Zeitschrift: Archives des sciences [1948-1980]

Herausgeber: Société de Physique et d'Histoire Naturelle de Genève

Band: 18 (1965)

Heft: 2

Artikel: Contribution à l'étude de la fonction vestibulaire ou «sens de l'orientation spatiale»

Autor: Montandon, André

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-739213

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 12.07.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch

CONTRIBUTION À L'ÉTUDE DE LA FONCTION VESTIBULAIRE OU « SENS DE L'ORIENTATION SPATIALE »

PAR

André MONTANDON

Est-il permis de parler d'un « sens de l'orientation spatiale » en termes de physiologie ?

Quelques vérités d'évidence doivent être ici considérées. Pour tout être vivant qui se meut dans l'espace, dont les animaux et l'homme ne sont que des cas particuliers, il est nécessaire qu'il reçoive certaines informations, ou « afférences » le renseignant sur sa situation dans le milieu ambiant. Les organes sensoriels, tels que la vue, le toucher, l'odorat et l'audition, remplissent en partie cet office. Les proprioceptateurs, ou récepteurs de la sensibilité profonde musculaire ou articulaire, donnent la notion de posture des segments ou des membres.

Mais il est un organe sensoriel que l'on oublie trop souvent, auquel est spécialement dévolu le sens de l'orientation dans l'espace: c'est l'*oreille*.

En 1775, deux savants genevois, le naturaliste *Senebier* et le Dr *Jurine*, se préoccupaient de savoir par quel moyen la chauve-souris, qui, comme on le sait, est presque aveugle, parvient à se diriger en volant. Par d'ingénieuses expériences, ils ont pu démontrer qu'elle émettait un frémissement de ses lèvres, d'une tonalité suraiguë, de plus de 30.000 c/s, et que son oreille lui permettait d'en percevoir l'écho renvoyé par les objets, comme une sorte de « radar ». Plus récemment pendant la guerre, alors que nos citadins se mouvaient tels des aveugles, dans l'obscurité totale, le bruit de leurs pas remplaçant la canne ferrée leur rappelait l'usage de ce procédé auditif d'orientation.

Un grand physiologiste de la fin du siècle dernier, *Elie de Cyon* a remarquablement su définir les deux fonctions de l'oreille, organe de l'orientation spatiale:

— l'orientation à *courte distance*, par l'*audition*;
— l'orientation *immédiate*, nécessaire à l'oiseau en vol,

qui est rendue possible grâce aux afférences vestibulaires de l'oreille interne, provenant des canaux semi-circulaires et des otolithes. Si l'on prive un pigeon des labyrinthes

de ses deux oreilles, comme dans l'expérience de Cyon, il parvient encore à se tenir en équilibre sur ses deux pattes, mais il n'est plus capable de voler. Ainsi fut démontré, il y aura bientôt déjà un siècle que, contrairement à une opinion généralement admise encore aujourd'hui, le labyrinthe de l'oreille n'est pas un appareil d'« équilibration » mais *d'orientation*. La pathologie nous enseigne chaque jour aussi que le *vertige*, provenant d'une lésion irritative de l'oreille interne ou de l'appareil nerveux vestibulaire, est ressenti comme un tournoiement ou une illusion de déplacement des objets, sans qu'il en résulte nécessairement une perte réelle de l'équilibre du corps.

Cette confusion vient probablement de ce qu'on a pris l'habitude de considérer l'animal humain seulement, dont l'équilibre réside dans l'attitude de la station verticale. Mais l'expérience de Rademaker montre que, lorsqu'un chat ou un chien, dont on a bandé les yeux, tombe en chute libre, ses membres prennent aussitôt une attitude en extension qui le prépare à se recevoir au sol. C'est le réflexe d'adaptation ou de redressement, d'origine labyrinthique, car en effet ce réflexe disparaît après suppression des récepteurs vestibulaires de l'oreille interne: l'animal tombe alors en boule, comme une masse inerte.

Ce que l'on a donc pris à tort, chez l'homme, pour un appareil nerveux destiné à maintenir l'équilibre a en réalité une signification différente. Il s'agit d'un ensemble de réactions motrices automatiques, immédiates et presque inconscientes, répondant aux informations des récepteurs de l'oreille interne en présence d'une situation anormale et urgente du corps dans l'espace. C'est donc, si l'on veut, une fonction motrice réflexe annexée au sens de l'orientation spatiale qui est dévolu au système vestibulaire, mais elle n'en constitue pas la caractéristique essentielle.

La recherche des mécanismes physiologiques et physio-pathologiques qui régissent les afférences vestibulaires d'un homme ou d'un animal se déplaçant dans l'espace nous a conduit à étudier de plus près, au moyen des techniques modernes cette deuxième fonction de l'oreille. Ces travaux ont été effectués en majeure partie au laboratoire attaché à la Clinique universitaire d'oto-rhino-laryngologie de Genève, dès 1950, soit au cours des quinze dernières années, à l'aide de différentes collaborations au nombre desquelles il y a lieu de mentionner spécialement:

— pour la neuro-physiologie expérimentale, l'Institut de physiologie de Bâle (Prof. Monnier);
— pour la physique médicale et la statistique, le laboratoire de physique de la Faculté d'Aix-Marseille (Prof. agr. Kaphan).

Au contraire de l'audition, la *sensation vestibulaire*, est peu consciente, sauf lorsqu'elle est exacerbée et prend la forme du *vertige*. Aussi est-il nécessaire pour l'analyser de se référer à des réactions motrices du système vestibulaire. Parmi celles-ci, le mouvement automatique des yeux, que l'on appelle le *nystagmus oculaire*, constitue chez l'homme un indicateur précieux de l'excitation des canaux semi-circulaires. Grâce aux techniques électroniques modernes, ce mouvement peut être enregistré.

Il offre alors des possibilités de *mensuration* qui permettent une évaluation quantitative de la sensation vestibulaire, une *vestibulométrie* comparable à l'audiométrie.

Le *problème* que nous nous sommes attachés à résoudre par cette méthode a comporté les étapes suivantes:

— mise au point d'un système d'inscription automatique du nystagmus oculaire;
— création d'un appareil de stimulation des canaux semi-circulaires, utilisable chez l'homme et basé sur un procédé adéquat: la rotation;
— analyse statistique des résultats;
— expérimentation sur l'animal.

La méthode d'*enregistrement du nystagmus* décrite par Monnier et Hufschmidt, sous le nom d'*électronystagmographie*, en 1950, et que nous avons toujours utilisée, repose sur l'existence des potentiels cornéo-rétiniens de Dubois-Reymond. La rétine étant chargée négativement et la cornée positivement, le globe oculaire constitue un dipole électrique dont l'axe coïncide avec l'axe visuel. A chaque déplacement de l'œil dans son orbite, correspond une modification de la répartition des potentiels cutanés péri-oculaires. Ceux-ci sont captés par des electrodes appliquées dans la région péri-orbitaire en deux dérivations, l'une horizontale et l'autre verticale. Puis ils sont amplifiés au moyen d'un électro-encéphalographe et s'inscrivent sur une bande de papier: l'*électronystagmogramme* (ENG). Au cours des dix dernières années surtout, ce genre d'inscription, avec quelques variantes concernant la constante de temps RC, la vitesse de déroulement du papier ou le mode d'enregistrement des mouvements oculaires, s'est considérablement développé. Il s'est répandu dans tous les pays, tant en Europe qu'en Amérique. A tel point qu'on ne saurait actuellement parler d'un examen vestibulaire de précision sans nystagmographie. Les informations obtenues au moyen de ce document, aujourd'hui aussi indispensable qu'un électro-cardiogramme en cardiologie ou un électro-encéphalogramme en neurologie, sont d'ordre qualitatif et quantitatif. L'aspect qualitatif de l'ENG renseigne sur la forme et la direction, les modalités du rythme et l'organisation du mouvement nystagmique. Les données quantitatives sont celles de la durée, de la fréquence et de l'amplitude des secousses oculaires.

C'est ainsi qu'un matériel documentaire d'environ *15 000 tracés ENG* a été jusqu'ici enregistré dans notre laboratoire de nystagmographie, grâce à l'activité permanente d'une technicienne spécialisée. C'est aussi grâce à cette situation privilégiée, et pour le moment encore unique, que la contribution genevoise à ce domaine de la recherche médicale et scientifique est aujourd'hui connue sur le plan international.

Le *deuxième point* auquel se sont attachées nos recherches fut celui de déterminer des *paramètres de stimulation des canaux semi-circulaires*, applicables à l'homme et utilisables en clinique. Abandonnant les procédés cliniques en usage pour revenir aux principes élémentaires, nous avons adopté la stimulation par un mouvement de rotation dans le plan horizontal. Mais tandis que jusqu'alors ce genre de stimulation

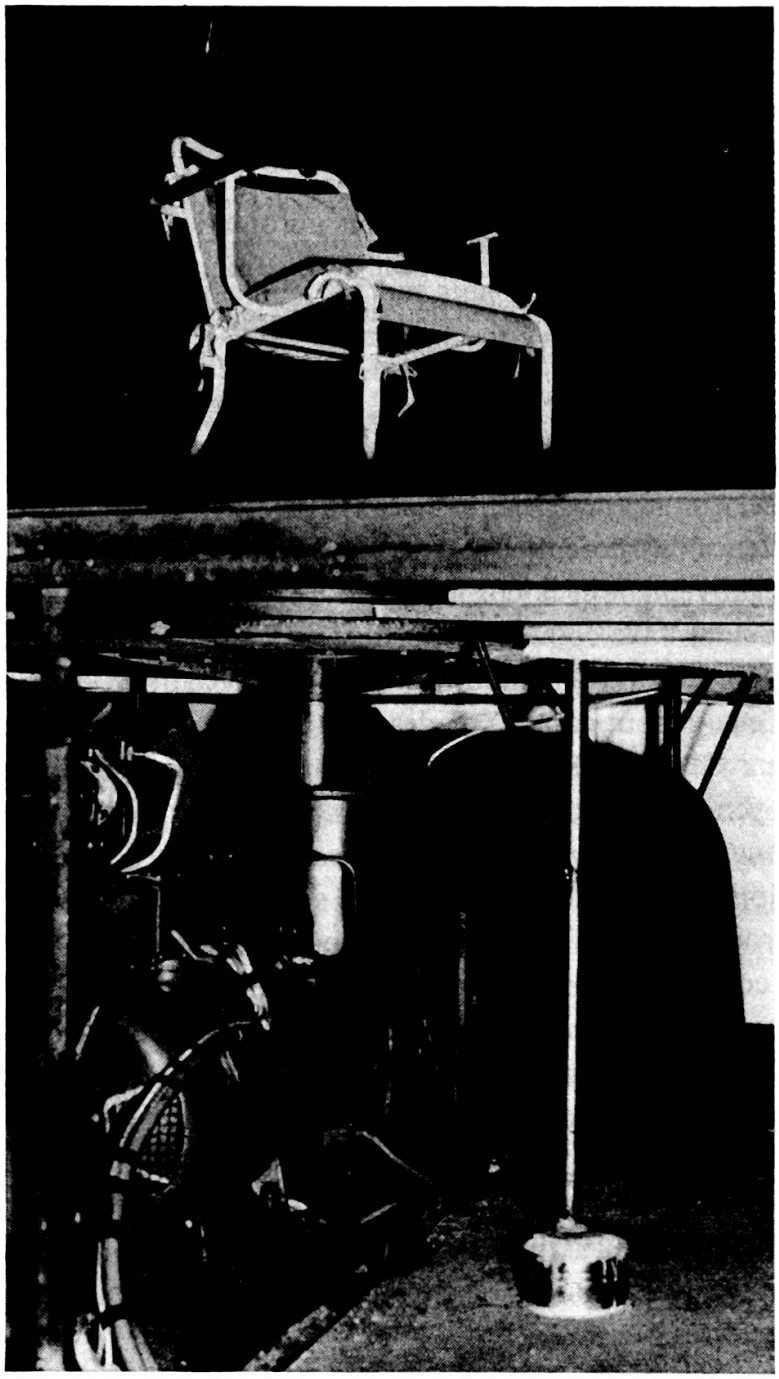
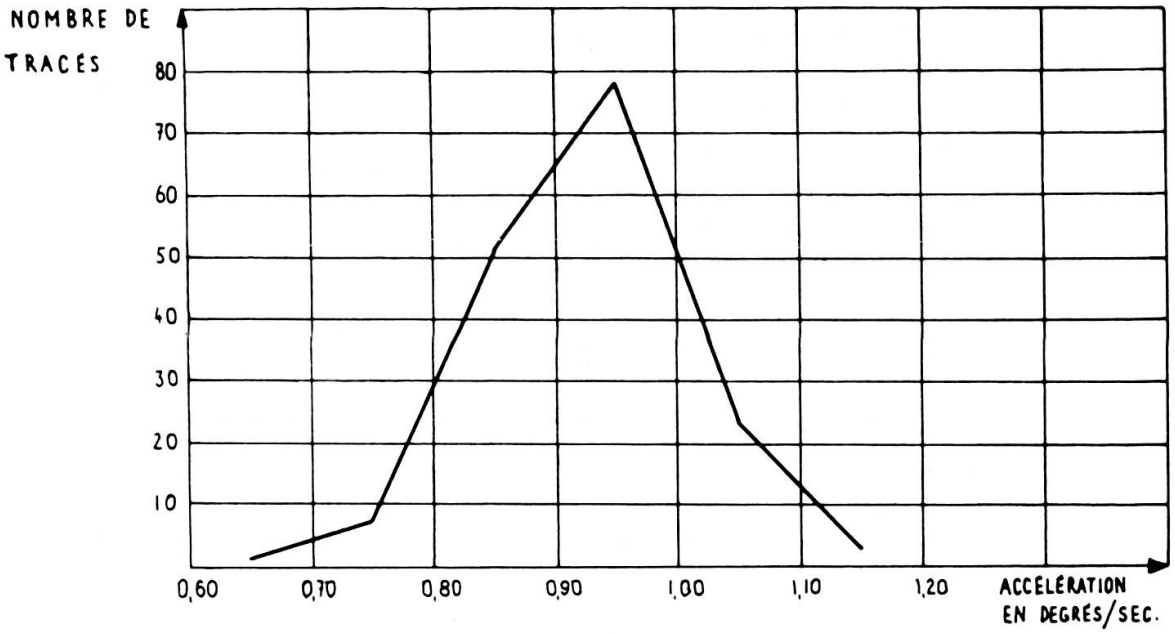


Fig. 1.
Stimulateur d'accélération de rotation: Girographe de MONTANDON, construit par la maison de Roll.

n'était utilisé que d'une manière grossière, selon le procédé du fauteuil tournant de Barany, qui consistait en un arrêt brusque de la rotation suivi de l'observation d'une réaction post-rotatoire, la nystagmographie nous a permis d'enregistrer la réaction oculaire pendant la rotation déjà. De cette façon, on peut examiner dans toute sa pureté la première réponse nystagmique d'origine vestibulaire qui est due à l'*accélé-*

ration initiale de la rotation. Cependant, les difficultés d'ordre technique étaient au début considérables. Il était nécessaire de construire un dispositif motorisé capable de produire une *accélération* rigoureusement constante de la vitesse angulaire, de l'ordre de *deux dixièmes de degré par seconde par seconde* (0,2°/s²) et d'actionner un



En pourcentage, nous obtenons les valeurs ci-dessous:

4,9% d'accélérations comprises entre 0,69 et 0,80°/sec²
31,3% d'accélérations comprises entre 0,80 et 0,90°/sec²
47,8% d'accélérations comprises entre 0,90 et 1,00°/sec²
14,9% d'accélérations comprises entre 1,00 et 1,13°/sec²

Fig. 2.
Courbe de Gauss. Détermination statistique du seuil de la réaction nystagmique perrotatoire.

plateau tournant d'un poids de plusieurs centaines de kilos. C'est le mérite de l'industrie suisse et de ses ingénieurs, d'avoir résolu ce difficile problème mécanique grâce à l'adaptation d'un variateur hydraulique de modèle Hydro-Titan (fig. 1). Grâce à un tel équipement, qui est resté à ce jour encore inégalé ailleurs, il fut possible de déterminer statistiquement le *seuil* de la réaction nystagmique vestibulaire (fig. 2) *constante biologique*, qui est situé chez l'homme à l'état normal légèrement au-dessous de 1°/s² d'accélération de la rotation. Dès 1954, nous avons pu définir, sous le nom d'*épreuve giratoire liminaire*, un test de précision, qui permet une véritable *vestibulométrie*. Le *principe* de cette méthode consiste à soumettre le sujet examiné, homme ou animal, à une série de 6 girations, de sens horaire et de sens anti-horaire, à des accélérations de 1°/s², 3°/s², et 6°/s² (éventuellement 10°/s^e) avec un enregistrement ENG simultané (fig. 3). Un couple *stimulation-réponse* est ainsi constitué, dont les paramètres sont:

— pour la stimulation, l'*accélération* de la vitesse angulaire, mesurée en degrés d'angle parcourus en seconde par seconde ($n°/s^2$);
— pour l'observation de la réponse nystagmique: la *durée* en secondes, la *fréquence* des battements nystagmiques, mesurée en Hertz (Hz) par le procédé des moyennes mobiles et l'*amplitude* du mouvement oculaire, mesurée en millimètres de hauteur des déflexions du tracé ENG, rapportée à l'étalonnage.

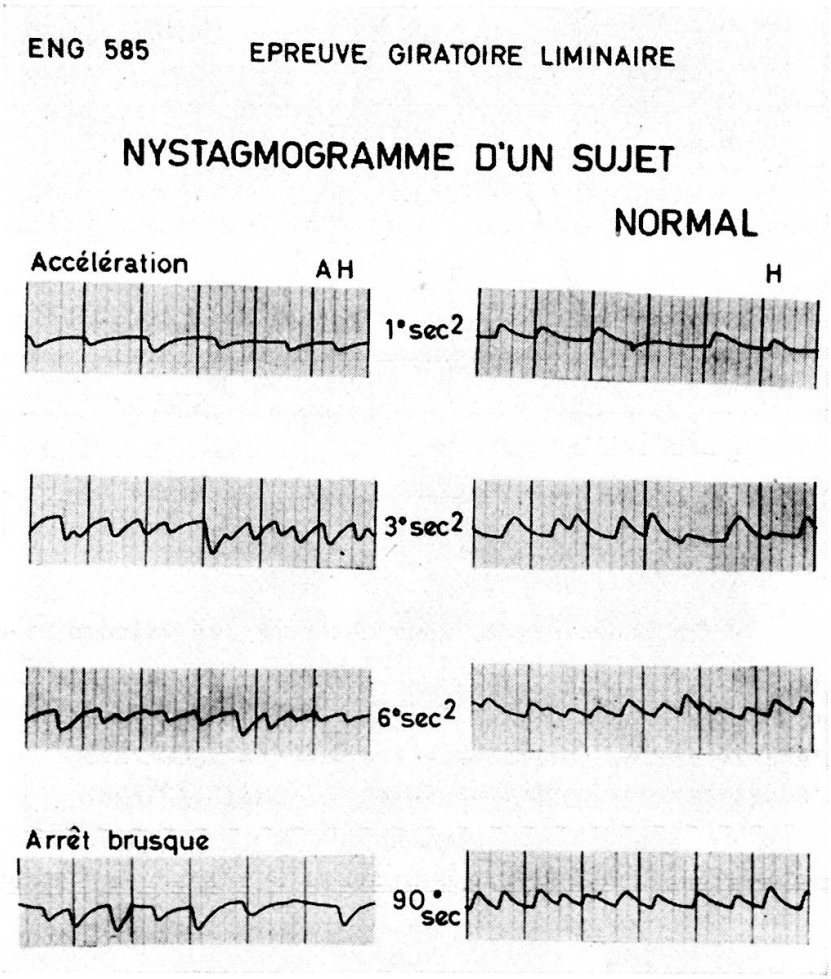


Fig. 3.
Nystagmogramme d'un sujet normal.
Nystagmus au seuil, à 1°/s°
Nystagmus supra-liminaire à 3° et 6°/s°
AH: rotation de sens anti-horaire
H: rotation de sens horaire

Des analyses statistiques effectuées à Genève, par le Professeur Linder, comme également à la Faculté d'Aix-Marseille (Thèse *Niccolai-Harter*) ont démontré la validité de ces mensurations (fig. 2).

Les applications cliniques de cette méthode sont nombreuses dans le diagnostic des vertiges pathologiques, spécialement dans les traumatismes craniens et les troubles

circulatoires cérébraux, ainsi que dans une quantité d'affections neurologiques ou otologiques qu'il serait trop long d'énumérer ici. Plus de 2000 patients ont été ainsi examinés à la Clinique O.R.L. de Genève depuis dix ans.

L'*expérimentation* sur l'animal, effectuée en liaison de notre laboratoire avec l'Institut de Physiologie de Bâle (Prof. Monnier, Dr P. Montandon) a permis de préciser, par la méthode stéréotaxique de stimulation des centres nerveux, les corrélations fonctionnelles entre les centres diencéphaliques ou bulbaires, récemment découverts, qui sont responsables du nystagmus vestibulaire et les récepteurs de l'oreille. L'analyse statistique des résultats a en outre confirmé la valeur des paramètres vestibulométriques de fréquence, de durée et de seuil nystagmique que nous avions utilisés dans les épreuves giratoires.

A la lecture de ce qui précède, on pourrait concevoir un « sens spatial » qui se bornerait à percevoir des mouvements de rotation, ce qui serait restreindre considérablement sa portée. Si nous nous sommes étendus un peu plus longuement sur cet aspect particulier de la fonction vestibulaire, c'est seulement dans l'idée de faire ressortir, d'une manière très simplifiée, le lent cheminement nécessaire d'une recherche multiple qui doit conduire à *passer du plan simplement qualitatif à l'échelon quantitatif.* Il fallait donc pour cela choisir un système restreint bien défini et mesurable tel que la *relation d'intensité* entre une *accélération de la vitesse angulaire* appliquée au sujet examiné et une réaction biologique dont les paramètres sont statistiquement établis: la *réponse nystagmique oculaire* enregistrée à l'ENG.

En réalité la fonction du système vestibulaire est de nature autrement plus complexe. A l'époque où la *cosmonautique* devient une science du domaine pratique, nul ne peut ignorer les inconvénients plus encore que les avantages que l'homme retire de son « sens spatial ». Les sollicitations mécaniques violentes et diverses de ses récepteurs labyrinthiques aux accélérations prodigieuses auxquelles les soumet un avion supersonique ou une capsule spatiale pouvant atteindre 6 à 8 g, que le mouvement soit purement rectiligne ou qu'il soit animé d'une composante rotatoire, entraînent à la fois des vertiges et des malaises neuro-végétatifs.

La *sensation du vertige* résulte en une désorientation spatiale qui s'accompagne d'une illusion de déplacement: l'exemple du vertige de l'aviateur qui, croyant tourner dans le sens des aiguilles d'une montre réagit en sens inverse et s'engage dans la « vrille de la mort », est bien connu. L'aventure de ce cosmonaute, qui voyait soudain son tableau de bord à l'envers, en est un autre exemple.

Le *malaise végétatif* qui accompagne toute excitation vestibulaire un peu trop forte par suite d'un mouvement accéléré vertical (l'ascenseur), horizontal (l'automobile), rotatoire (le manège) ou combiné (le bateau), caractérise les *cinétoses.* Avec Monnier, puis avec Berney, nous avions étudié expérimentalement chez le chat et chez le lapin cet effet vestibulaire, qui est caractérisé principalement par une chute transitoire de la pression artérielle, de l'ordre de 10 à 15 %. Chez l'homme, le cortège des effets secondaires: sueurs, nausées, vomissements, se manifeste au complet dans le

très classique « mal de mer ». Récemment, avec un physiologiste, collaborateur du Professeur Wagner de Munich, nous sommes parvenus, grâce à un appareillage spécial, à enregistrer et à mesurer chez l'homme, sans aucune intervention sanglante, ce réflexe vestibulaire vaso-dépresseur, qui précède le malaise végétatif des cinétoses (fig. 4).

En sorte que l'*exploration fonctionnelle du système vestibulaire* est aujourd'hui capable de fournir également des indications précises sur le degré de sensibilité des

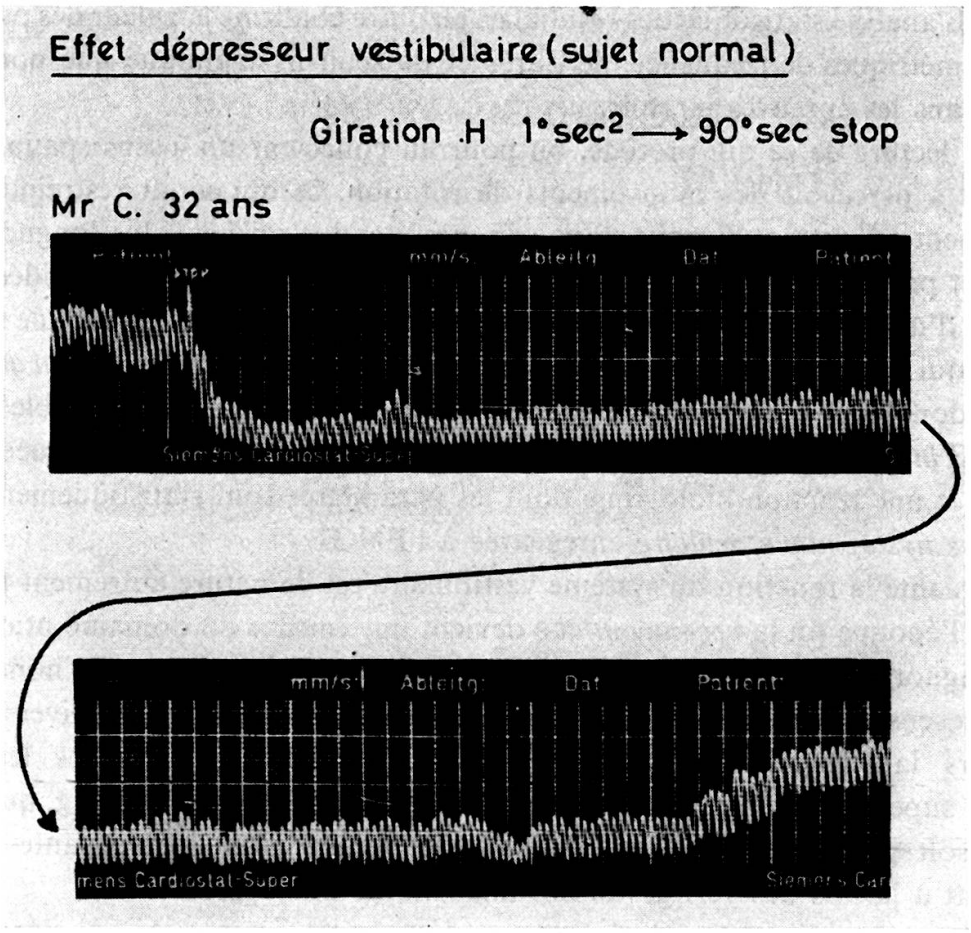


Fig. 4.
Effet dépresseur vestibulaire. Chute transitoire de la pression artérielle humérale consécutive à une décélération brusque de la rotation à 90°/s.

aviateurs ou des cosmonautes aux déplacements dans l'espace. Elle permet donc une meilleure sélection du personnel navigant. On peut aussi en tirer d'utiles renseignements sur la prophylaxie de troubles ou de lésions sensorielles éventuelles aux conséquences parfois redoutables. De nouvelles recherches pharmacologiques, sur des bases expérimentales exactes et correctes, pourront être entreprises.

Ce bref aperçu de quelques-unes des récentes acquisitions dans l'exploration du « sens vestibulaire » ou « sens de l'orientation spatiale », entr'ouvre seulement une

porte sur un vaste champ de recherches qu'il y aurait lieu de développer avec les moyens nécessaires de biophysique, de biochimie et d'enzymologie de l'oreille interne, d'étude morphologique de l'infrastructure, de neuro-physiologie expérimentale, de pharmacologie et de vestibulométrie clinique.

La réalisation d'un tel programme dépasse évidemment les ressources locales ou même celles d'un pays comme le nôtre. Il est donc nécessaire d'envisager une plus large collaboration. C'est dans cette idée que nous avons réuni à Genève les *3 premiers Symposiums Vestibulaires Internationaux*, groupant les principaux chercheurs dans ce domaine, d'Europe et d'Amérique, en 1954, 1959 et 1961, et que notre laboratoire ENG reste ouvert chaque année à de nombreux visiteurs venus de toutes les parties du monde. C'est aussi la raison pour laquelle Genève et notre université se doivent de maintenir leur rang scientifique dans cette compétition.

Clinique et Policlinique
d'oto-rhino-laryngologie
de l'Université de Genève.

BIBLIOGRAPHIE

des travaux de l'Ecole de Genève concernant le système vestibulaire

BERNEY, J. Etude électronystagmographique des vertiges labyrinthiques par l'épreuve giratoire liminaire. *Pract. Oto-rhino-laryng.*, 1959, pp. 123-128, *21*. — Les relations vestibulo-végétatives et leur rôle dans les cinétoses. *Confin. neurol*, 1960, pp. 219-225, *20*.

CAMARDA, V. Il servizio di nistagmografia della clinica O.R.L. dell'Università di Ginevra. *Il Valsalva*, Roma, 1957, pp. 138-141, *33*. — Studio elettro-nistagmografico della vertigine di Menière con il metodo della stimulazione rotatoria differenziata. *Riv. Med. Aero.*, 1958, pp. 292-304, *21*. — Alcuni dettagli Tecnici per un corretto esame electronistagmografico con la stimulazione rotatoria differenziata per il rilievo della soglia di eccitabilita vestibolare. *Il Valsalva*, 1958, pp. 26-30, *34*.

EGLOFF, K. Etude du syndrome vestibulaire postcommotionnel par l'épreuve giratoire liminaire. *Confin. neurol.*, 1957, pp. 43-67, *17*.

FUMEAUX, J. Les modifications de l'électronystagmogramme à l'épreuve giratoire liminaire dans les traumatismes craniens. *Rev. oto-neuro-ophtal.*, 1959, pp. 21-24, *31*.

MADONIA, T. Una nuova tecnica di indagine vestibolare: il metodo S.G.D. secondo Montandon. *La Clinica otorinolaringoiatrica*, Roma, 1957, pp. 13-53, *9*.

MONNIER, M. Localisation différenciée de l'aire nystagmogène diencéphalique (avec P. MONTANDON). *Confin. neurol.*, 1961, pp. 459-463, *21*.

MONTANDON, A. Analyse du nystagmus vestibulaire par la méthode électronystagmographique (avec M. MONNIER). *Ann. oto-rhino-laryng.*, 1951, pp. 761-765, *68*. — Enregistrement simultané des variations de la pression artérielle et du nystagmus provoqués par la stimulation giratoire (avec M. MONNIER, E. CROCI et W. BRUNNER). *Riv. ital. oto-neuro-oftal.*, 1951, pp. 526-531, *26*. — Technique d'enregistrement électrique du nystagmus vestibulaire giratoire chez l'homme (avec M. MONNIER). *Rev. laryng.*, 1953, pp. 413-423, 74. — Une nouvelle technique d'examen vestibulaire: la méthode des stimulations giratoires différenciées (S.G.D.). *J. franç. oto-rhino-laryng.*, 1954, pp. 566-569, *3*. — L'exploration des réactions vestibulaires par la méthode des stimulations giratoires différenciées: *S.G.D. Ann. oto-laryng.*, 1954, p. 839, *71*. — L'épreuve vestibulaire giratoire différenciée (avec A. RUSSBACH). *Pract. oto-laryng.*, 1954, pp. 325-327, *16*. — L'électronystagmographie. Son rôle dans l'examen de l'appareil vestibulaire. *Actualités oto-rhino-laryngologiques*, Arnette, Paris, 1954, pp. 55-62. — Analyse du nystagmus perrotatoire par l'électronystagmographie. *Acta oto-laryng. Belg.*, 1955, pp. 328-331, *9*. — A new

technique of vestibular rotatory stimulation and of electrical recording of the nystagmus in man (avec M. MONNIER et A. RUSSBACH). *Ann. of otol.*, Chicago, 1955, pp. 701-717, *64*. — Les données actuelles de l'électronystagmographie dans l'exploration de l'appareil vestibulaire (avec M. MONNIER). *Proc. fifth internat. Congr. oto-laryng., Amsterdam, 1953* (paru en 1955) pp. 262-267. — L'épreuve giratoire liminaire (avec A. RUSSBACH). *Pract. Oto-laryng.*, 1955, pp. 224-236, *17*. — L'épreuve giratoire liminaire dans les traumatismes craniens. *Confin. neurol.*, 1956, pp. 197-202, *16*. — Alternance phénotypique d'une hérédo-dégénérescence des voies cochléo-vestibulaires avec une dégénérescence tapéto-rétinienne (avec A. FRANCESCHETTI et D. KLEIN). *Confin. neurol.*, 1957, pp. 1-9, *17*. — La concordance entre les seuils d'audition et les seuils vestibulaires dans les lésions de l'oreille interne. *Acta oto-laryng.*, Stockolm, 1957, pp. 59-69, *47*. — Valeur diagnostique comparative des nystagmus per et post-rotatoires à l'épreuve giratoire liminaire (avec J. FUMEAUX). *Pract. oto-laryng.*, 1957, pp. 556-565, *19*. — Les données de l'électronystagmographie dans le syndrome de Menière. *Ann. oto-laryng.*, 1959, pp. 994-996, *76*. — Nouveaux aspects du vertige de Menière. *C. R.* 57e *Congr. franc. oto-rhino-laryng.*, 1959, pp. 107-110. — Détermination du seuil vestibulaire nystagmique d'accélération giratoire, chez le sujet normal et en pathologie. (avec A. RUSSBACH et J. FUMEAUX.) *Confin. neurol.*, 1960, pp. 253-259, supplt. *20*. — Standardisation des inscriptions nystagmographiques (avec A. FRANCESCHETTI, M. MONNIER et P. DIETERLE). *Confin. neurol.*, 1960, pp. 276-278, *20*. — Examen vestibulaire clinique et vestibulométrie. *C.R. 58e Congr. franç., oto-rhino-laryng.*, 1961, pp. 199-202. — Les données de l'électronystagmographie vestibulaire (avec J. FUMEAUX). *Confin. neurol.*, 1961, pp. 162-168, *21*. — Importance d'un contrôle accélérométrique et tachymétrique permanent et direct du plateau en nystagmographie perrotatoire (avec R. EXTERMANN et F. DITTRICH. *Acta oto-rhino-laryng. Belg.*, 1961, pp. 150-157, *15*. — Etude électronystagmographique du syndrome de Menière. *Acta oto-laryng.*. 1961, pp. 287-294, *53*. — Les abiotrophies neuro-rétiniennes en otologie (avec I. SPITZER). *Congr. Ass. Pédiatres*, Genève, 1961, pp. 121-130, *2*. — La vestibulométrie perrotatoire électronystagmographique et les conditions requises de ses applications cliniques (avec F. DITTRICH). *Med. et Hyg.*, 1961, p. 908, *19*. — Les critères physico-cliniques du seuil nystagmique vestibulaire. *Confin. neurol.*, 1961, pp. 417-453, *21*. — Le nouveau stimulateur giratoire installé à la Clinique Universitaire d'oto-rhino-laryngologie de Genève (avec F. DITTRICH). *Confin. neurol.*, 1961, pp. 464-467, *21*. — Ergebnisse der neuen Vestibularisuntersuchungsmethoden bei Schädeltrauma (avec F. DITTRICH). *Mschr. f. Ohrenheilk.*, 1962, pp. 331-343, *96*. — Valeur médico-légale de la vestibulométrie objective dans les traumatismes craniens. *Méd. et Hyg.*, 1962, p. 776, *20*. — Effets de la suppression expérimentale de l'A.N.D. sur le nystagmus vestibulaire giratoire (avec J. LIBOIS et F. DITTRICH). *Acta oto-laryng.*, 1963, pp. 402-413, *56*. — Vestibulométrie clinique électronystagmographique. Conception et travaux de l'Ecole de Genève de 1950 à 1963 (avec F. DITTRICH et J. LIBOIS). *Rapport Soc. franç. d'oto-laryng.*, Arnette, Paris, 1964.

PIGNATARO, O. Etude statistique comparative de la sensation et du nystagmus post-rotatoires (avec F. DITTRICH). *Pract. Oto-Rhino-laryng.*, 1963, pp. 33-43, *25*.

SENEBIER, J. *L'art d'observer*, C. Philibert et B. Chirol, Genève, 1775.