

# Principes d'électro-oculographie et d'électro-nystagmographie chez l'homme

Autor(en): **Monnier, Marcel / Hufschmidt, H.J. / Dieterle, P.**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Bulletin der Schweizerischen Akademie der Medizinischen Wissenschaften = Bulletin de l'Académie Suisse des Sciences Medicales = Bollettino dell' Accademia Svizzera delle Scienze Mediche**

Band (Jahr): **8 (1952)**

Heft 5-6

PDF erstellt am: **23.06.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-307098>

## **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

## **Haftungsausschluss**

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Laboratoire de Neurophysiologie appliquée, Genève

## Principes d'électro-oculographie et d'électro-nystagmographie chez l'homme<sup>1</sup>

Par Marcel Monnier, Genève

en collaboration avec H. J. Hufschmidt et P. Dieterle

Les processus chimiques continuels de la rétine engendrent, même dans l'obscurité, une différence de potentiel permanente (Bestandpotential), que l'on peut dériver entre la cornée électro-positive et la paroi postérieure électro-négative du globe oculaire (fig. 1). La rétine est donc

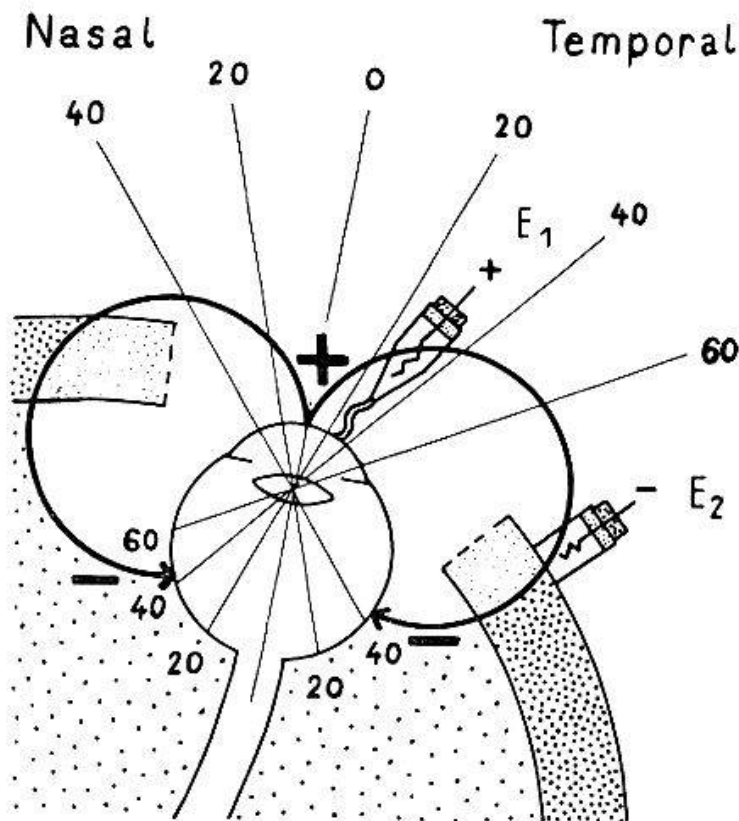


Fig. 1. Distribution des potentiels rétiniens entre la cornée électro-positive et la rétine électro-négative. ( $E_1$  = électrode cornéenne.  $E_2$  = électrode orbitaire.) (Figure tirée de: L'électro-rétinogramme de l'homme. M. Monnier: J. EEG. Clin. Neurophysiol. 1, 99.)

<sup>1</sup> Travail effectué avec une subvention de l'Académie Suisse des Sciences Médicales et avec un appareil d'Offner offert par la Rockefeller Foundation de New York.

un générateur d'activité électrique polarisé, à partir duquel s'étend un vaste champ électrique. L'axe de ce système polarisé se confond avec l'axe optique; quand ce dernier change de direction à l'occasion d'un mouvement du globe oculaire, l'axe du système polarisé change également de direction. Il en résulte une modification subite de la répartition des potentiels électriques dans les territoires péri-oculaires: orbite, front, tempe, joue. Dans ces conditions, il suffit de disposer des électrodes de façon adéquate au voisinage de l'œil, pour dériver des variations de potentiel caractéristiques des divers mouvements oculaires.

Après *Mowrer, Ruch et Miller (1936)*, *Fenn et Hursh (1937)*, nous avons entrepris l'étude systématique des principes de l'enregistrement électrique des mouvements oculaires (*Monnier et Hufschmidt 1950, 1951*). Nous avons appelé *électro-oculographie (EOG)* la technique, qui permet d'enregistrer les mouvements oculaires volontaires ou réflexes à la faveur des variations de potentiel cornéo-rétinien au moyen d'électrodes disposées au voisinage de l'œil. L'utilisation d'oscillographes à encre, à plusieurs dérivations et le placement d'un grand nombre d'électrodes sur le visage et le cuir chevelu, à partir de l'œil, nous ont permis de déterminer l'étendue du champ électrique cornéo-rétinien et la nature de ses variations au cours des mouvements oculaires simples ou complexes. Ces explorations ont révélé le mode de placement le plus adéquat des électrodes pour l'enregistrement de l'électro-oculogramme des deux yeux simultanément:

### *A. Electro-oculographie (EOG)*

#### *Technique*

Une série d'électrodes impolarisables, constituées chacune par un disque d'argent chloruré, sont collées avec du collodion sur la peau, au voisinage de l'œil, le long de deux méridiens verticaux et de deux méridiens horizontaux (fig. 2). Les chaînes d'électrodes permettent de dériver les variations de potentiel de l'œil par la méthode dite bipolaire. Étant donné que chaque dérivation est reliée à la dérivation adjacente par une électrode commune, un mouvement de l'œil se traduit par une variation de potentiel, qui apparaît simultanément sur 2 ou 3 dérivations adjacentes. L'amplitude et le sens de la déflexion diffèrent alors, de dérivation en dérivation, en fonction des rapports spatiaux de chaque dérivation avec l'axe du système polarisé. Il importe naturellement que toutes les dérivations soient couplées dans la même direction, c'est-à-dire, du nez à la tempe pour les chaînes horizontales et du front au menton pour les dérivations verticales.

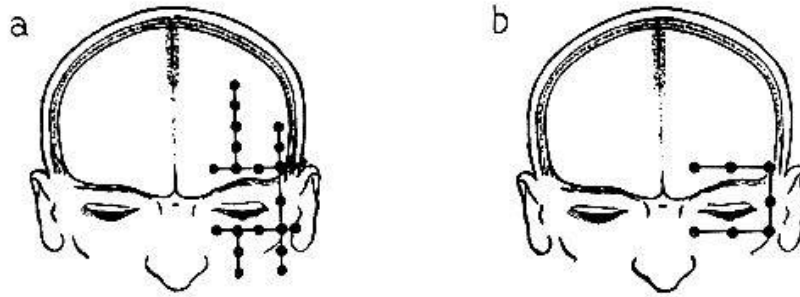


Fig. 2. Placement des électrodes pour la dérivation de l'électro-oculogramme. a) Chaînes horizontales et verticales. b) Chaîne péri-oculaire pour l'enregistrement des mouvements rotatoires. (Figure tirée de: Das Elektrokulogramm [EOG] und Elektronystagmogramm [ENG] beim Menschen. Helv. Physiol. Acta 9, 349.)

Pour l'analyse des mouvements horizontaux, les électrodes sont disposées le long de 2 méridiens horizontaux sus-orbitaire et sous-orbitaire (fig. 2a). La chaîne supérieure passe au-dessus du sourcil; elle va de la ligne médiane à la région supra-auriculaire et se compose de 7 électrodes, dont la 2e est située au-dessus de la pupille et la 4e au-dessus du bord temporal de l'orbite. Parallèlement à cette chaîne sus-orbitaire, on dispose, au-dessous du bord inférieur de l'orbite, une chaîne d'électrodes qui s'étend du nez au conduit auditif externe. La 2e électrode de cette chaîne sous-orbitaire est située au-dessous de la pupille et la 4e électrode sur une ligne verticale passant par le bord externe de l'orbite; elle correspond à la 4e électrode de la chaîne sus-orbitaire.

Pour l'analyse des mouvements verticaux, on dispose les électrodes en chaîne verticale: l'une passe par le milieu de la pupille, avec 5 électrodes au-dessus de l'œil et 3 électrodes au-dessous de l'œil; l'autre passe par le bord temporal de l'orbite. La 3e électrode de cette chaîne verticale, comptée de haut en bas, est la même que la 4e électrode de la chaîne horizontale sus-orbitaire, comptée à partir de la ligne médiane.

Pour l'enregistrement des mouvements rotatoires, on dispose les électrodes à la manière d'un cadre autour de l'orbite (fig. 2b). Le bord supérieur du cadre est représenté par une partie de la chaîne sus-orbitaire; le bord inférieur est formé par une partie de la chaîne verticale passant par le bord externe de l'orbite.

Les électrodes en place, le sujet est étendu sur un divan, la tête

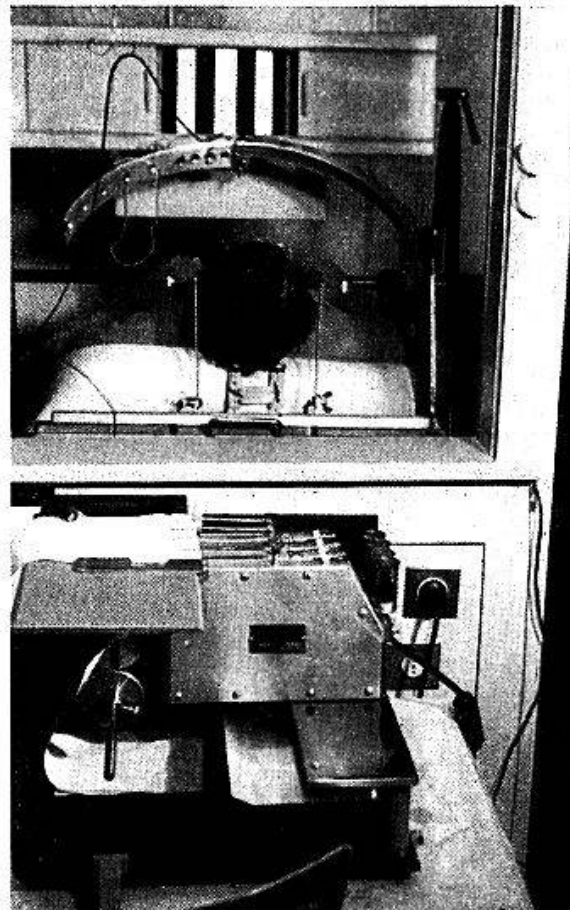


Fig. 3. Installation et appareillage pour l'enregistrement de l'électro-oculogramme et de l'électro-nystagmogramme. A l'avant-plan: dynographe d'Offner à 4 plumes. A l'arrière-plan: cage de Faraday et sujet étendu en face du périmètre. En arrière: tambour strié pour l'enregistrement du nystagmus optocinétique.

sur un appuie-nuque, immobilisé par 2 tampons à vis appliqués contre les tempes. L'œil conducteur fixe un point situé sur l'axe du périmètre à 30 cm de la rétine (fig. 3).

L'examen débute par l'enregistrement des déflexions qui correspondent aux mouvements élémentaires du regard. Au cours de cet *examen préliminaire*, qui sert en même temps d'étalonnage, le sujet est prié de fixer avec les deux yeux, ou avec un seul œil, un point lumineux qui s'allume sur l'arc du périmètre à  $2,5^\circ$ , puis à 5, 10, 20, 30, 40, 50 et  $60^\circ$  du point de fixation. Après chaque déviation, le regard revient au point 0. On étudie successivement les déviations progressives du regard à droite, à gauche, vers le haut, puis vers le bas.

Les potentiels dérivés sont amplifiés à l'aide d'amplificateurs à valve (couplage condensateur-résistance), puis enregistrés sur papier au moyen d'oscillographes électro-magnétiques à constante de temps moyenne: électro-encéphalographe de *Grass* (constante de temps 0,1), ou électro-encéphalographe d'*Offner* (constante de temps 0,2).

Toute déviation angulaire du regard se traduit par une déflexion oscillographique, dont l'amplitude peut être mesurée en millimètres, correspondant à un voltage donné en microvolts. On peut donc établir, à partir du tracé, qu'à une déflexion de  $x$  microvolts correspond une déviation angulaire du regard de  $y^\circ$ .

Quand la cornée, pôle positif du système rétinien polarisé, se rapproche d'une électrode, celle-ci devient électro-positive, ce qui se traduit, dans nos conditions de placement des électrodes, par une déflexion dirigée vers le bas. Au contraire, quand la cornée s'éloigne d'une paire d'électrodes, celle-ci devient négative par le fait que le pôle postérieur de l'œil électro-négatif s'est rapproché d'elle. Il en résulte une déflexion dirigée vers le haut.

### Résultats

Nous avons étudié la *distribution des variations du potentiel cornéo-rétinien à la surface du crâne* en fonction des divers mouvements oculaires et mis en évidence les règles suivantes (fig. 4):

#### I. Mouvements élémentaires

a) Un *mouvement oculaire d'adduction* de l'œil gauche, par exemple, produit, dans les dérivations horizontales sus-orbitaires et sous-orbitaires, une variation positive (déflexion vers le bas), décelable jusqu'au niveau d'une ligne verticale tangente au bord externe de l'orbite. En arrière de cette limite, on n'observe à la surface du crâne plus que des variations négatives (déflexion vers le haut), provenant de la proximité du pôle rétinien électro-négatif (fig. 4 a).

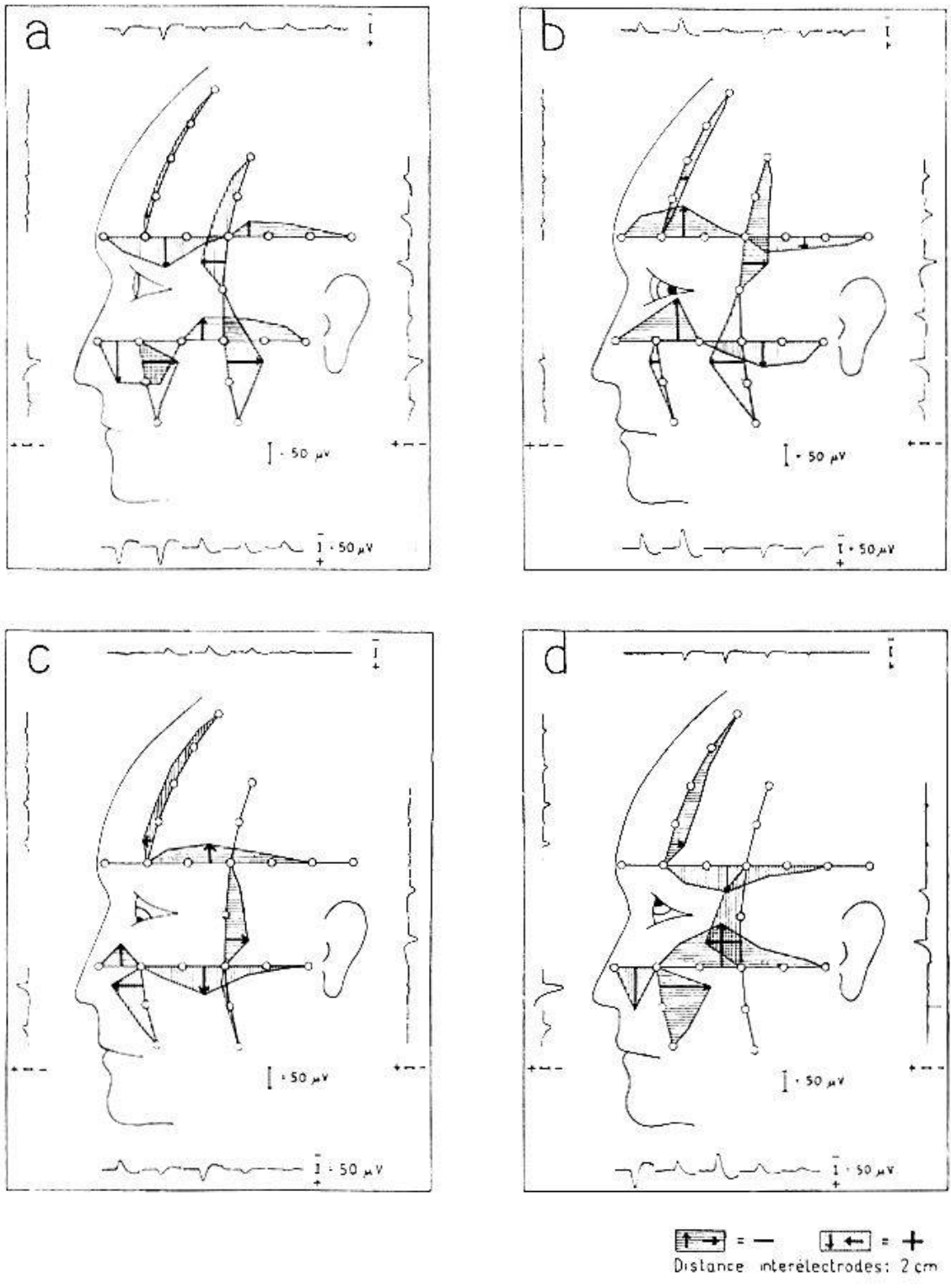


Fig. 4. Répartition des variations de potentiel cornéo-rétinien, détectées à la surface du visage et du crâne, au cours des 4 mouvements oculaires élémentaires. a) Adduction. b) Abduction. c) Abaissement. d) Elévation. (Figure tirée de: Das Elektrookulogramm [EOG] und Elektronystagmogramm [ENG] beim Menschen. Helv. Physiol. Acta 9, 351.)

b) Au contraire, un *mouvement d'abduction* de l'œil gauche produit, au niveau des méridiens horizontaux sus- et sous-orbitaires, une variation négative se traduisant par une déflexion vers le haut, en avant d'une ligne verticale tangente au bord externe de l'orbite (fig. 4b). Plus en arrière, on ne recueille plus que des variations positives, en rapport avec le fait que la cornée se rapproche des électrodes situées entre la tempe et l'oreille.

Les chaînes de dérivations verticales détectent peu de variations de potentiel au cours des mouvements oculaires horizontaux: sauf dans la région infra-orbitaire et malaire. Le mouvement de convergence porte le pôle postérieur de l'œil en dehors, de sorte qu'une déflexion, enregistrée dans la région sous-orbitaire latérale, est électro-négative (déflexion vers le bas). C'est exactement l'inverse pour le mouvement d'abduction, qui a pour effet de rapprocher la cornée des groupes d'électrodes infra-orbitaires et latérales.

c) L'*abaissement du globe oculaire* rapproche la cornée des électrodes infra-orbitaires. Il en résulte une déflexion positive dans les dérivations sous-orbitaires, latérales.

d) L'*élévation du regard* produit des déflexions positives dans les dérivations sus-orbitaires, latérales, et des déflexions négatives dans les dérivations sous-orbitaires latérales. Ici aussi, les déflexions sont plus prononcées dans le secteur sous-orbitaire latéral que partout ailleurs.

## II. Mouvements de rotation

Les mouvements de rotation d'un œil produisent une courbe complexe, dans laquelle l'analyse attentive permet de reconnaître une succession de composantes élémentaires (déflexion vers le bas ou vers le haut), qui correspondent chacune à une composante cinétique simple d'élévation, d'abduction, d'abaissement, etc.

L'électro-oculographie nous renseigne dans le cas des mouvements rotatoires sur la combinaison des tractions exercées par les divers muscles oculaires et permet de suivre les changements de groupement de ces tractions, au cours des diverses phases du mouvement de rotation. La méthode se prête aussi à l'analyse des troubles oculo-moteurs, résultant de la suppression d'une traction en cas de paralysie d'un muscle ou d'un groupe de muscles.

### Résultats de l'examen préliminaire d'étalonnage

L'étude des principes de l'électro-oculographie et de la distribution des variations de potentiel autour de l'œil nous a permis de repérer le

placement optimum des électrodes pour une dérivation simple et pratique de l'EOG et de l'ENG en clinique. Il s'agit de la *dérivation sous-orbitaire*, représentée par 2 électrodes symétriques par rapport à une perpendiculaire passant par le centre de la pupille (fig. 6). Elle permet de déterminer immédiatement quel mouvement chaque œil a effectué au cours d'un déplacement du regard.

Nous avons déjà précisé, qu'au cours de l'examen préliminaire, le sujet est prié de fixer avec les deux yeux, ou avec un seul œil, un point lumineux qui s'allume sur l'arc du périmètre à  $2,5^\circ$ , puis à  $5$ ,  $10$ ,  $20$ ,  $30$ ,  $40$ ,  $50$  et  $60^\circ$  du point de fixation. Après chaque déviation, le regard revient au point 0. On enregistre successivement les déflexions, qui correspondent à des déviations progressives du regard à droite, à gauche, vers le haut, puis vers le bas.

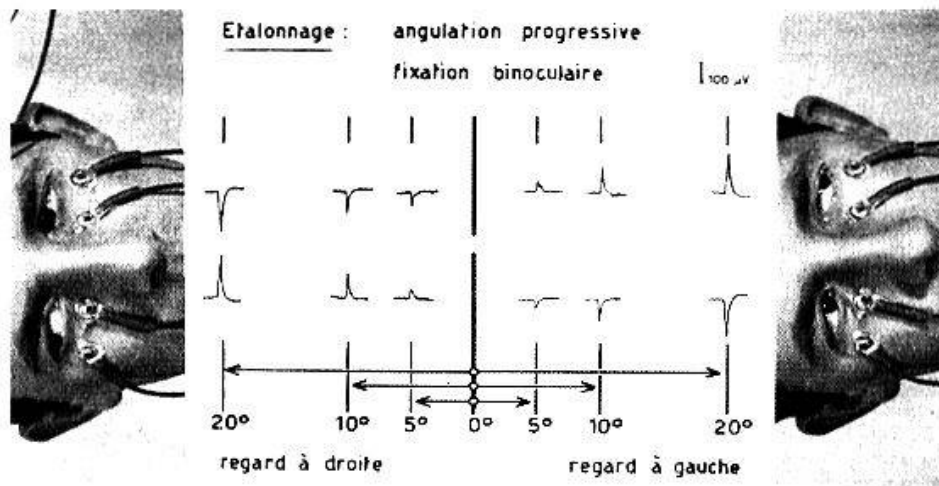


Fig. 5. Déflexions oscillographiques correspondant à des déviations horizontales du regard d'amplitude progressive. Fixation binoculaire. (Epreuve d'étalonnage.)

En cas de *fixation monoculaire*, l'expérience établit<sup>1</sup> qu'à une déviation angulaire progressive du regard sur le plan horizontal correspond une augmentation progressive de l'amplitude des déflexions oscillographiques (fig. 5). Elle montre en outre une opposition entre le sens de la déflexion correspondant au mouvement d'un œil et celle du même mouvement d'un autre œil. Quand le regard se porte à droite, on obtient a) à l'œil droit, une déflexion vers le haut, caractéristique d'une variation négative, provenant de ce que la cornée électro-positive s'éloigne de l'électrode nasale et que la rétine électro-négative s'en rapproche; b) à l'œil gauche, une déflexion vers le bas, caractéristique d'une variation positive, par le fait que la cornée se rapproche de l'électrode nasale.

<sup>1</sup> *Leksell* (1939), reportant sur l'axe des abscisses les déviations angulaires du regard de  $10$  à  $90^\circ$  et sur l'axe des ordonnées les déflexions oscillographiques correspondantes, exprimées en millimètres, avait aussi obtenu un rapport linéaire.



Le mouvement d'abduction, par exemple, se traduit toujours par une déflexion de direction opposée, mais d'amplitude égale, à celle du mouvement d'adduction. Au contraire, quand le regard dévie à gauche, les déflexions enregistrées ont une direction exactement opposée pour chaque œil à celle précédemment décrite, à l'occasion du regard à droite (opposition en miroir). Enfin, une déviation angulaire de  $20^\circ$  à un œil, le droit par exemple, se traduit par une déflexion de direction opposée, mais d'amplitude égale à celle de l'autre œil.

En cas de *fixation monoculaire*, l'électro-oculographie donne la possibilité d'enregistrer simultanément les mouvements oculaires de l'œil fixateur et ceux de l'œil consensuel occlus (fig. 7). Ainsi, quand l'œil droit fixateur exécute des mouvements horizontaux de plus en plus amples vers la droite (5, 10,  $20^\circ$ ), ces mouvements s'accompagnent de déflexions d'amplitude progressive. Il en va de même à l'œil gauche occlus, mais les déflexions correspondantes sont moins amples; elles subissent une réduction de 30% environ. On reconnaît donc sur le tracé les déflexions de l'œil consensuel à leur amplitude réduite.

### B. Electro-nystagmographie (ENG)

L'étude systématique des principes de l'électro-oculographie nous a donné la possibilité de perfectionner les méthodes d'enregistrement électrique du nystagmus, utilisées en son temps par *Meiers* (1929) et surtout par *Jung* (1939, 1948), *Jung et Toennies* (1948). Ces auteurs dérivait les variations du potentiel cornéo-rétinien provoquées par chaque mouvement du regard au moyen d'une dérivation bi-temporale. Ils obtenaient par ce moyen une succession de déflexions correspondant à chaque secousse rapide du nystagmus.

Les investigations électro-oculographiques de *Monnier et Hufschmidt* (1950, 1951) avaient révélé que la dérivation sous-orbitaire horizontale, située immédiatement au-dessous de la pupille, était la plus apte à capter les variations de potentiel correspondant aux secousses du nystagmus horizontal et qu'une dérivation sous-orbitaire verticale, disposée également dans le prolongement d'une perpendiculaire passant par le milieu de la pupille, était la dérivation de choix pour enregistrer le nystagmus vertical. La technique de *Monnier et Hufschmidt*, désignée sous le nom d'*électro-nystagmographie (ENG)*, s'est avérée capable de déceler des déviations angulaires de l'œil inférieures à  $2,5^\circ$ . Elle présente en outre l'avantage, sur les autres méthodes, de permettre l'exploration de chaque œil séparément et d'enregistrer les secousses de l'œil occlus (nystagmus consensuel).



Fig. 6. Placement optimum des électrodes pour l'électro-nystagmographie. Dérivation sous-orbitaire sous chaque œil. (La dérivation verticale au niveau du front à gauche a pour but le contrôle des réactions palpébrales. L'électrode médio-frontale sert à relier le sujet à la terre.)

### *Technique*

Le sujet est préparé comme pour l'électro-oculographie. On se contente toutefois d'une dérivation sous-orbitaire horizontale ou verticale sous chaque œil, selon que l'on se propose d'enregistrer le nystagmus horizontal ou vertical. Une autre dérivation est disposée sur le front, pour contrôler les artefacts d'origine palpébrale. Une électrode enfin, collée sur la ligne médiane, à la racine des cheveux, sert à relier le sujet à la terre (fig. 6).

Le nystagmus optocinétique est provoqué au moyen d'un tambour strié, situé immédiatement en arrière de l'arc du périmètre et convenablement éclairé. Ce tambour est monté sur un disque de gramophone, dont le moteur assure un mouvement régulier (6 stries par seconde; fig. 3). Notre technique actuelle représente l'aboutissement et le perfectionnement d'expériences préliminaires, effectuées en partie avec le Dr *Schifferli*, assistant de la Clinique Psychiatrique de Genève (Prof. *Morel*). Elle a été élaborée dans notre Laboratoire de Neurophysiologie appliquée, puis standardisée pour l'usage clinique à partir de notre prototype, dans le Laboratoire d'Electrophysiologie optique de la Clinique Ophthalmologique de Genève (Prof. *Franceschetti*).

L'examen débute par une épreuve d'étalonnage, semblable à celle décrite dans le chapitre consacré à l'électro-oculographie. On prie le sujet d'exécuter, à partir du point de fixation, des mouvements oculaires

d'amplitude progressive à 2,5° du point de fixation, puis à 5, 10, 20° et ainsi de suite jusqu'à 60°. Quand les électrodes de chaque dérivation sont convenablement branchées sur l'entrée des amplificateurs et quand les circuits des amplificateurs eux-mêmes sont correctement couplés, une déviation de l'œil droit de 20° vers la droite se traduit par une déflexion vers le haut (variation négative), dont l'amplitude est exprimée en millimètres. La confrontation de la valeur obtenue en millimètres avec les données de la calibration (3 mm = 30 microvolts, par exemple, pour le dynographe d'*Offner*), permet de préciser qu'à une déviation angulaire de 20° correspond, pour l'exemple choisi, une déflexion oscillographique de 200 microvolts. En d'autres termes, une différence de potentiel exprimée en microvolts nous renseigne sur l'amplitude de la secousse nystagmique exprimée en degrés de déviation angulaire.

Le nystagmus optocinétique se traduit, sur le tracé, par une succession de déflexions oscillographiques, qui nous renseignent sur la composante rapide du nystagmus. Il y a lieu d'analyser alors le tracé et d'en exprimer quantitativement les caractéristiques. A cette fin, nous déterminons pour chaque électro-nystagmogramme :

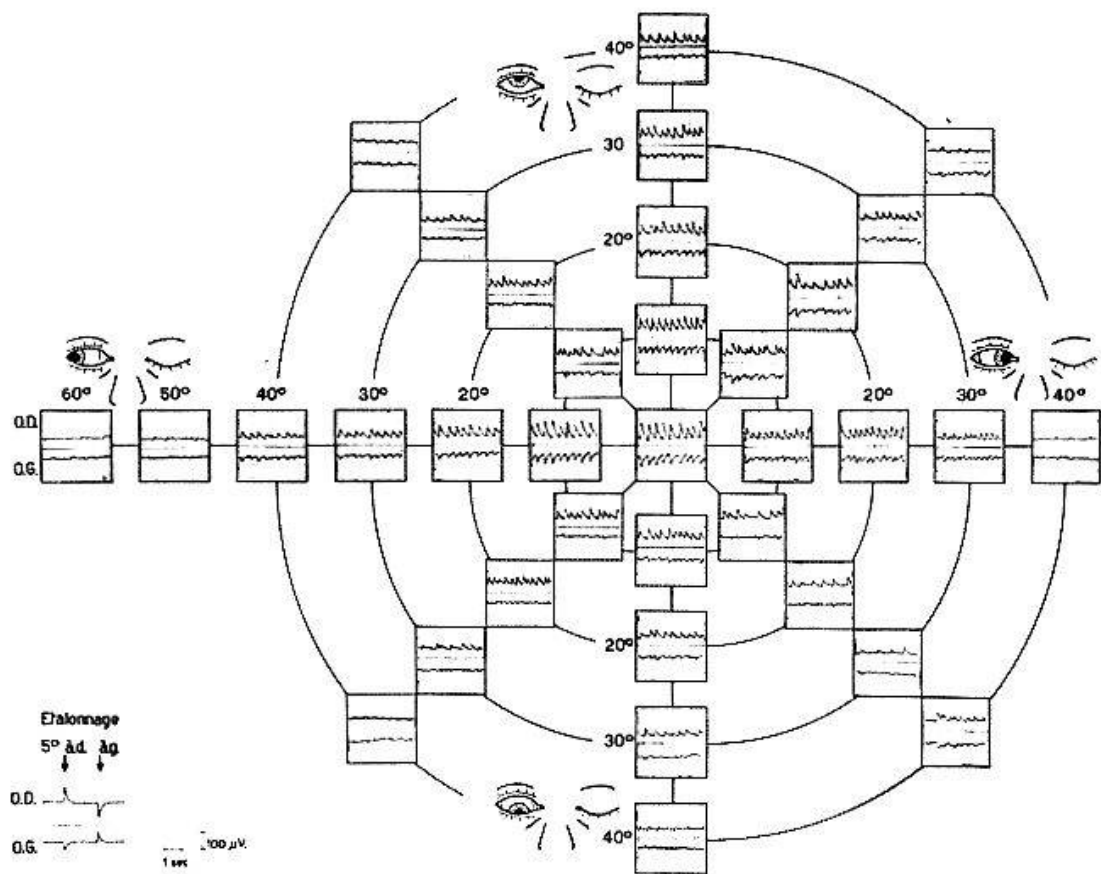


Fig. 7. Variations de l'électro-nystagmogramme optocinétique en fonction des diverses positions du regard. (On constate une diminution d'amplitude dans les positions extrêmes du regard, ainsi qu'une réduction relative du voltage à l'œil occlus.)

1. La fréquence moyenne des secousses comptées pendant une période de 10 sec.

2. L'amplitude moyenne. On l'obtient en additionnant toutes les déflexions pendant 10 secondes = amplitude totale, que l'on divise par le nombre des déflexions. La moyenne obtenue en millimètres est ensuite convertie en microvolts, sur la base des données de la calibration, puis en degrés de déviation angulaire sur la base des données de l'examen préliminaire d'étalonnage chez le patient.

3. La direction de la déflexion. Elle nous renseigne sur le sens de la composante rapide et s'obtient également à partir des données de l'examen d'étalonnage préliminaire chez le patient. Il faut se souvenir que la direction des déflexions est conditionnée par le branchage adéquat des cables, qui relie chaque électrode d'une dérivation aux 2 entrées de l'amplificateur (branchage naso-temporal).

### Résumé

L'auteur a perfectionné, avec ses divers collaborateurs, la méthode d'électro-oculographie et d'électro-nystagmographie qu'il avait développée à des fins cliniques (*Monnier et Hufschmidt* 1950, 1951). Il rappelle les principes de la méthode électro-oculographique (EOG), qui permet d'analyser, au moyen de chaînes de dérivations bipolaires, disposées verticalement et horizontalement au voisinage de l'œil, les mouvements oculaires verticaux, horizontaux et rotatoires. Les déflexions enregistrées à l'occasion de chacun de ces mouvements, proviennent d'un changement de distribution du potentiel cornéo-rétinien au voisinage de l'œil. Etant donné que l'axe du générateur cornéo-rétinien correspond à l'axe optique, chaque déplacement de cet axe engendre une déflexion qui, par sa direction et son voltage, caractérise un mouvement défini du globe oculaire.

Après avoir établi les caractéristiques électro-oculographiques des divers mouvements élémentaires de chaque globe oculaire, l'auteur a déterminé les conditions techniques optimum pour l'analyse électrophysiologique du nystagmus. Sa technique électro-nystagmographique (ENG) présente l'avantage de permettre l'analyse du nystagmus de chaque œil, tant celui de l'œil fixateur que celui de l'œil occlus (nystagmus consensuel). Il a été possible, par exemple, d'analyser les variations du nystagmus opto-cinétique en fonction des diverses positions du regard.

La méthode permet également d'enregistrer le nystagmus vestibulaire et présente un intérêt pratique pour l'ophtalmologie, la neurologie et l'otologie.

### *Zusammenfassung*

Der Autor hat mit seinen Mitarbeitern die elektro-okulographische und die elektro-nystagmographische Methode, die er mit *Hufschmidt* zusammen (1950, 1951) für klinische Zwecke ausgearbeitet hatte, vervollkommen. Er gibt einen kurzen Überblick über die Prinzipien der Elektrookulographie (EOG), welche mittels vertikal und horizontal in der Umgebung des Auges angewandter Systeme bipolarer Ableitungen die vertikalen, horizontalen und rotierenden Augenbewegungen zu analysieren erlauben. Die bei jeder dieser Bewegungen zu registrierenden Abweichungen rühren von Änderungen in der Verteilung des corneo-retinalen Potentials in der Nachbarschaft des Auges her. Da die Achse des corneo-retinalen Generators der optischen Achse entspricht, bewirkt jede ihrer Lageveränderungen eine Abweichung, welche durch ihre Richtung und Spannung eine bestimmte Bewegung des Augapfels charakterisiert.

Nachdem die Autoren die elektro-okulographischen Eigenschaften der Elementarbewegungen beider Augäpfel festgestellt hatten, bestimmten sie die für die elektrophysiologische Analyse des Nystagmus optimalen technischen Bedingungen. Mit ihrer elektro-nystagmographischen Technik (ENG) läßt sich die elektrophysiologische Analyse des Nystagmus jeden Auges, sowohl des fixierenden als auch des geschlossenen (konsensueller Nystagmus), ausführen. So war es z. B. möglich, die Variationen des optokinetischen Nystagmus in ihren Beziehungen zu den verschiedenen Blickrichtungen zu analysieren.

Die Methode gestattet auch die Registrierung des vestibulären Nystagmus und ist für die Ophthalmologie, die Neurologie und die Otologie von praktischem Interesse.

### *Riassunto*

L'A. ha perfezionato con l'aiuto dei suoi collaboratori il metodo di elettro-oculografia e elettro-nistagmografia che aveva sviluppato a scopi clinici (*Monnier e Hufschmidt*, 1950, 1951). Egli richiama i principi del metodo elettro-oculografico (EOG) che permette l'analisi dei movimenti oculari orizzontali, verticali e rotatori, mediante un sistema bipolare di derivazione applicato orizzontalmente e verticalmente vicino all'occhio. Le deflessioni registrate durante ognuno di questi movimenti provengono da una alterazione della distribuzione del potenziale corneo-retinale vicino all'occhio. Siccome l'asse del generatore corneo-retinale corrisponde all'asse ottico, ogni movimento di quest'ultimo provoca una deflessione caratteristica, per direzione e voltaggio, di ogni movimento dell'occhio.

Stabilite le caratteristiche elettro-oculografiche dei diversi movimenti elementari di ogni globo oculare, l'A. determina le condizioni tecniche ottimali per l'analisi elettro-fisiologica del nistagmo. La tecnica elettro-nistagmografica (ENG) dell'A. ha il vantaggio di permettere l'analisi del nistagmo di ogni occhio, tanto di quello che fissa quanto di quello chiuso (nistagmo consensuale). Per esempio fu possibile analizzare le variazioni del nistagmo opto-cinetico in funzione delle diverse direzioni dello sguardo.

Il metodo, che permette pure la registrazione del nistagmo vestibolare, presenta un interesse pratico per l'oftalmologia, la neurologia e l'otologia.

### Summary

The author, with his co-workers, improved the electro-oculographic and electro-nystagmographic method which he had developed for clinical purposes (*Monnier and Hufschmidt, 1950, 1951*). He recalls the principles of the electro-oculographic method (EOG) which, by means of chains of bipolar leads, disposed vertically and horizontally around the eye, allows the analysis of horizontal, vertical and rotary ocular movements. The deflexions registered with each of these movements are due to a change of distribution of the corneo-retinal potential in the proximity of the eye. Given that the axis of the corneo-retinal generator corresponds to the optical axis, each displacement of this axis produces a deflection which, by its direction and voltage, characterizes a definite movement of the ocular globe.

Having established the electro-oculographic characteristics of the elementary movements of each ocular globe, the author determined the optimal technical conditions for the electro-physiological analysis of the nystagmus. His electro-nystagmographic technique (ENG) has the advantage of allowing an analysis of the nystagmus of each eye, the fixing eye as well as the closed eye (consensual nystagmus). It was possible, for instance, to analyse the variations of the optocinetic nystagmus with various postures of the eye.

The method also allows the recording of the vestibular nystagmus and is of practical interest for ophthalmology, neurology and otology.

*Fenn, W. O., et Hursh, I. B.: Amer. J. Physiol. 118, 8 (1937). - Leksell, L.: Acta chir. scand. (Schwed.) 82, 262 (1939). - Jung, R.: Klin. Wschr. 18, 21 (1939); Acta otolaryng. (Schwd.) 36, 199 (1948). - Jung, R., et Tonniés, J. F.: Klin. Wschr. 26, 513 (1948). - Meyers, J. L.: Arch. Neur. (Am.) 21, 901 (1929). - Monnier, M., et Hufschmidt, H. J.: Helv. Physiol. Acta 8, C 30 (1950); 9, 348 (1951). - Mowrer, O. H., Ruch, T. C., et Miller, N. E.: Ann. J. Physiol. 114, 423 (1936).*