

ERG MULTIFOCAL

Principes et
méthodes

Jacques.charlier@metrovision.fr



ERG MULTIFOCAL

- avant propos -

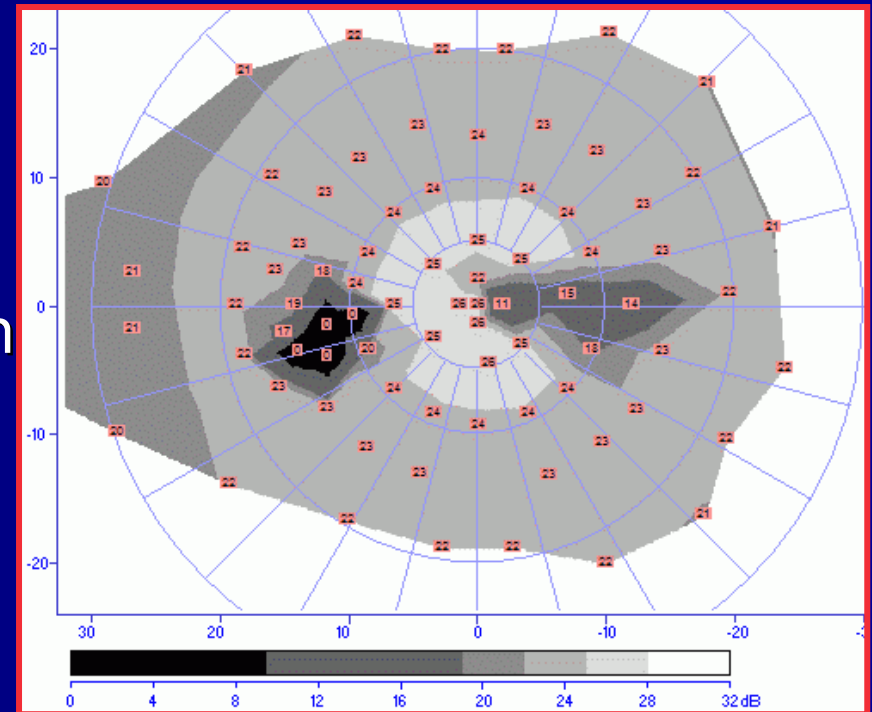
L'examen de l'ERG multifocal fait appel à des techniques de traitement du signal qui ne sont pas enseignées à la faculté de médecine (ni dans les écoles d'ingénieur). Les rares documents explicatifs font appel à un jargon de spécialistes et ne sont pas véritablement orientés vers l'utilisateur clinicien.

Ce document essaie de répondre aux besoins de ce dernier en expliquant en langage simple les principaux choix qui sont offerts au clinicien pour la réalisation des examens et leur interprétation. Il ne sera donc pas question ici de la théorie des groupes de Aristide Galois (mathématicien Français, 1811 – 1832) dont les travaux sont l'un des fondements des techniques de codage actuelles), ni des équations intégrales de Vito Volterra (mathématicien Italien, 1860-1940) utilisées pour l'analyse de systèmes non linéaires (les fameux kernels) ni de nombreux autres...

Pourquoi l'ERG multifocal?

- la périmétrie "classique" a des limites :

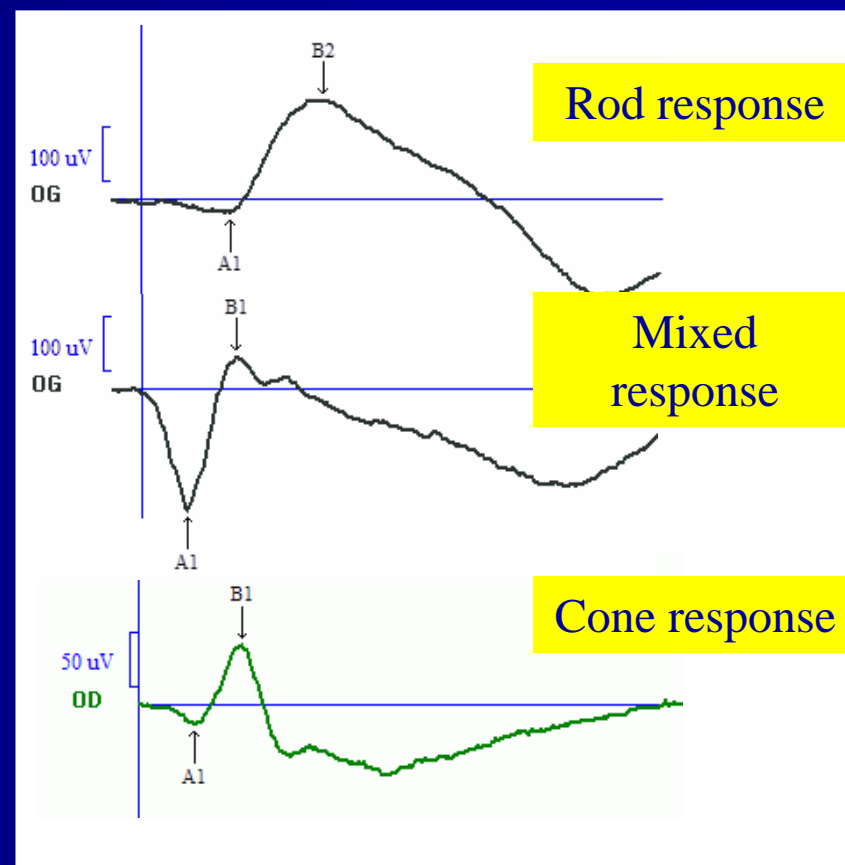
- elle n'est pas spécifique des fonctions rétiniennes
- elle nécessite une coopération importante



Pourquoi l'ERG multifocal?

■ l'électro rétinographie "classique" a également des limites:

- elle fournit une réponse globale de la rétine et ne détecte donc pas les déficits de petite dimension
- elle ne fournit pas d'information sur la localisation des déficits



ERG "local" :

La solution idéale, mais ...

- La réponse « locale » :
très faible amplitude
(1% de l'ERG photopique = 1 microvolt)
- Les "bruits":
mouvements oculaires >> 10 microvolts pour 1 degré
clignements >> 100 microvolts
...

Méthode « classique » (moyennage)

De nombreuses recherches n'ont pas abouti..

- Brindley & Westheimer 1965
- Beinhocker & al 1966
- Hache & al 1972
- Henkes & Van Lith 1973
- ...

Méthode « classique » (moyennage)

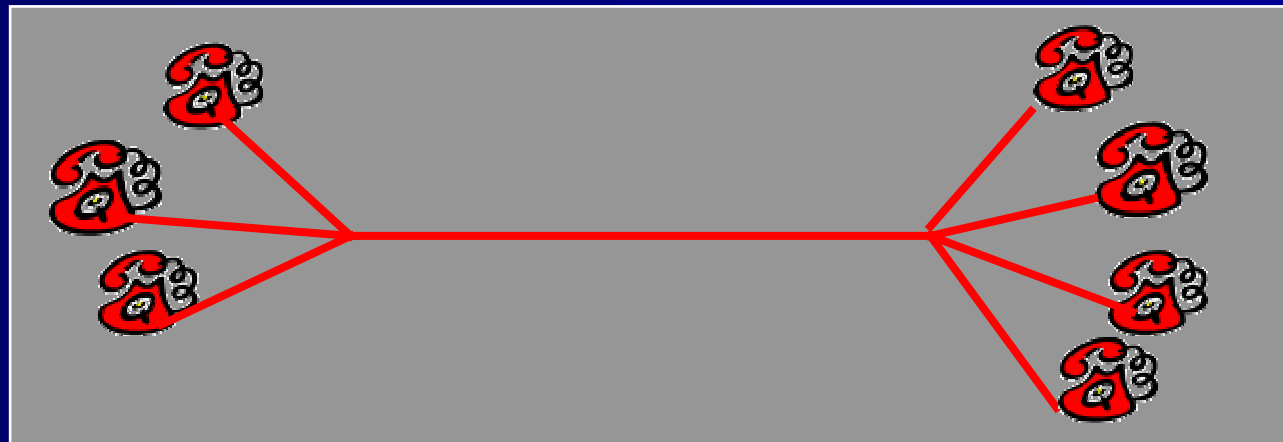
- 100 secondes par zone de 2 degrés...
- X 100 zones
- = 10 000 secondes ou plus de 3 heures d'examen

➔ **NON APPLICABLE EN CLINIQUE**



Techniques de codage l'autre approche ...

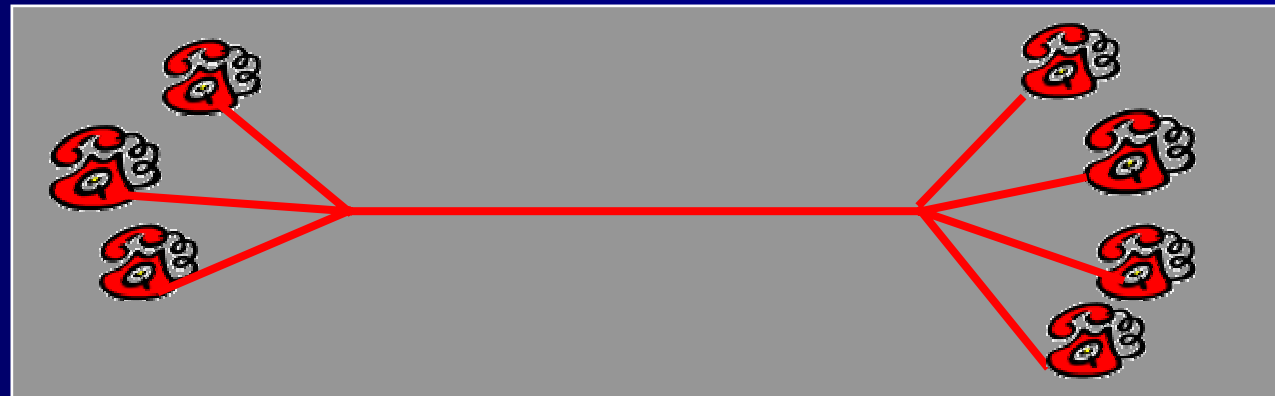
- se sont considérablement développées depuis 1960 dans le militaire, les télécommunications, le GPS,...
- Leur objectif: faire passer simultanément un grand nombre de signaux par un même canal en évitant les interférences:



Techniques de codage

Leur principe

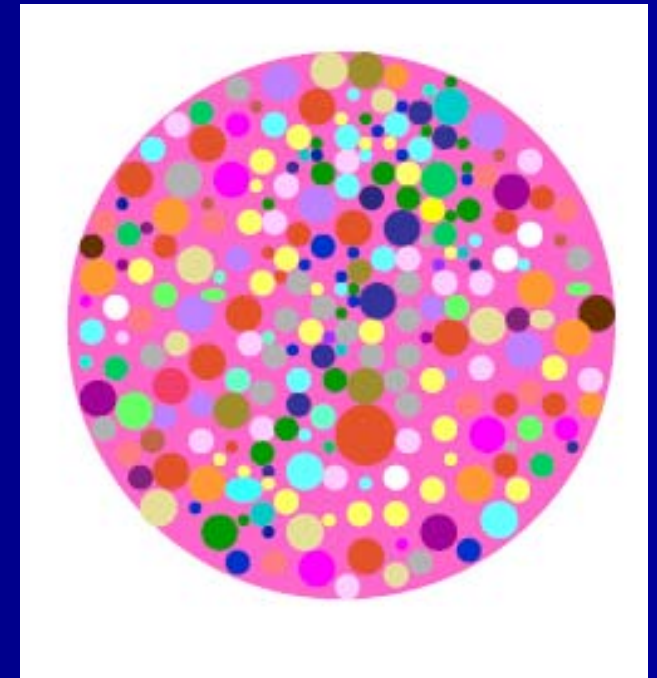
- chaque signal est transcrit avec un code différent
- l'ensemble est mélangé et transmis en un signal « global »
- le décodage du signal « global » permet de retrouver chacun des signaux émis



Techniques de codage: Un exemple pour ophtalmologistes...

- dans cette image unique, 3 messages simultanés sont codés chacun avec des couleurs différentes
- un « S » jaune
- un « N » gris clair
- une flèche combinant le bleu et le vert

On retrouve les 3 étapes de codage, transmission suivant un canal unique et décodage.



Techniques de codage: application à l'ERG multifocal

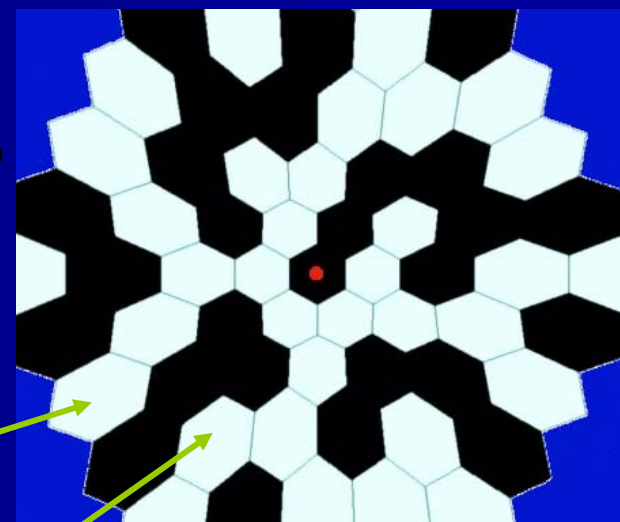
- toutes les zones sont stimulées
« simultanément », chacune avec une séquence codée et distincte de flashes;
- le signal ERG « global » est recueilli avec une seule électrode. Cette réponse « globale » est la somme de toutes les réponses « locales »;
- par décodage de la séquence des réponses « globales », on retrouve la contribution de chaque zone.



Techniques de codage: application à l'ERG multifocal

■ Propriétés des séquences de codage: un exemple pour 2 zones A et B de l'écran et pour une séquence de 512 stimulations:

- 128 stimulations comprennent A et B
- 128 stimulations avec A uniquement
- 128 stimulations avec B uniquement
- 128 stimulations sans A, ni B



Techniques de codage: application à l'ERG multifocal

■ Propriétés des séquences de codage:

→ si on somme les 256 réponses globales où A est stimulée et soustrait les 256 réponses globales où elle ne l'est pas:

les réponses de la zone B s'éliminent !!!
de même que les réponses des autres zones C, D, etc...
et on obtient la réponse locale de A

réponse locale en A =

$\frac{1}{256}$ (somme des réponses globales avec A
–somme des réponses globales sans A)

Techniques de codage: application à l'ERG multifocal

■ Propriétés des séquences de codage:

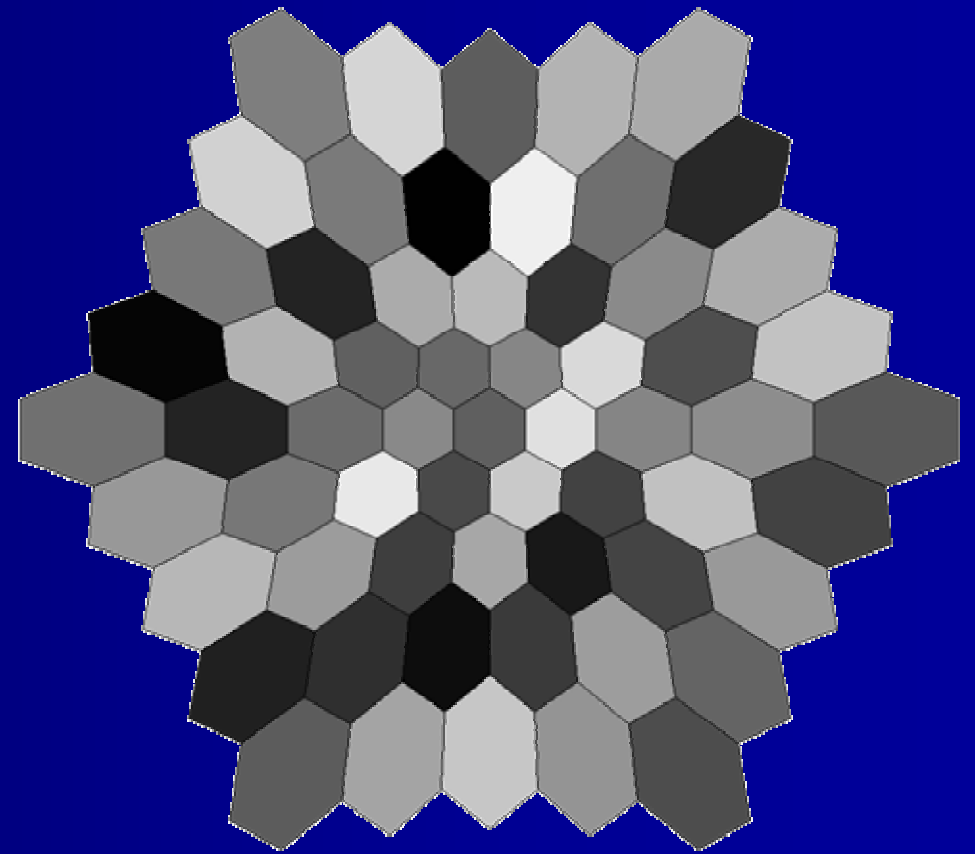
→ avec une séquence, la durée de l'examen d'un nombre quelconque de zones est environ 2 fois le temps d'examen d'une seule zone « élémentaire » par moyennage.

200 secondes au lieu de 3 heures !!!!



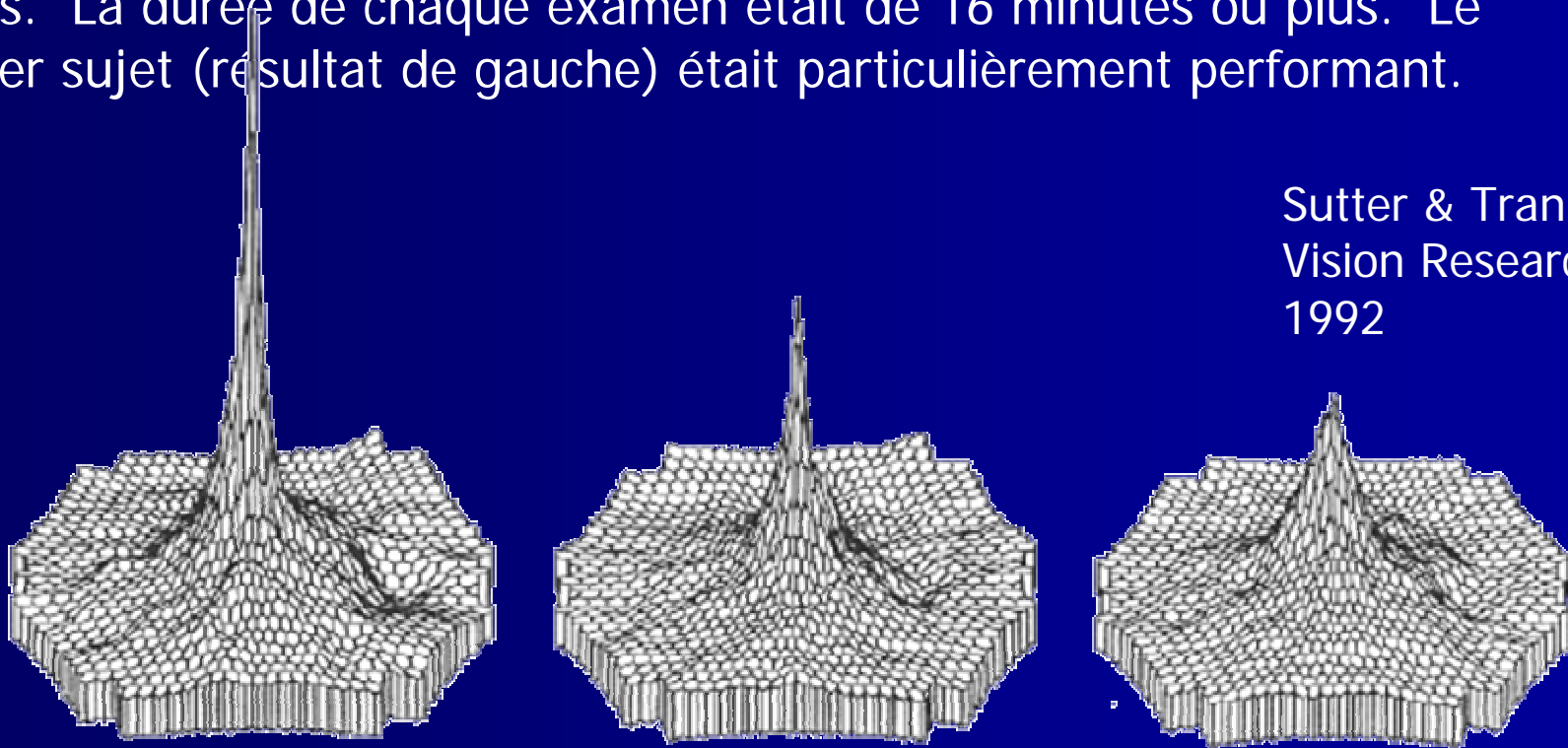
Quelle taille de zones choisir?

- la réponse locale dépend du nombre de photorécepteurs de la zone stimulée
- la taille des zones est ajustée en fonction de leur excentricité
 - zones de petite taille au centre
 - zones de grande taille en périphérie



Quelle taille de zones choisir?

Ces cartes des 23 degrés centraux ont été obtenues chez des sujets « de laboratoire » jeunes, très motivés et entraînés pendant de nombreuses heures. La durée de chaque examen était de 16 minutes ou plus. Le premier sujet (résultat de gauche) était particulièrement performant.

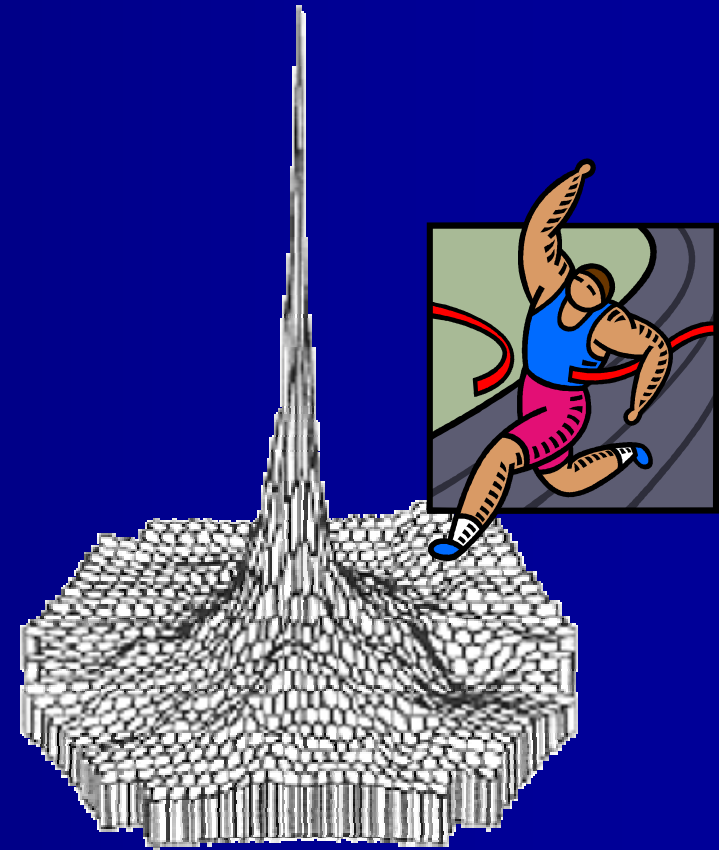


Sutter & Tran,
Vision Research,
1992

Quelle taille de zones choisir?

Mais...
tous vos patients ne sont pas capables de
courir un 100 m en moins de 10 s...

de même leurs performances ne sont pas
toujours celles d'un sujet de laboratoire.



Quelle taille de zones choisir?

Précision de la fixation nécessaire pour que l'amplitude des réponses du pic fovéolaire ne soit pas altérée de plus de 25%.

résultats en degrés
1 degré correspond à 6 mm sur l'écran de stimulation

Nombre de zones	Taille zone centrale	Précision de la fixation
19	5,4	1,3
37	4,0	1,0
61	3,4	0,8
91	2,7	0,6
127	2,2	0,55
169	2,0	0,5
217	1,8	0,45

Quelle taille de zones choisir? recommandations

- adapter la procédure (taille des zones) aux capacités de fixation du patient
- corriger la réfraction pour obtenir la meilleure fixation possible !!!
- stimuler l'attention du patient en utilisant le contrôle d'attention (appui sur poire de réponse quand la couleur du point de fixation change)
- réaliser l'examen en monoculaire, l'œil non dominant pouvant perdre la fixation après quelques temps d'examen



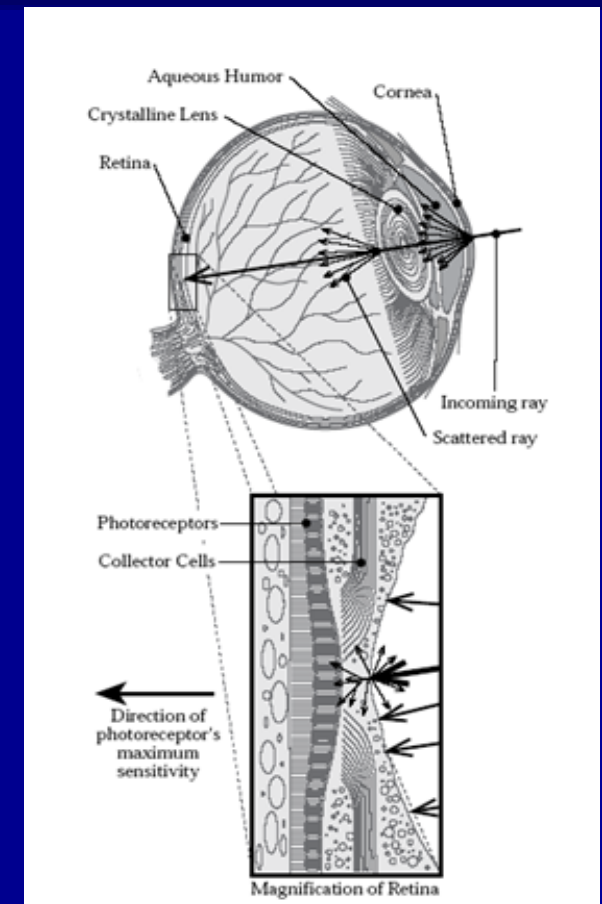
Comment éliminer la réponse à la lumière diffusée dans l'oeil

Une partie importante de la lumière émise par l'écran de stimulation n'arrive pas sur la zone correspondante de la rétine

Chez un individu de 60 ans (sans cataracte):

- 25% est absorbé
- 25% arrive sur la zone correspondante
- 50% est diffusé sur la périphérie

→ Le risque: avoir une réponse non pas de la zone stimulée mais de la périphérie



Comment éliminer la réponse à la lumière diffusée dans l'oeil

L'effet Stiles Crawford:

Les cônes sont directs et beaucoup moins sensibles à la lumière diffuse que les bâtonnets

On peut donc minimiser la réponse à la lumière diffusée en stimulant de façon sélective les cônes.



Comment éliminer la réponse à la lumière diffusée dans l'œil?

Le principe retenu est de saturer la réponse des bâtonnets sans altérer la réponse des cônes

- en périphérie: fond photopique blanc
- au centre: fond bleu



Quelles électrodes de recueil choisir?

3 fonctions importantes:

- Recueillir le meilleur signal possible
- Réduire les artéfacts à un minimum
- Ne pas altérer la stimulation visuelle

Quelles électrodes de recueil choisir? Recueillir le meilleur signal possible

L'amplitude de l'ERG est 2 fois plus importante au niveau de l'apex cornéen que sur la sclère.

Cela correspond à une durée d'examen 4 fois plus courte pour obtenir la même qualité de signal.

