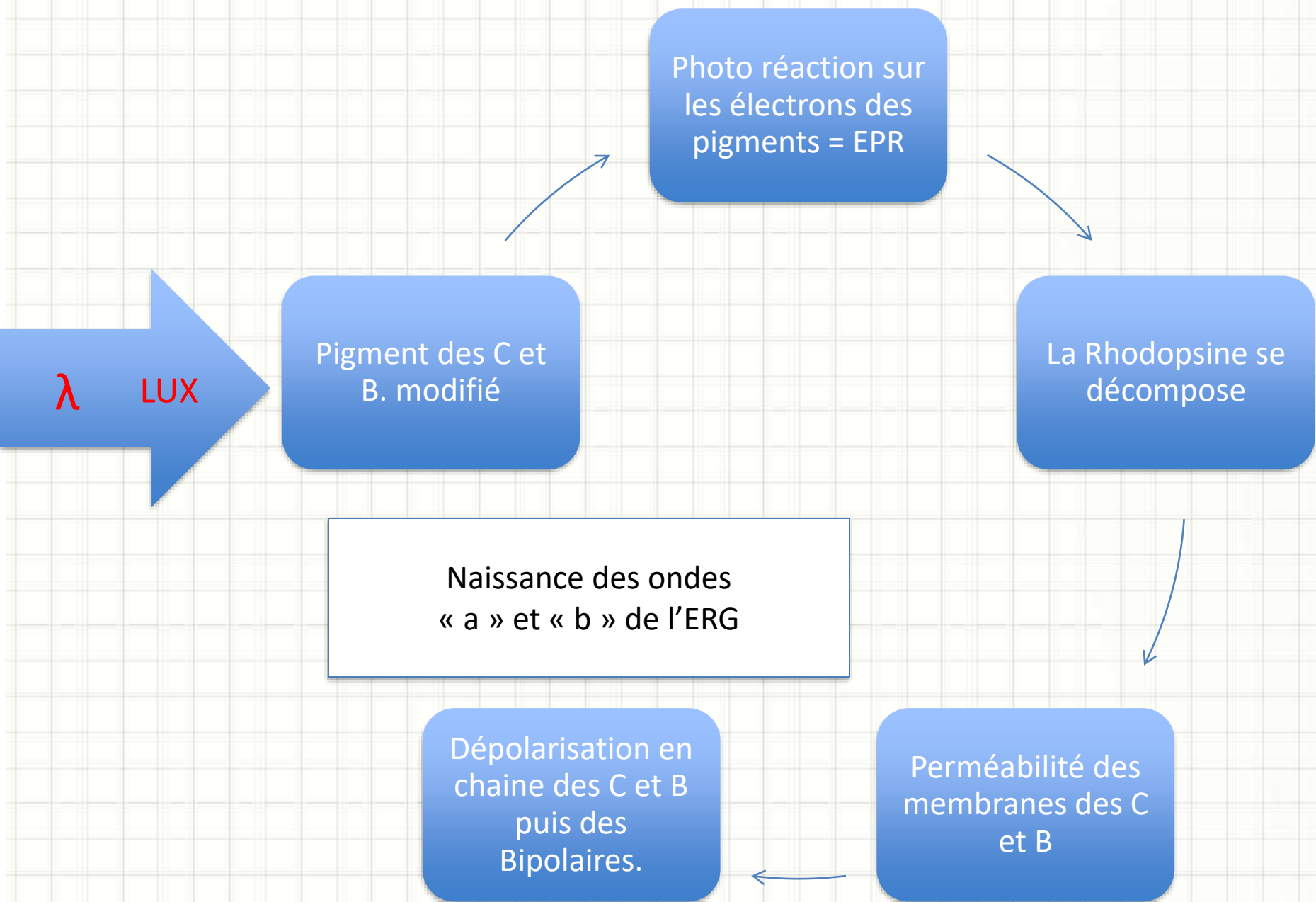
ERG



PEV



Bases physiologiques et biochimiques



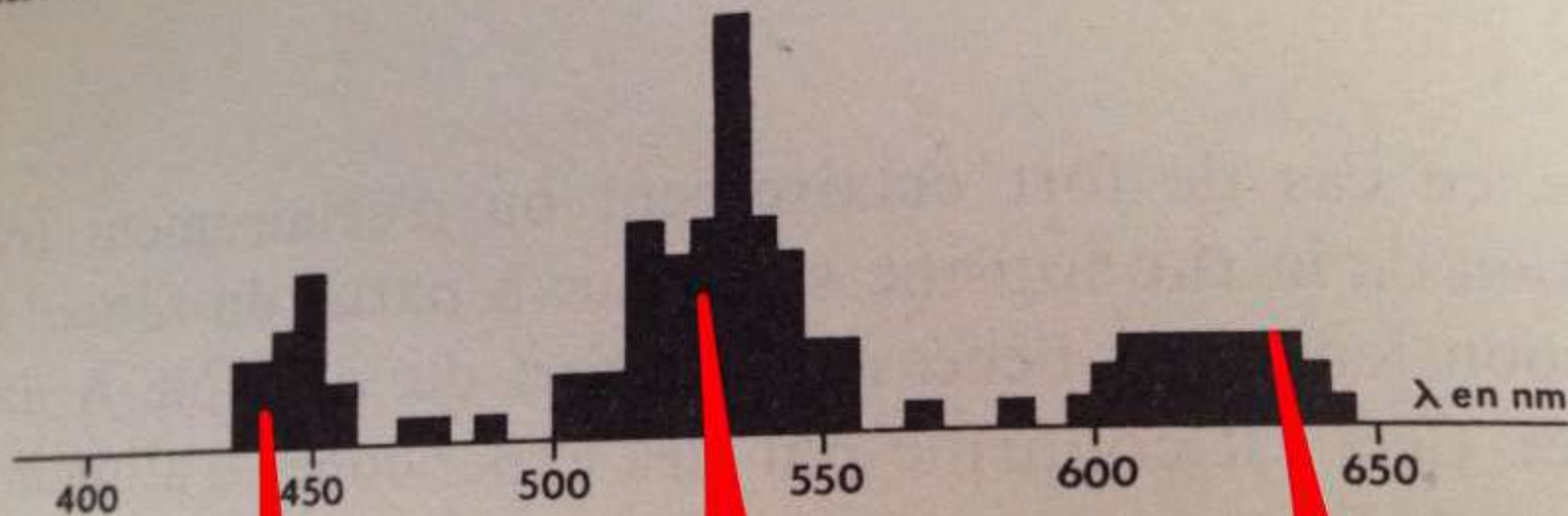


FIG. 105. — Histogramme du maximum d'absorption spectrale des cônes du cyprin doré.

Bleu

Vert

Rouge

ne l'existence de trois pigments différents dénommés : cyan
be, et érythrolabe (dans l'ordre des longueurs d'onde croiss
cônes sont

des Potentiels évoqués visuels

sont des signaux issus de la **zone maculaire** ,
provoqués par un stimulus **photopique**,
leur amplitude est proportionnelle à la densité
des cônes réiniens , essentiellement fovéaux.

Ils reflètent les variations de champs de potentiels occipitaux intégrant les états
d'excitation ou d'inhibition des cellules corticales et sous corticales des aires visuelles.
Les P.E.V. n'ont pas de support histo-physiologique directe,
leur origine
étant multi factorielle.

Les aires maculaires stimulées globalement (par les PEV au flash
ou onset-offset) ou en différents secteurs maculaires (PEV Damier) donnent un signal
photopique amplifié, **conduit le long des voies visuelles jusqu'aux aires visuelles
primaires.**

Bases anatomiques:

Nombre de photorécepteurs

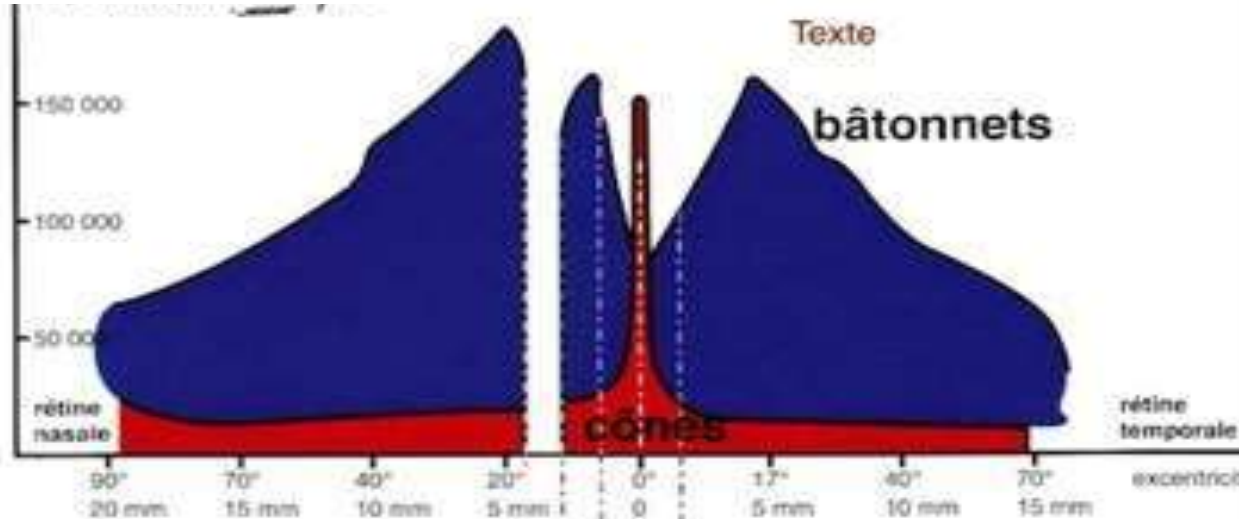


Fig. 8 — Répartition des photorécepteurs dans la rétine humaine (suivant les mesures d'ØSTERBERG sur le méridien horizontal).



Il y a peu de cônes centraux

MAIS

leur population est majoritaire à la fovéa.

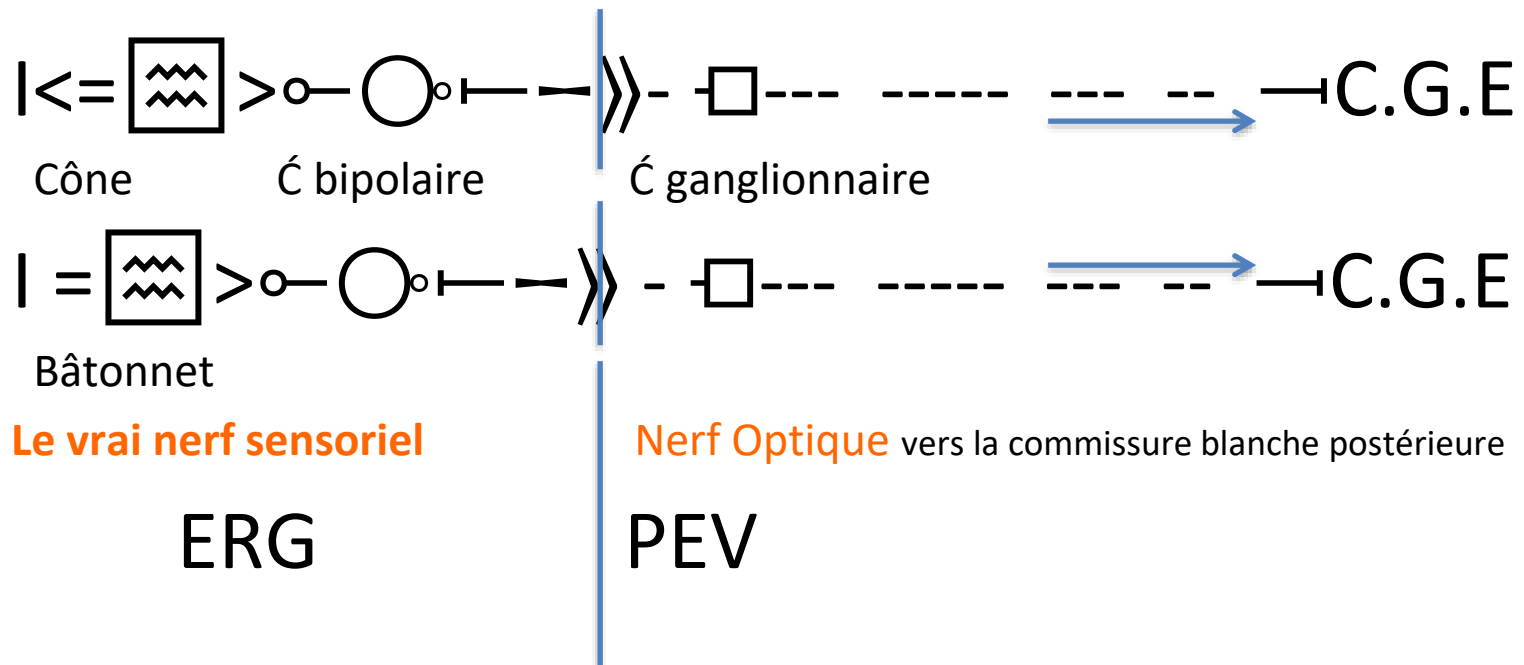
Ils vont s'exprimer électriquement sur le scalp occipital

Bases anatomiques:

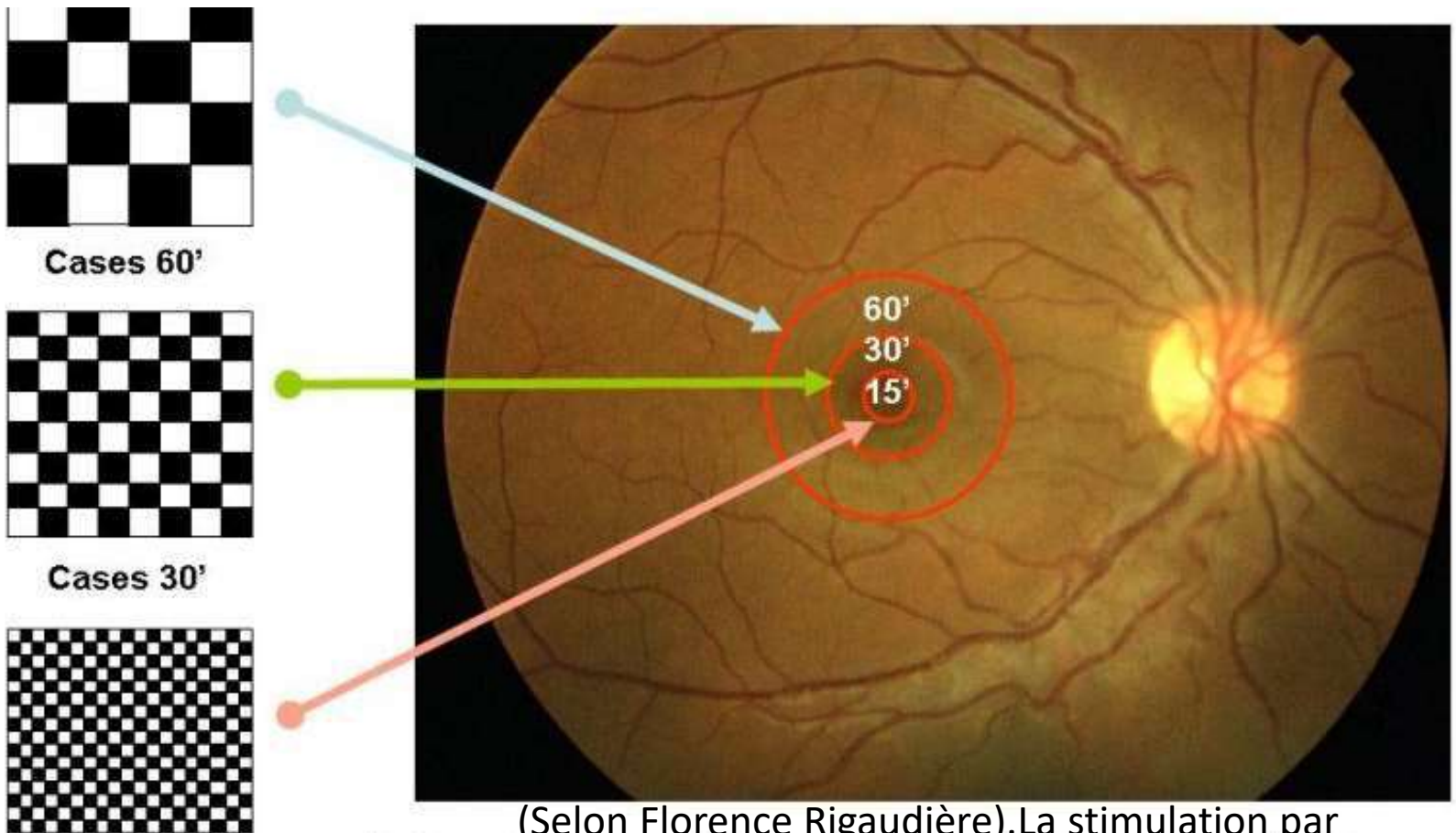
L'entonnoir du nerf optique:

Plus d'une centaine de million de récepteurs vont transmettre au cerveau par le seul million de fibres du nerf optique.

La rétine a été qualifiée de « petit «cerveau » ou rétine –neuro cérébrale qui analyse et traite le signal optique.



La zone explorée peut être très précise:



(Selon Florence Rigaudière). La stimulation par flashes donne une réponse plus globale, les damiers sont plus spécifiques d'une zone maculaire.

Stimulation:

On utilise un flash blanc

classiquement, intense:
entre 1,5 et 3 cd/m² pendant 50 ms.

1^{ère} séquence: Le malade est adapté à l'obscurité, puis en
binoculaire :

2^{ième} séquence: Une première série de stimulation répétée 4 fois,

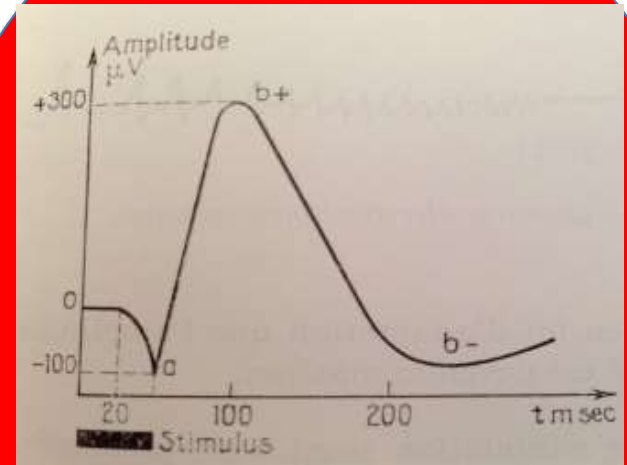
La réponse correspond au **système scotopique** rétine
péri maculaire, et périphérique.

3^{ième} séquence: 2 Hz toutes les 0,5 s, le sujet est resté
10 mn en **ambiance photopique** (30 cd/m²) **on recueille**
la réponse des cônes .

Le signal est ensuite traité pour caractériser les ondes-a, b, et les
pseudo-oscillations (*flicker*) On augmente la fréquence à 30 Hz
vingt fois, pour la flicker-response = Réponse vacillante, qui teste
les **voies « on off » issues des cônes**.

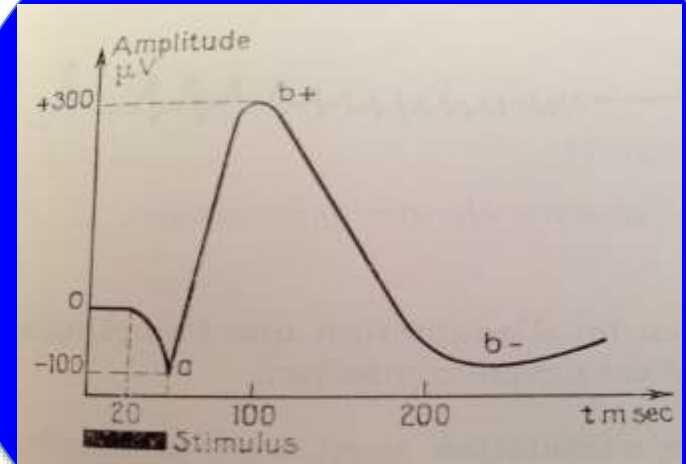
Origine des ondes de l'ERG:

- « Mixed responses »
Réponses mixtes: en scotopique les flashes photopiques stimulent les deux sortes de photo récepteurs.
- Une onde « a » négative venant des bâtonnets plus nombreux même si ce sont les cônes qui s'hyper polarisent en premier. suivie d'une onde « b » positive des bi polaires.



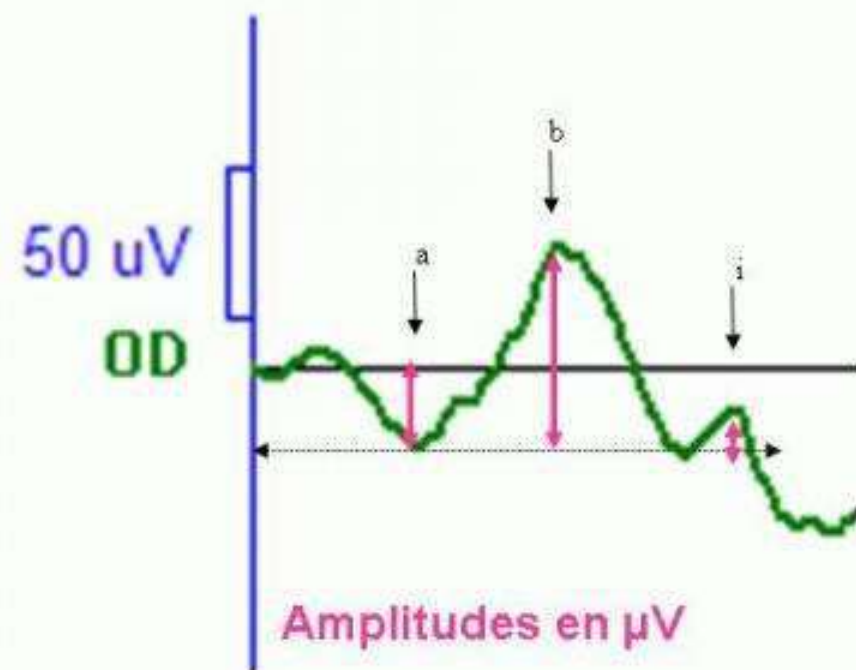
Origine des ondes de l'ERG:

- « Rod-responses »:
Réponse des Bâtonnets:
l'onde « b » est produite par les bi polaires au contact des bâtonnets hyper polarisés.
- L'onde « b » de « mixed responses » traduisant les dépolarisations combinées des cellules bipolaires « ON » des cônes et des bâtonnets.



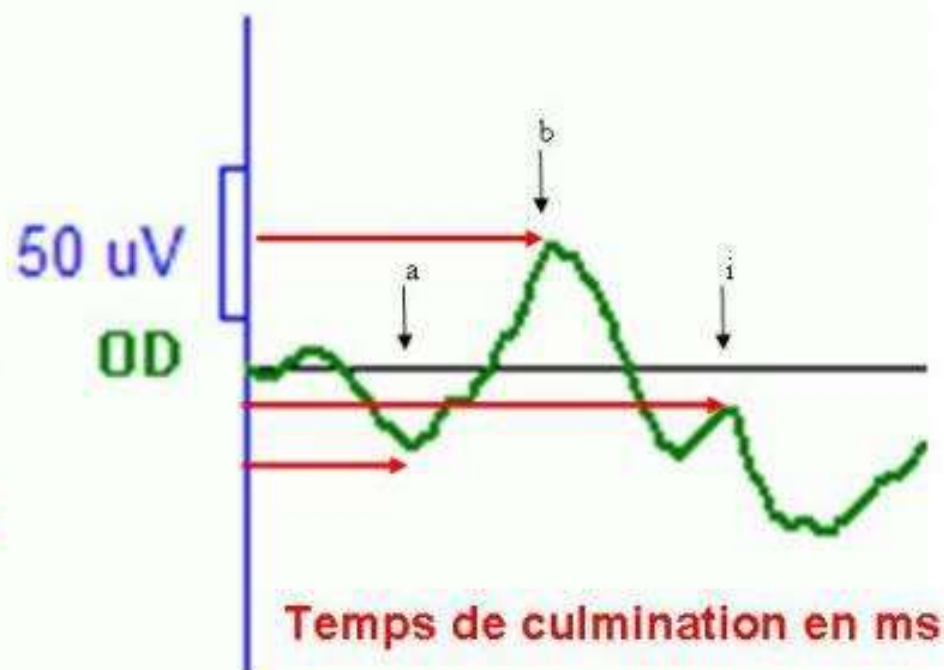
ERG flash standard
Caractéristiques des ondes

Sujet normal adulte
Electrodes actives
sclérocornéennes



50 ms

Cone-response



50 ms

Figure V-3-7

Correspondances entre l'histologie rétinienne, champ visuel et le recueil des PEV :

- Si le **champ visuel périphérique** est **touché** les PEV resteront normaux.
- Si le bouquet de **cônes centraux** n'est pas atteint mais que la **zone péri fovéale** est **touchée**, même sur peu de surface l'**acuité** sera **préservée**, mais les **PEV** témoins de l'activité de l'ensemble des cônes seront **perturbés ou absents**.
- Une stimulation élective des cônes concernera beaucoup plus que la seule fovéa.

Choisir la couche cellulaire à étudier:

ERG flash:

1) Ambiance scotopique

niveau des flashes

- Scotopiques

ou

- Photopique (SF)

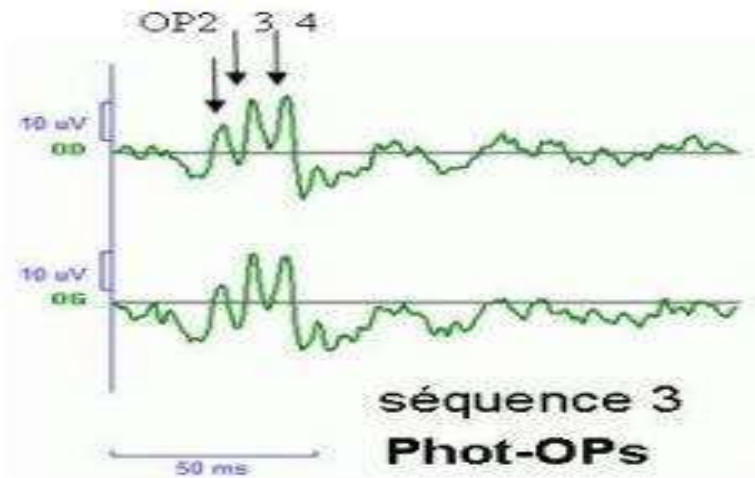
2) Ambiance photopique

Ambiance photopique (30 cd/m²)

type cellulaire étudié :

Flash :SF et Ambiance Photopique

Les Phot-Ops reproductibles et facile à obtenir.



Réponses spécifiques **des Cônes**
Maculaires Système
photopique seulement .Les Ops
sont **Altérés** chez les achromates
et dans le glaucome:

Intérêt de l'ERG

1

- Possible en toutes circonstances, grâce à différentes électrodes.

2

- Même les yeux fermés chez l'enfant ne sont pas un obstacle.(id: filtre rouge)

3

- Pratiquer une angio après l'enregistrement électro physio car l'adaptation est modifiée pendant quelques heures

Intérêt clinique de l'ERG

Passons sur les indications particulières:

- **Héméralopie** : Le FO est normal, l'**acuité** légèrement **diminuée**, la stimulation de longue durée permet de séparer l'héméralopie de type 1 ou 2.
- Le **rétinoschisis lié à l'X** est lié à l'altération des voies « on ».

Intérêt clinique de l'ERG

Applications journalières:

En cas de **gêne à l'examen du FO**

(opacification cornéenne...). Si le champ visuel ne peut être pratiqué ou sujet à caution, (coopération limite, DMLA empêchant une bonne fixation...) **l'ERG altéré prouvera l'atteinte des 2/3 de la rétine** au moins.(intérêt médico-légal).

Une association d'une chirurgie impérative avec une pathologie rétinienne est importante à évoquer en pré opératoire pour **prévenir** le patient et sa famille, car **les complications vasculaires post opératoires sont les plus graves et les plus spectaculaires.**

Intérêt clinique de l'ERG

- **Dans le glaucome:**

De nombreux auteurs (Burian, Vanysek, François, Pagani dans le glaucome congénital, (Vaegan et al. 1991), et de nombreuses observations personnelles montrent une

- altération des ondes b de l'ERG et des OPs. Les Ops sont Altérés chez les achromates et dans le glaucome:

La rétine stimulée par lumière « bleue » en ambiance scotopique, ces modifications nous ont paru plus visibles. Henkes, Jacobson et Halberg sont de cet avis.

L'origine circulatoire de cette altération est prouvée par la diminution de l'ERG si la Tension Artérielle diminue, et que la PIO augmente, cet état est réversible par injection d'adrénaline chez l'animal.

- Après traitement du glaucome aigu l'ERG s'améliore au contraire du glaucome chronique (Karpe).

Intérêt clinique de l'ERG

FO normal et ERG anormal

Achromatopsie

Héméralopie essentielle, avitaminose A,

Amaurose congénitale de Leber (mitochondries)

Dystrophie progressive des Cônes

Premiers stades de la rétinopathie pigmentaire

† Rétinopathie toxique

Les P.E.V. corticaux

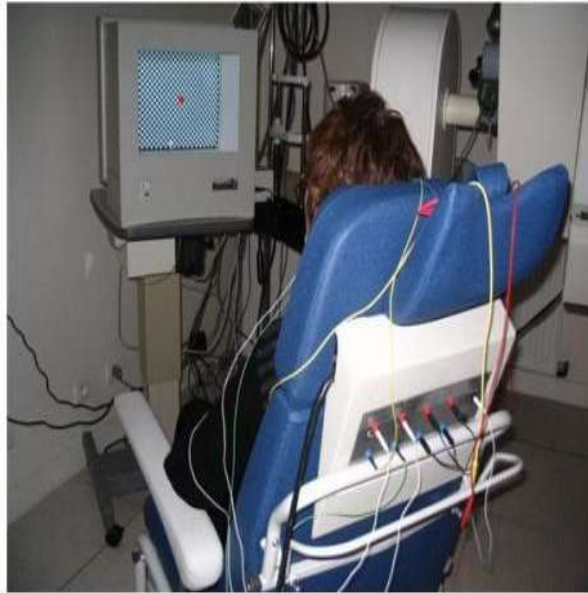
- Réponses corticale évoquées par une variation photopique brève (de luminosité), signal **issu des cônes**, conduit et amplifié le long des voies visuelles dont le recueil est limité à **l'aire visuelle primaire**.

Etudient la perméabilité des voies optiques de la macula au cortex.

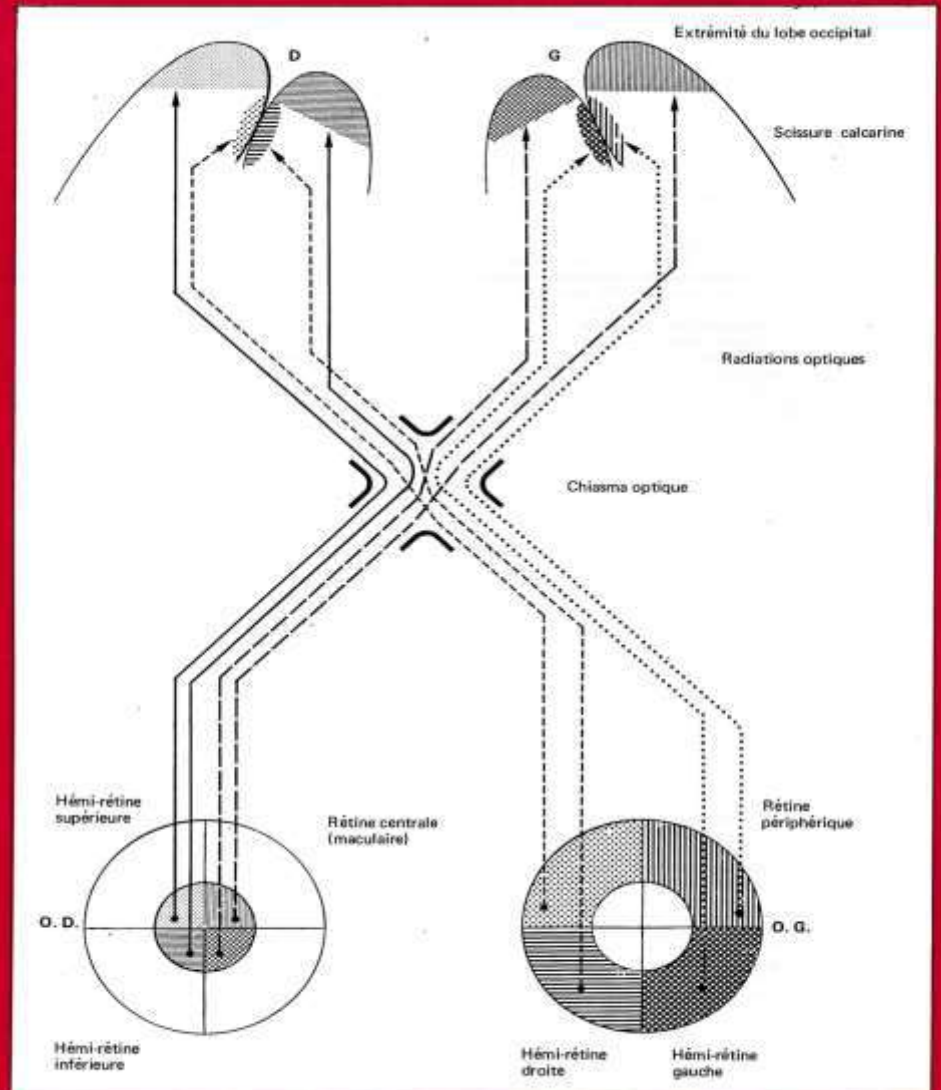
- Ils testent le **système photopique maculaire** si les voies visuelles sont libres, et teste celles ci lorsque c'est la macula qui est normale.

Les P.E.V. corticaux

L'électrophysiologie oculaire en pratique courante

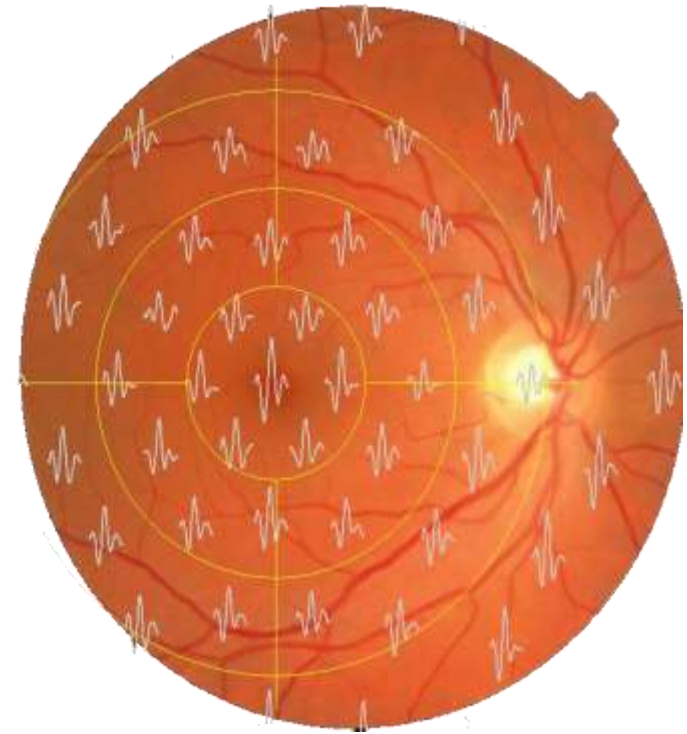


Installation du sujet face à la stimulation en damier



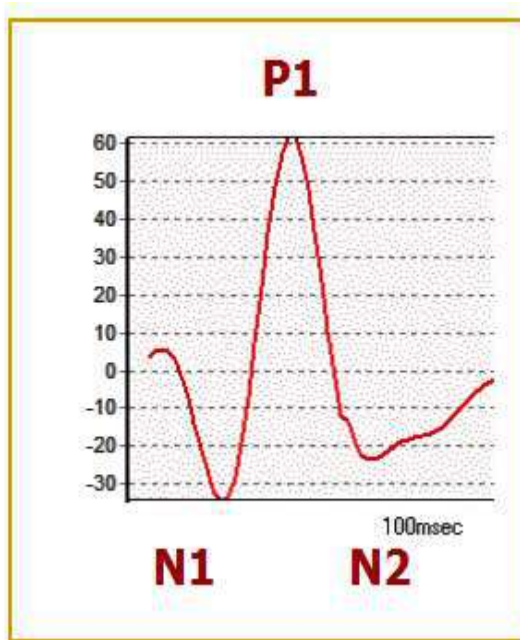
Chaque hémisphère voit (et regarde)
des deux yeux du côté opposé.

Réponses de l'ERG local – Comment ? Alternative : codage séquence-m...



Sujet normal : réponses locales

Ce sont les cellules bipolaires qui donnent des réponses « on » ou « off »



Onde de Kernel 1

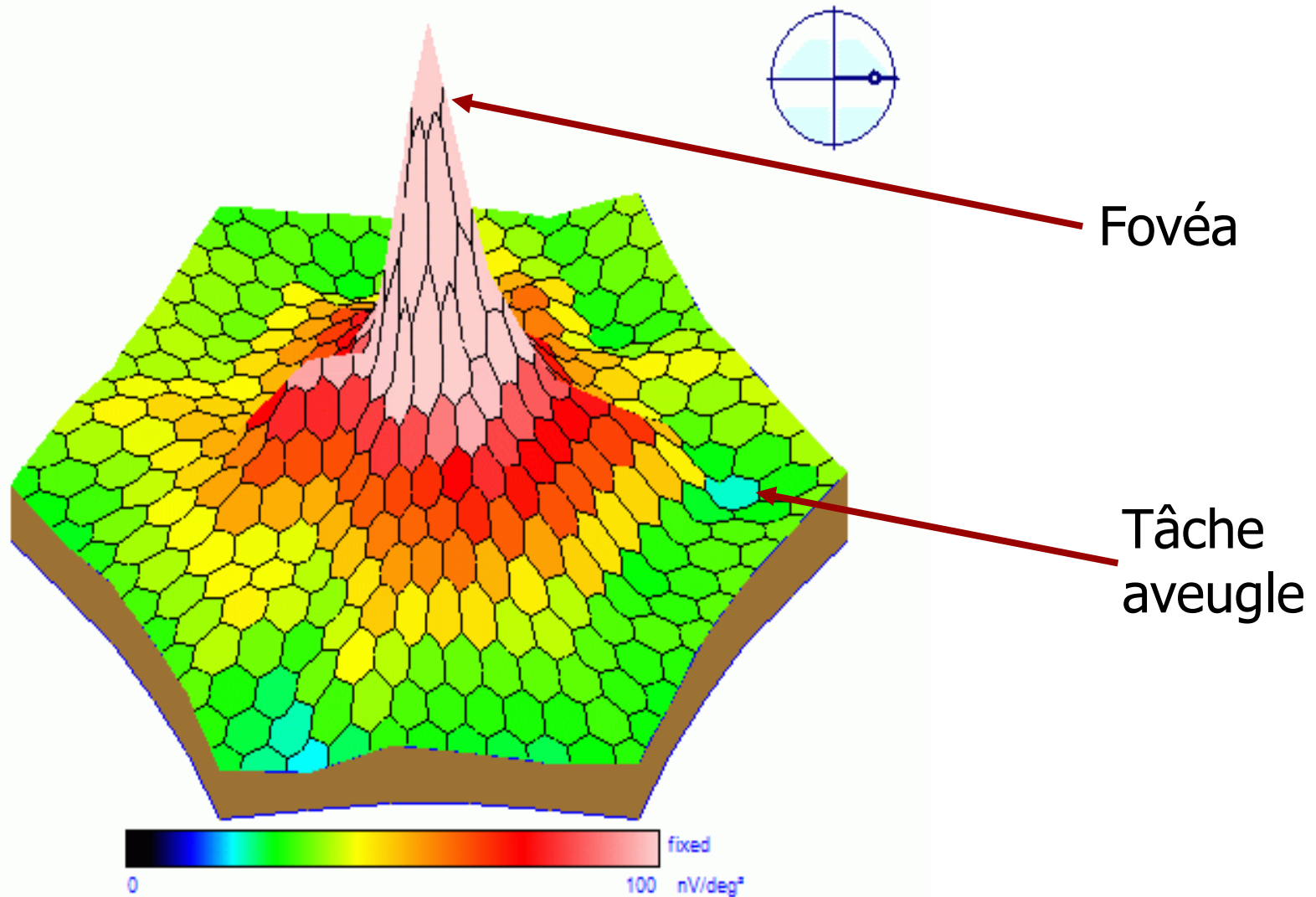
ERG MULTIFOCAL

Sujet glaucomateux

réponses normales sur les zones de scotome:

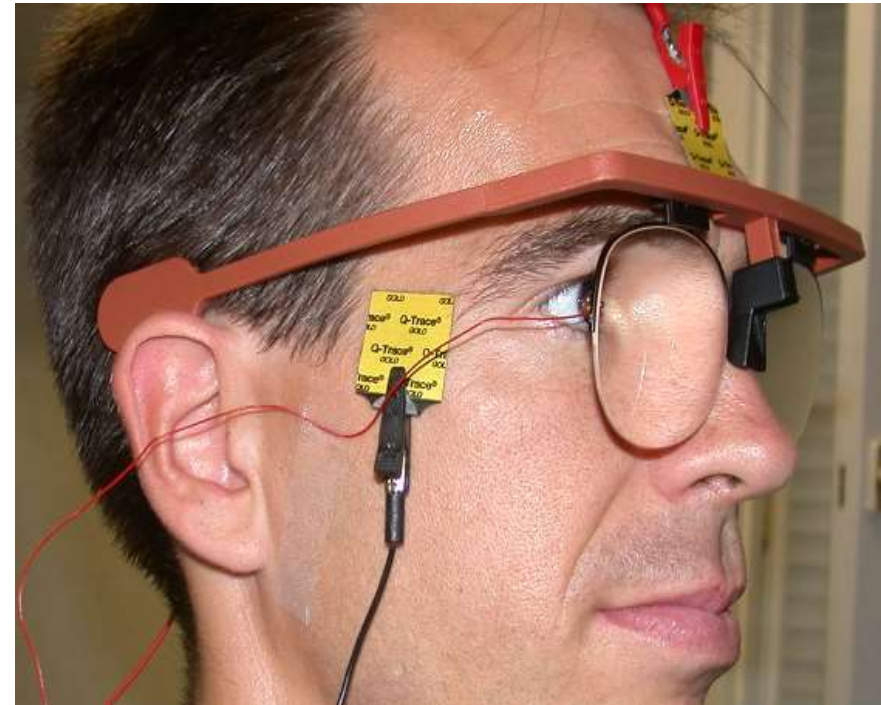
l'ERG M renseigne sur les couches les plus internes de la rétine, pas sur les cellules ganglionnaires.

Sujet normal : carte 3D de l'amplitude de P1



MERG: recommandations

- Adaptez le nombre de zones à la capacité de fixation du patient
- Dilatez les pupilles pour obtenir l'intensité maximale de stimulation
- Effectuez l'examen en monoculaire car certains patients peuvent perdre la fixation au niveau de l'oeil non dominant

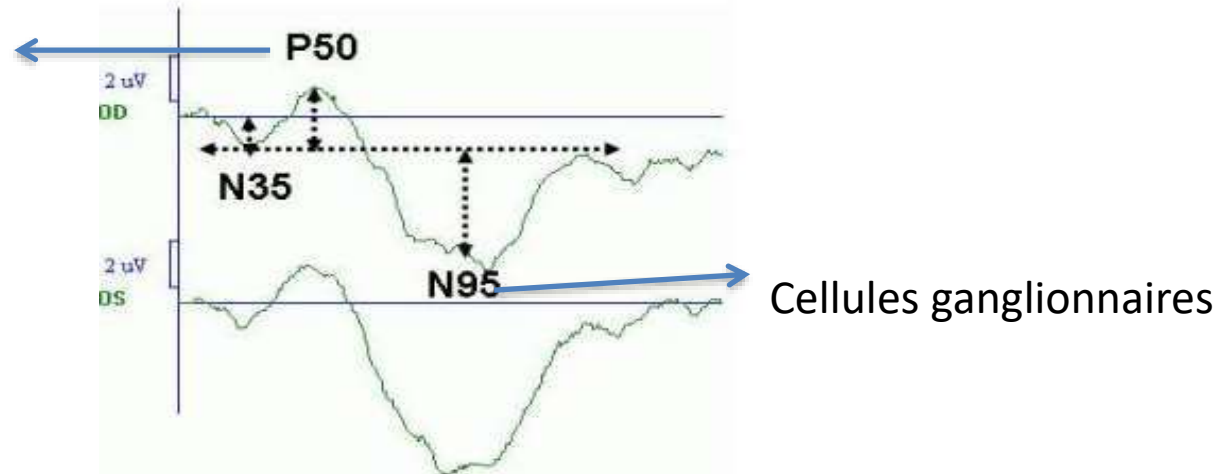


Intérêt Clinique de l'ERG Multifocal détonateur des P.E.V.

Le binôme cône-bipolaire génère les ondes P50 et N95



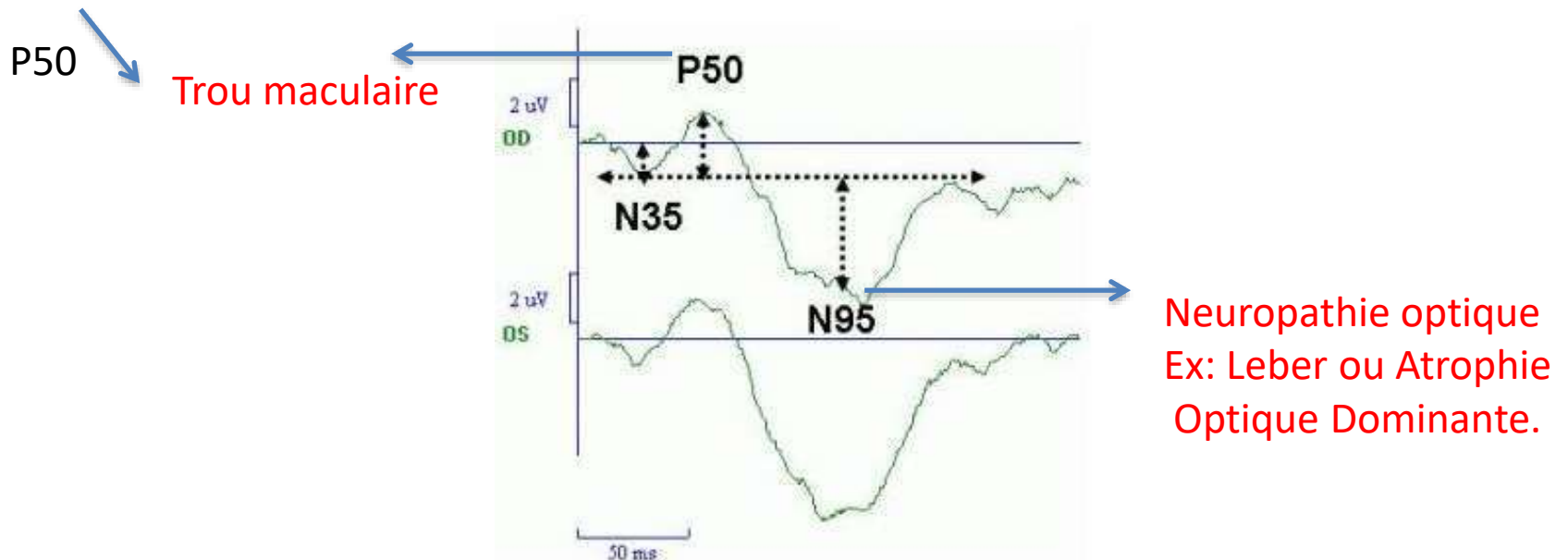
Cônes et bipolaires



L'ERG Patern disparaît si section du nerf optique (animal) et chez l'homme ayant une **névrite optique** transverse.

Autre intérêt : maladie de Best (Jarc-Vidmar et al. 2001). maladie de Stargardt, le P-ERG est le plus souvent non discernable même si l'acuité est normale.

Intérêt Clinique de l'ERG Multifocal détonateur des P.E.V.



P-ERG : témoin de récupération...

De la fonction maculaire

rétinopathie diabétique et après photo-coagulation périphérique ou para-maculaire, l'évolution de son amplitude permet de surveiller la récupération de la fonction maculaire (Ciavarella 1997).

Du champ visuel après décompression du NO.

D'une neuropathie toxique optique, (Froehlich-Kaufman, 1993).

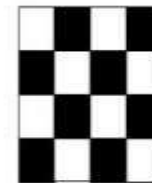
Les P.E.V. corticaux

Correspondances périmétriques et campimétriques:

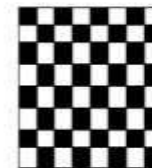
Une altération du champ visuel périphérique est compatible avec des potentiels évoqués visuels **normaux**.

Par contre, toute altération du **champ visuel central**, avec conservation de l'**acuité visuelle**, peut **éteindre les potentiels évoqués visuels**.

Damiers vus sous un angle de 15 degrés



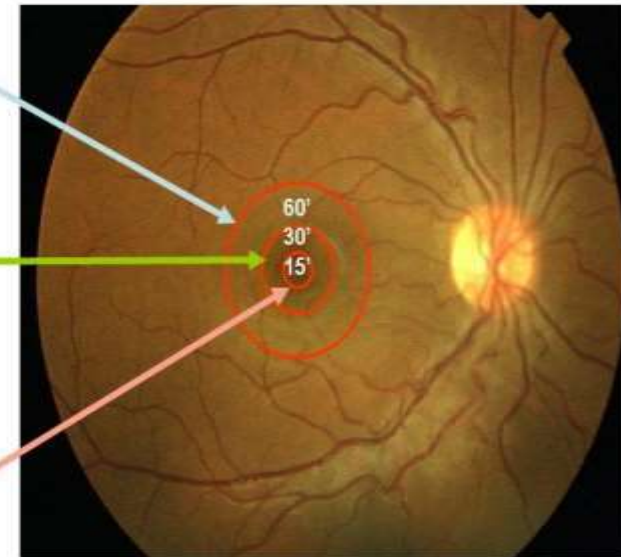
Cases 60°



Cases 30°



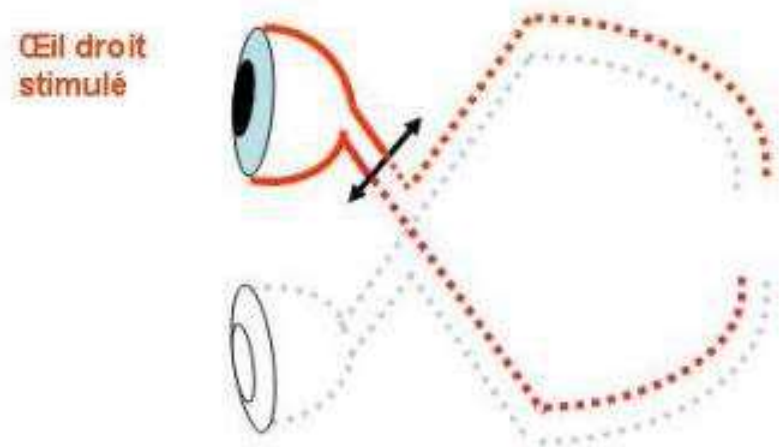
Cases 15°



Trois secteurs maculaires mis préférentiellement en activité par les cases de 60°, 30° et 15°

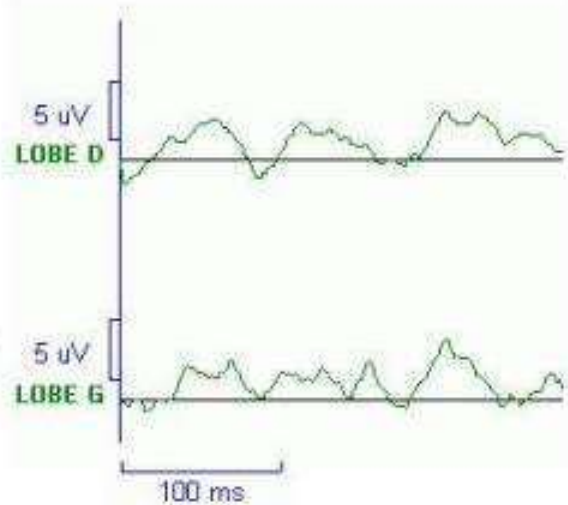
Figure V-5-2

Atteinte pré-chiasmatique droite



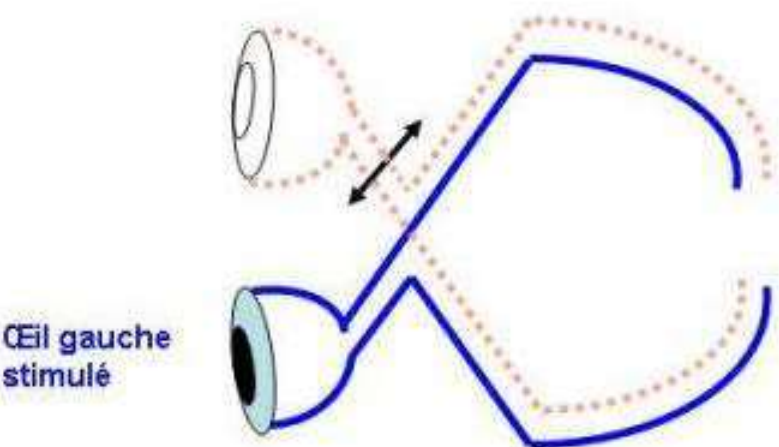
Lobe droit

Lobe gauche



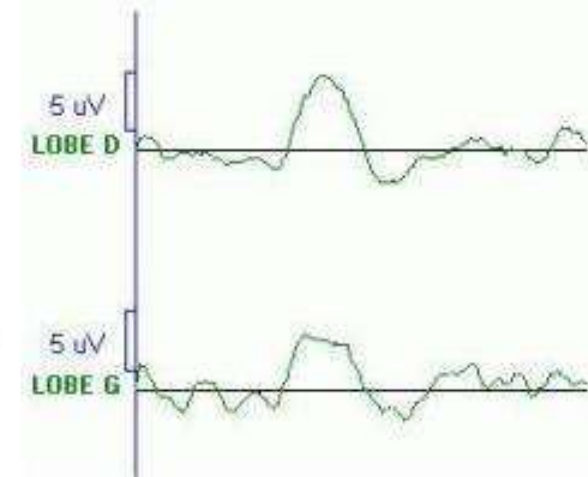
ERG flash et P-ERG normaux

PEV damier 30' OD
réponse lobe droit = lobe gauche = 0



Lobe droit

Lobe gauche



PEV damier 30' OG
réponse lobe droit = lobe gauche = +

Figure V-5-22

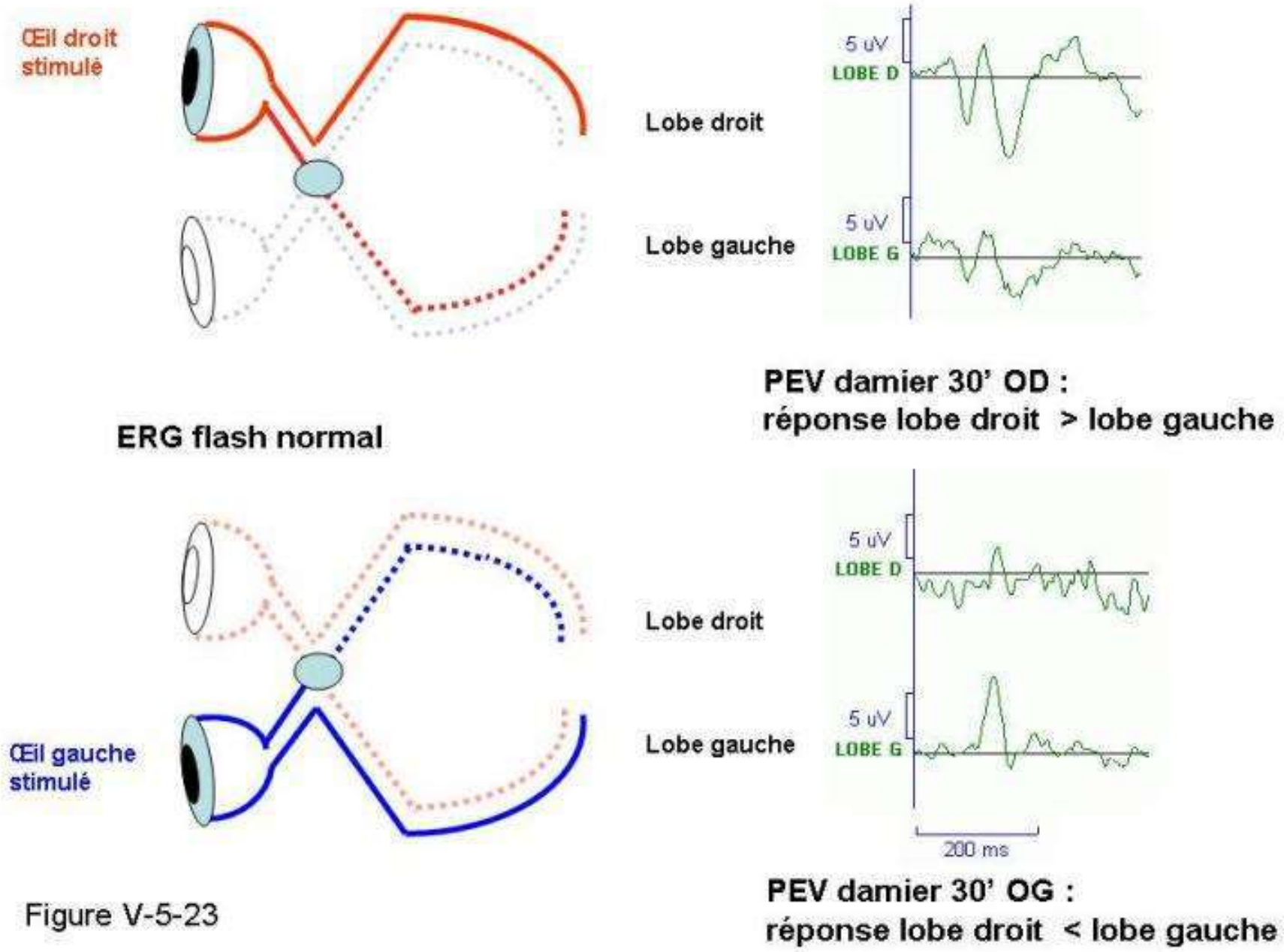
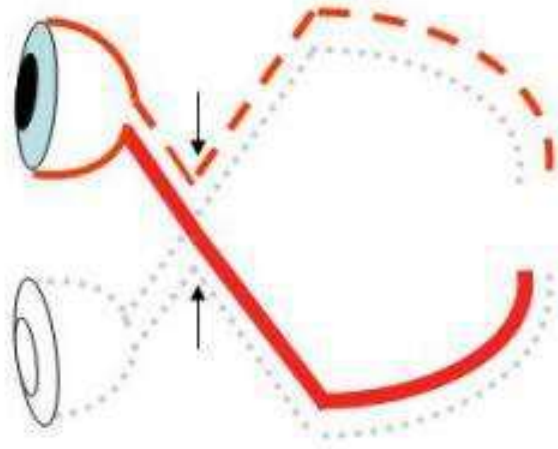


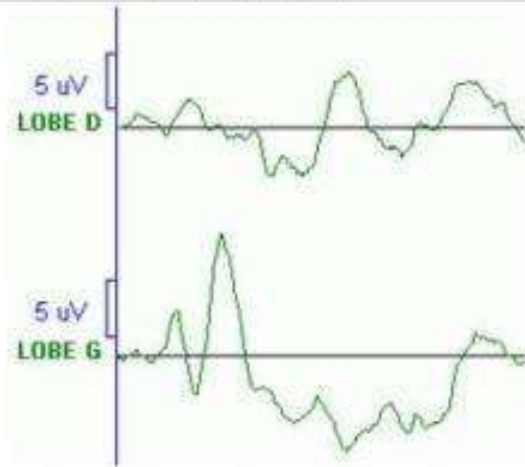
Figure V-5-23

Œil droit
stimulé



Lobe droit

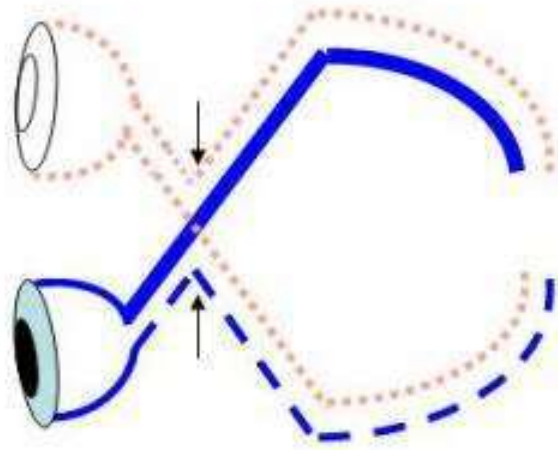
Lobe gauche



PEV flash OD

réponse lobe droit < lobe gauche

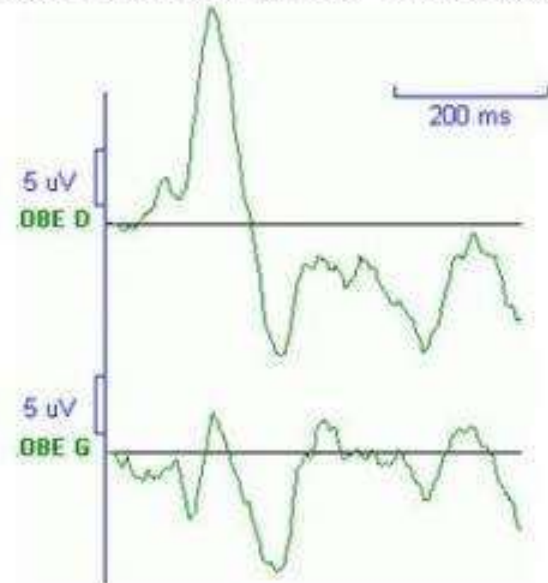
ERG flash normal



Œil gauche
stimulé

Lobe droit

Lobe gauche



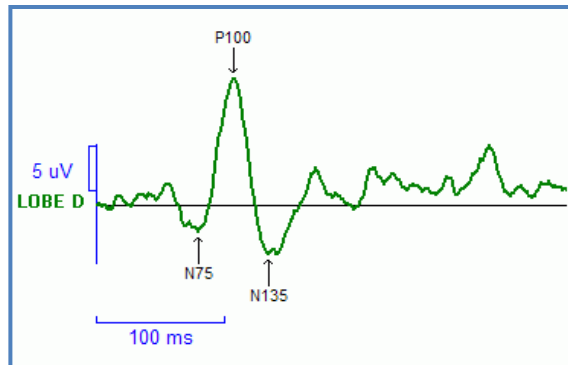
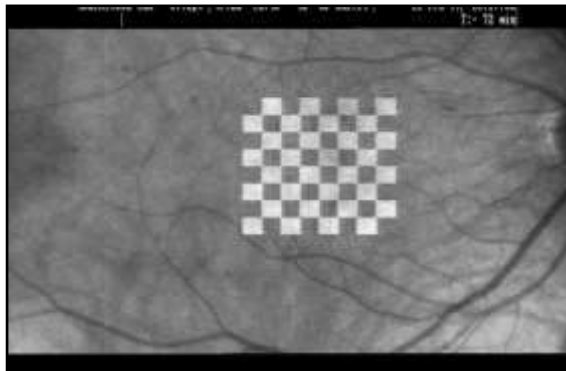
PEV flash OG

réponse lobe droit > lobe gauche

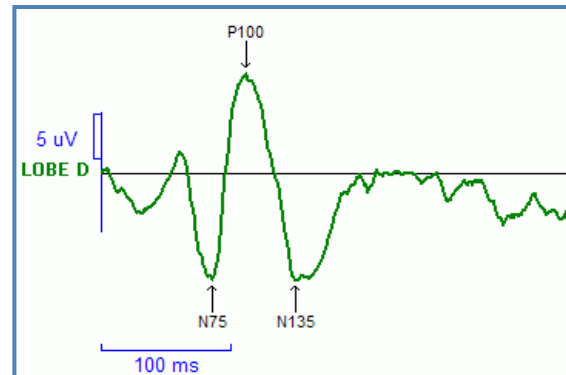
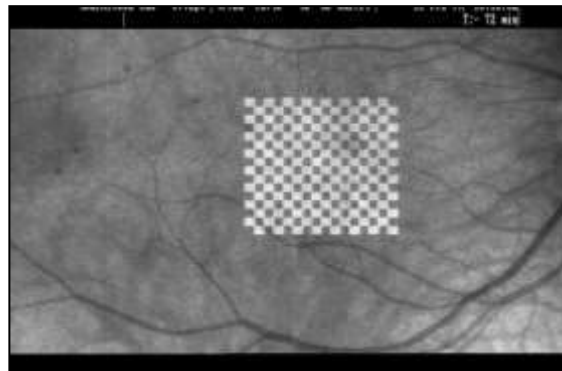
Figure V-5-24

Estimation de l'acuité visuelle

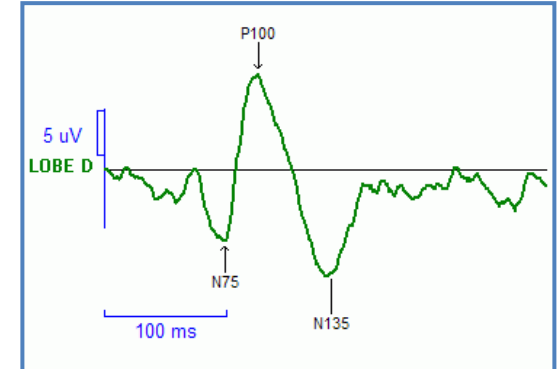
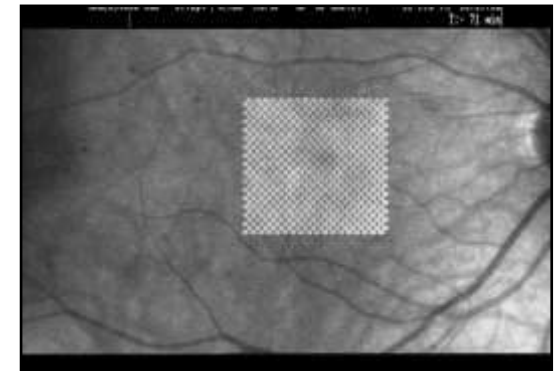
Check size
60 arc min



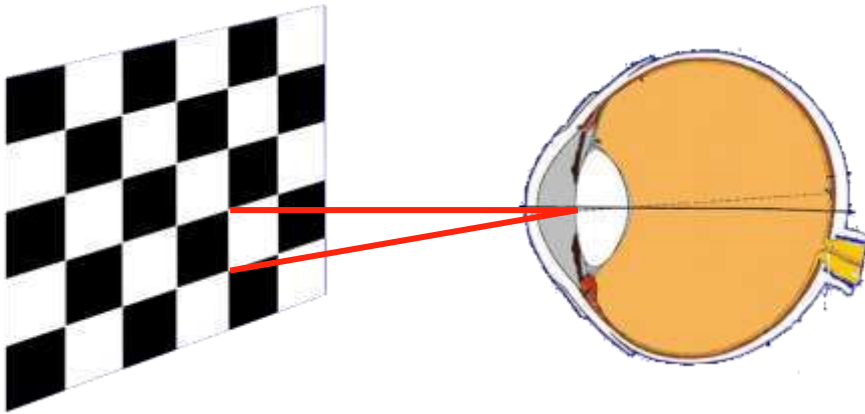
Check size
15 arc min



Check size
7 arc min



Estimation de l'acuité visuelle



Check size (arc minute)	Acuité visuelle
30	0,03
15	0,07
7	0,14
3	0,33
1	1,0

Indications -Oculaires, Neuro-Ophtalmologiques, Neurologiques

Indications –Oculaires:

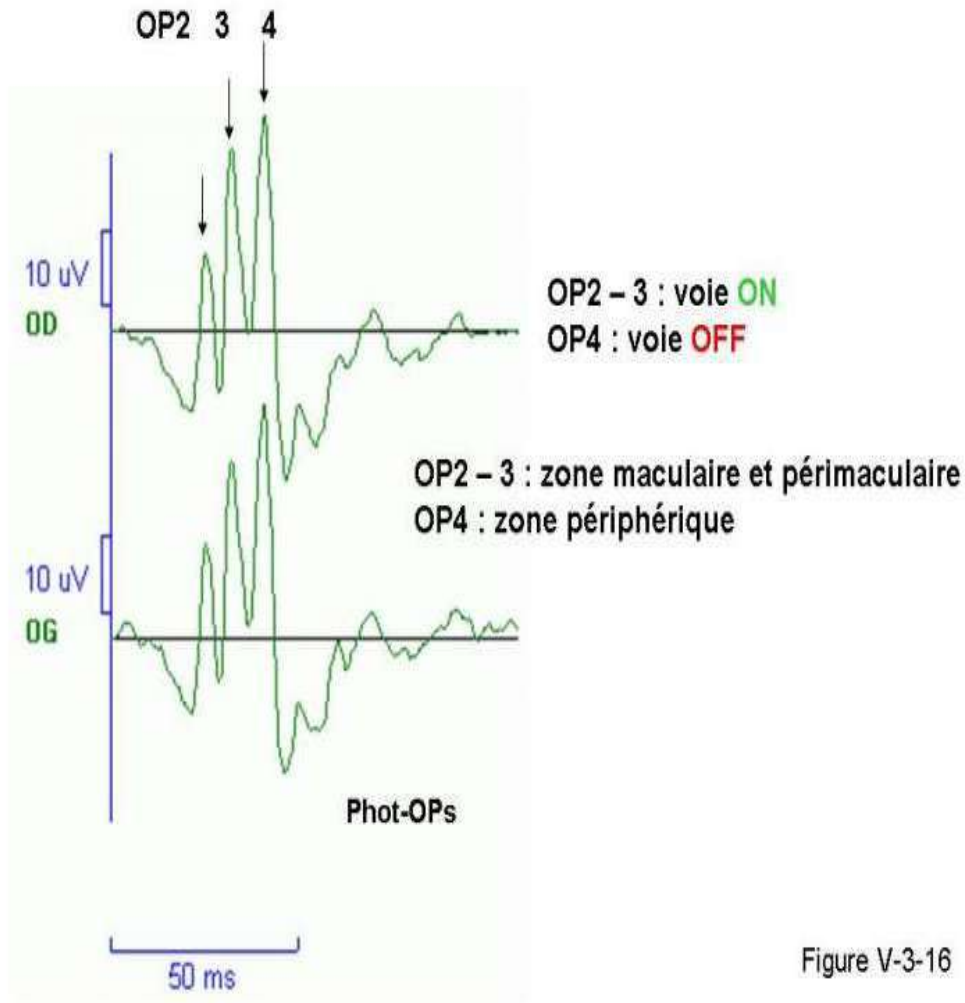
D.M.L.A. souffrance photopique

- Chorio rétinite maculaire réponse dépendant de la localisation et de l'étendue des zones touchées.
- Dyschromatopsie congénitales: le sommet de l'onde b (onde x) est absente dans l'achromatopsie, la protanopie.
- Dyscchromatopsie acquise, la composante « x » ici n'est pas abolie.
- Héméralopie: Syndrome scotopique, l'onde b dépend en amplitude de la teneur du sang en Vit A.
- Dégénérescence tapéto-rétiniènne: rétinite pigmentaire, où l'ERG est absent dans la RP primitive.
- Glaucome: Jayle avait déjà trouvé des altérations dans le glaucome congénital.

Indications -Oculaires, Neuro-Ophtalmologiques, Neurologiques

- Sidéroses oculaires, les perturbations apparaissent progressivement de l'hypernormalité à l'extinction: **les troubles ERG précèdent les signes cliniques.**
- Décollement de rétine, l'ERG dépend de l'étendue, un ERG sub normal sur l'œil adelphe est un signe de prédisposition selon Sédan et Farnarier.
- Uvéites : l'ERG dépend de l'étendue de l'atteinte rétinienne.
- **Cataractes**, opacités cornéennes: débutantes: la diffraction de la lumière donne une légère augmentation de l'amplitude. L'ERG-PEV apporte de précieux **renseignements sur l'état fonctionnel** de la rétine que ne peut apporter l'O.C.T.
- Atrophie optique et névrites optiques, ERG normaux, onde N95 de l'ERG M normal, PEV altérés .

ERG et Glaucome:



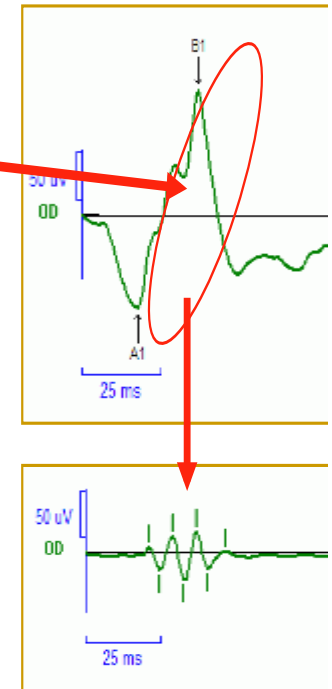
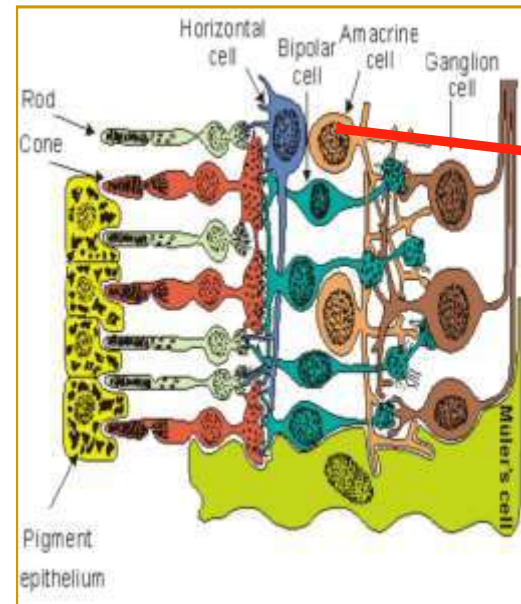
Glaucome : diminution
de l'amplitude des OPs

Figure V-3-16

Indications -Oculaires, Neuro-Ophtalmologiques, Neurologiques et générales:

Dans le **diabète** les **potentiels oscillatoires** provenant des cellules **Amacrines** sont altérés

potentiels oscillatoires



Modifications des P.E.V.

- **L'intérêt économique des PEV** : les injections (IVT) pour la DMLA coûtent autour de 800€ l'ampoule, le nombre d'injections est basé sur l'évidence de l'amélioration : **L'électro physiologie apporte une preuve d'amélioration scientifiquement sûre sur le plan physiologique.**
- On observe un certain nombre de maculas anatomiquement « guéries » et fonctionnellement désespérément muettes.
- L'électrophysiologie oculaire peut aider à prédire un échec ou justifier un traitement prolongé de coût élevé.

Modifications des P.E.V.

Conséquences de la **démyélinisation des axones SEP (sur les nerfs optiques et le Chiasma)**.

La SEP altère les séquences d'arrivée dans le temps des signaux au niveau cortical, désynchronise les variations de champs de potentiel corticaux et modifie les caractéristiques des ondes des PEV.

De même un **retard de maturation corticale ou de la myélinisation des voies visuelles** (Syndrome de Beauvieux).

Baisse d'acuité et aspect normal au FO

Si les ERG sont normaux les PEV parleront de la perméabilité des voies optiques.

Les pathologies ischémiques, toxiques, et les compressions chiasmatiques modifieront les PEV.

L'amblyopie peut être suivie pendant la rééducation, les PEV se normaliseront en cas d'évolution favorable. Là aussi l'amélioration électro-physiologique précède le résultat final.

Acuité visuelle normale et neuropathie possible:

Si l'acuité est bonne mais qu'on soupçonne une neuropathie, les PEV seront précieux pour affirmer l'atteinte des voies optiques.

Ce que vous pourriez retenir:

On observe que le glaucome débutant donnait des modifications des PEV et ERG.

ERG-PEV examen simple

Complémentaire de l'OCT (RNFL)



Dans la DMLA l'intérêt des ERG-PEV est considérable

Examen peu coûteux

Evite des traitements inutiles



Le nombre d'affections où l'électrophysiologie de l'œil est perturbée est aussi important que le nombre de maladies rétinienne

L'état fonctionnel de la rétine est certifié

Le ménage à trois OCT-ERG-PEV explique l'intérêt de l'ERG focal.

Conclusion

- ✓ **Premier défi**: il est **technique** bien que d'énormes progrès depuis 70 ans aient été réalisés.
- ✓ **Le deuxième** est d'**étudier attentivement** nos patients en comparant les tracés;

L'expertise de chacun ne s'obtient pas du jour au lendemain mais chaque ville devrait avoir un ophtalmologiste intéressé par ces techniques. Il faut être réaliste, le prix du matériel n'est pas neutre et se situe entre 25 000 € et 35 000 € HT.

L'étude des ERG-PEV dans la nomenclature sous le code ADQP007 est remboursée 80,64€.

- ✓ **Le troisième défi**, est celui de l'accomplissement de **notre devoir déontologique**:

Garder le cap sur l'objectif: mieux cibler les traitements, pour soigner mieux.

Merci de votre attention !