

LE REFLEXE OPTOCINETIQUE

M. Magnin, J.M. Flandrin, J.H. Courjon

Découvert en 1819 par Purkinje (18), le réflexe optocinétique (ROC) a été l'objet d'un nombre important de travaux qui pendant longtemps se sont limités à une description plus ou moins précise de cette réponse oculomotrice dans des conditions normales ou pathologiques. Notre compréhension des processus qui sous-tendent ce réflexe est en effet relativement récente. Il faut attendre le travail de Dichgans et coll. en 1973 pour voir démontrer au niveau le plus fondamental l'existence de l'interaction visuo-vestibulaire qui est à l'origine de ce phénomène. Cette étude met en évidence une modification de l'activité d'une cellule localisée dans les noyaux vestibulaires en réponse à une stimulation visuelle. Cette découverte allait ouvrir la voie aux travaux qui ont conduit à la définition moderne du système optocinétique, entité fonctionnelle dont les propriétés et les constituants anatomiques nous sont aujourd'hui assez bien connus.

CARACTÉRISTIQUES GÉNÉRALES DE LA RÉPONSE OPTOCINÉTIQUE

Rappelons tout d'abord les différents aspects qui caractérisent la réponse optocinétique. Un stimulus visuel en déplacement continu et couvrant la totalité du champ visuel d'un sujet déclenche l'apparition de mouvements oculaires involontaires qui constituent le nystagmus optocinétique. Ce dernier est composé d'une succession de phases lentes pendant lesquelles l'œil tend à suivre le déplacement du stimulus, et de phases rapides, de direction opposée, qui ont pour effet de ramener le globe oculaire vers une position plus centrale dans l'orbite (Fig.1). Ce réflexe s'observe chez tous les vertébrés étudiés à ce jour et quelque soit la direction et l'orientation du stimulus en mouvement.

Une stimulation par un échelon de vitesse, c'est-à-dire par la mise en mouvement instantané du stimulus, permet une description quantitative du réflexe par la définition de son gain et des constantes de temps de certaines phases de la réponse. Dans ces conditions, le sujet est soumis à un brusque déplacement du stimulus qui reste à vitesse constante, l'apparition et la fin de la stimulation constituant des phases transitoires très brèves (inférieures à 100 millisecondes). Le gain du ROC est défini par le rapport entre la vitesse de la phase lente du nystagmus lorsqu'il est stabilisé

et la vitesse de stimulation. Les constantes de temps d'établissement et d'extinction de la réponse sont déterminées par la durée nécessaire pour que la réponse atteigne les deux tiers de sa valeur maximale ou réciproquement, que celle-ci soit réduite de deux tiers après la disparition du stimulus (Fig.2A). Cette approche permet de définir trois périodes dans la réponse optocinétique :

La période d'établissement de la réponse

Cette phase du ROC nécessite pour être décrite minutieusement, la prise en compte de différents facteurs dont certains dépendent de l'espèce étudiée. Chez les animaux dépourvus de fovea bien différenciée, l'établissement de la réponse peut être décrite par une augmentation logarithmique de la vitesse de la phase lente. La constante de temps de ce phénomène varie avec la vitesse du stimulus employée. Ainsi chez le lapin (10), le rat (19) et le chat (23), l'ordre de grandeur de cette constante de temps est de 1 à 2 sec. pour des vitesses de stimulation inférieures à 10°/sec et de 15 à 25 sec. pour des vitesses dépassant 70°/sec. La réponse se développe donc progressivement et exige d'autant plus de temps que la vitesse à atteindre est élevée.

Chez les primates qui possèdent une vision fovéale bien développée, on peut distinguer deux composantes successives dans l'établissement du ROC (Fig.2B). La première est constituée par une augmentation extrêmement rapide (300 à 400 millisecondes de la vitesse de la phase lente compensatoire (fast rise) qui, chez le singe, atteint 60 à 70% de la valeur observée ensuite pendant la phase stable de la réponse (9, 14). A la suite de cette phase rapide, la vitesse de l'œil continue d'augmenter selon un mode similaire à celui décrit précédemment chez les espèces non primates. Il résulte de ce double phénomène un établissement beaucoup plus rapide de la réponse optocinétique comparativement à celui observé chez les espèces non primates (de 0,4 à 2 sec chez le singe), particulièrement pour des vitesses de stimulation élevées. Chez l'homme, cette tendance est encore plus accentuée et le début de la réponse est le plus souvent constituée d'une seule phase très rapide instaurant un régime stable de vitesse oculaire en moins d'une seconde.

On attribue généralement l'apparition d'une phase très rapide dans l'établissement du ROC à une mise en jeu du système de poursuite oculaire lente, système présent uniquement chez les primates.

INSERM U 94 (Vision et Motricité) - 16, avenue du Doyen
Lépine - 69500 BRON.

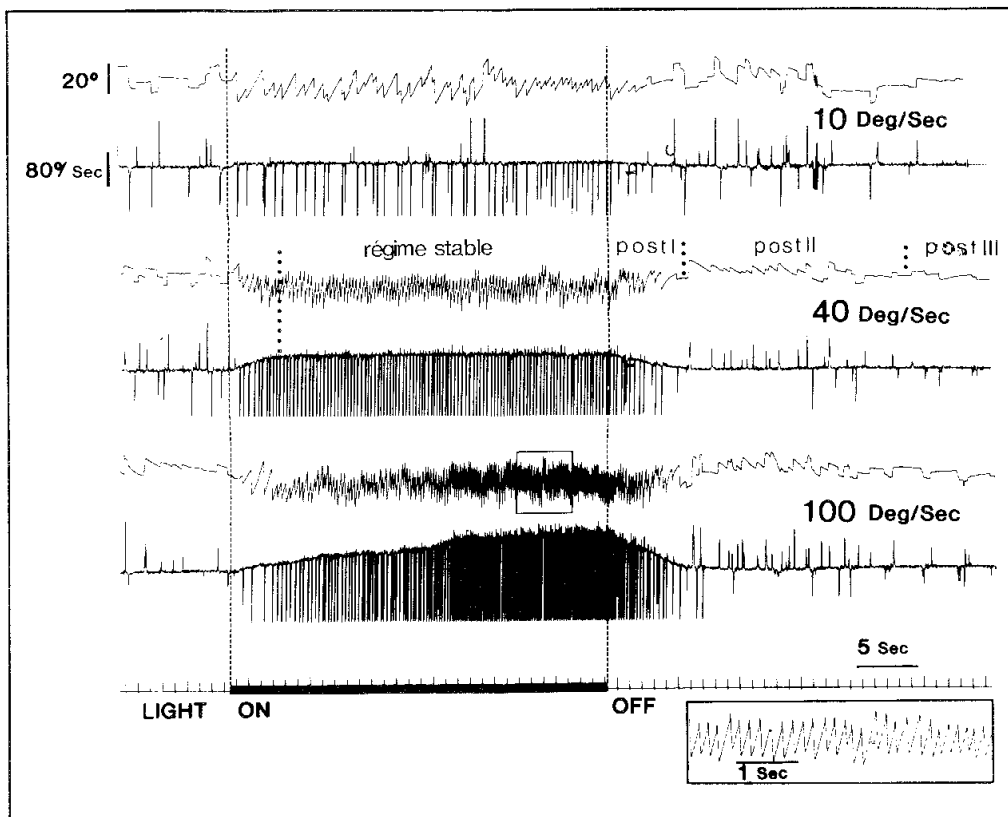


Figure 1 : Réflexe optocinétique enregistré chez un furet (carnivore) en réponse à un échelon de vitesse pour trois vitesses de stimulation différentes (10, 40, 100°/sec. ; stimulation binoculaire). Au sein des trois paires de tracés, l'enregistrement supérieur correspond à la position de l'oeil, l'autre à la vitesse du globe oculaire. Le tracé contenu dans le cadre figurant sur le cinquième tracé en partant du haut est présenté en bas à droite, à une échelle de temps plus grande. Qualitativement, ces réponses optocinétiques sont représentatives de toutes celles qui ont pu être observées chez des mammifères non primates. Post I, II, III : réponse post-optocinétique I, II, III. ON, OFF : début et fin de la stimulation. Calibration : 20° : amplitude du mouvement oculaire ; 80°/sec. : vitesse du mouvement oculaire.

La période de régime stable (steady state level)

Suite à l'établissement de la réponse et pendant toute la durée de la stimulation, la vitesse moyenne des différentes phases lentes compensatoires reste constante (Fig.1). La valeur de la vitesse est bien évidemment étroitement corrélée avec la vitesse de stimulation, en d'autres termes, le gain de la réponse reste constant pour une gamme relativement large de vitesses de stimulation. Pour peu que les conditions de stimulation soient optimales, la valeur de ce gain est très proche de l'unité pour des vitesses de stimulation comprises entre 1 à 50°/sec chez les non primates et entre 1 et 100°/sec chez les primates. Au-delà de ces vitesses, le gain de la réponse chute rapidement montrant les limites de compensation du système optocinétique.

La réponse après stimulation (after optokinetic response)

Après l'arrêt d'une stimulation optocinétique, on observe une prolongation de l'activité oculomotrice si le sujet est maintenu dans l'obscurité. On qualifiera cette réponse de réponse post-optocinétique (Fig.1). L'aspect général de cette dernière est un nystagmus dont la vitesse de la phase lente est dirigée dans le même sens que la stimulation et décroît d'une manière exponentielle jusqu'à l'extinction (réponse post-optocinétique I). Généralement, cette phase est suivie par l'apparition d'une deuxième période nystagmique dont la phase lente est cette fois de direction opposée à la direction du stimulus précédemment employé (réponse post-optocinétique II ; Fig.1). Ce nystagmus constitue le

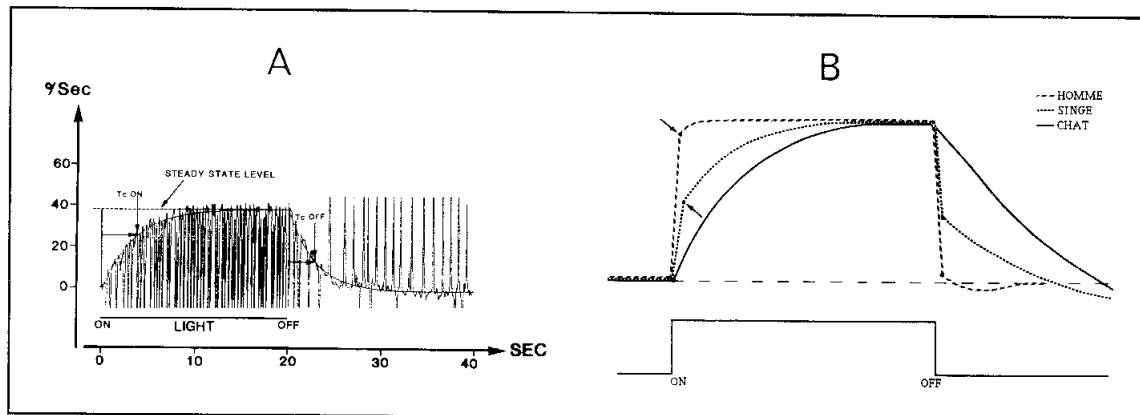


Figure 2

A : Exemple d'un tracé représentant la vitesse du globe oculaire suite à une stimulation optocinétique. Deux composantes peuvent être distinguées : d'une part, des variations de la ligne de base du tracé qui correspondent à l'évolution de la vitesse de la phase lente du nystagmus, et, d'autre part, des pics correspondant à la vitesse de l'oeil pendant la saccade de rappel. A partir de ce type de courbe, on peut définir un certain nombre de paramètres qui permettent de quantifier la réponse : valeur moyenne de la vitesse de la phase lente quand la réponse a atteint la période de régime stable ; - T_c on, T_c off : constante de temps de la période d'établissement (on) et d'extinction (off) de la réponse.

B : évolution de la vitesse de la phase lente d'une réponse optocinétique enregistrée chez différentes espèces (chat, singe, homme). La courbe "chat" correspond à l'enveloppe du tracé présenté en A, dont on a éliminé les pics de vitesse des phases rapides. Les deux autres courbes, obtenues d'une manière similaire, permettent de distinguer au sein de la période d'établissement de la réponse, deux composantes successives : la première, rapide, est présente uniquement chez les primates ; la seconde indique comme chez le chat, une augmentation logarithmique de la vitesse de la phase lente. Les flèches indiquent les points d'articulation de ces deux composantes.

plus souvent la fin de la réponse optocinétique, bien que l'on puisse parfois observer une troisième période nystagmique où la direction de la composante lente s'inverse à nouveau (réponse post-optocinétique III). Comme pour l'établissement de la réponse optocinétique, il est nécessaire de différencier la réponse post-optocinétique I obtenue chez les espèces primates de celle observée chez les non primates. Chez ces derniers, la décroissance de la vitesse de la phase lente est directement assimilable à un phénomène exponentiel, alors que chez les primates on constate d'abord une chute très rapide de ce paramètre immédiatement après l'arrêt de la stimulation, suivie d'un décaissement exponentiel, donc beaucoup moins important. La durée de la réponse post-rotatoire I est très différente suivant l'espèce considérée à cause, en tout ou partie, de la présence ou non de la phase rapide de décroissance décrite ci-dessus. En moyenne la durée de cette réponse est respectivement de 13, 50 et 12 sec. chez le chat, le singe et l'homme.

ASPECTS PARTICULIERS DE LA RÉPONSE OPTOCINÉTIQUE

1) Asymétries de la réponse optocinétique

Les stimulations dans le plan vertical induisent une réponse optocinétique moins importante pour un déplacement du stimulus vers le bas que pour un déplacement vers le haut (27, 10). Chez l'homme, cette asymétrie se traduit par une

différence de gain de l'ordre de 15% en faveur de la réponse obtenue pour une stimulation dirigée vers le haut. De récentes observations effectuées en conditions de microgravité, indiquent que cette asymétrie du ROC vertical dépend de la composante otholitique du système vestibulaire (8).

Une autre asymétrie du ROC peut être observée chez certaines espèces animales dans des conditions de stimulation monoculaire. Chez le lapin ou le rat, une stimulation dans le plan horizontal ne provoquera une réponse optocinétique que si le stimulus se déplace dans une direction temporo-nasale par rapport à l'oeil stimulé. Cette asymétrie devient très faible chez des espèces phylogénétiquement plus évoluées (chat) et disparaît chez le singe et l'homme. Elle suit l'évolution de la position des yeux vers une disposition frontale.

Notons toutefois que ce type d'asymétrie est observée chez le très jeune enfant (26). Mise en évidence dès l'âge de trois semaines, la prépondérance de la réponse temporo-nasale tend à se réduire avec le temps pour aboutir à une réponse symétrique vers l'âge de 19 semaines. Ce phénomène correspond à un processus de maturation de la participation du cortex visuel à la réponse optocinétique. Il survient conjointement avec l'apparition de la stéréopsie.

2) Réponses optocinétiques passive et active

Chez l'homme, deux types de réponse optocinétiques peuvent être enregistrés (Fig.3). Il peut être demandé au sujet

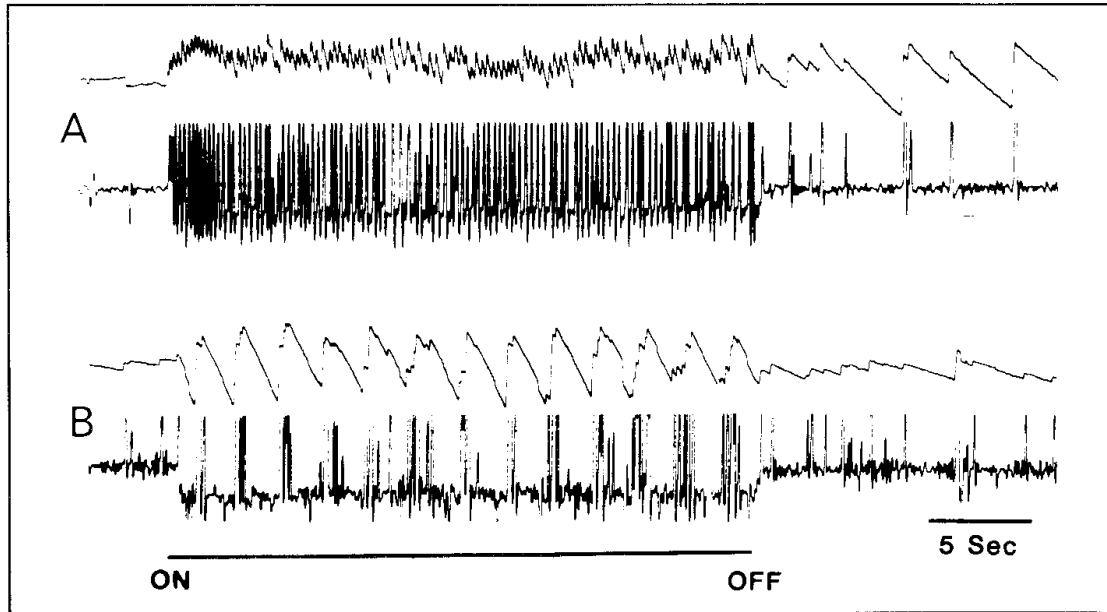


Figure 3 : Réflexe optocinétique observé chez l'homme dans deux conditions expérimentales différentes. A : Les deux tracés supérieurs correspondent respectivement à la position et à la vitesse du globe oculaire. Ils sont obtenus en demandant au sujet de regarder droit devant lui, sans prêter une attention particulière au stimulus (forme passive du réflexe optocinétique). B : les deux tracés du bas montrent la réponse du sujet lorsqu'on lui demande de suivre activement le stimulus (forme active du réflexe optocinétique). Dans les deux cas, les paramètres de stimulation et la calibration des différents tracés sont identiques.

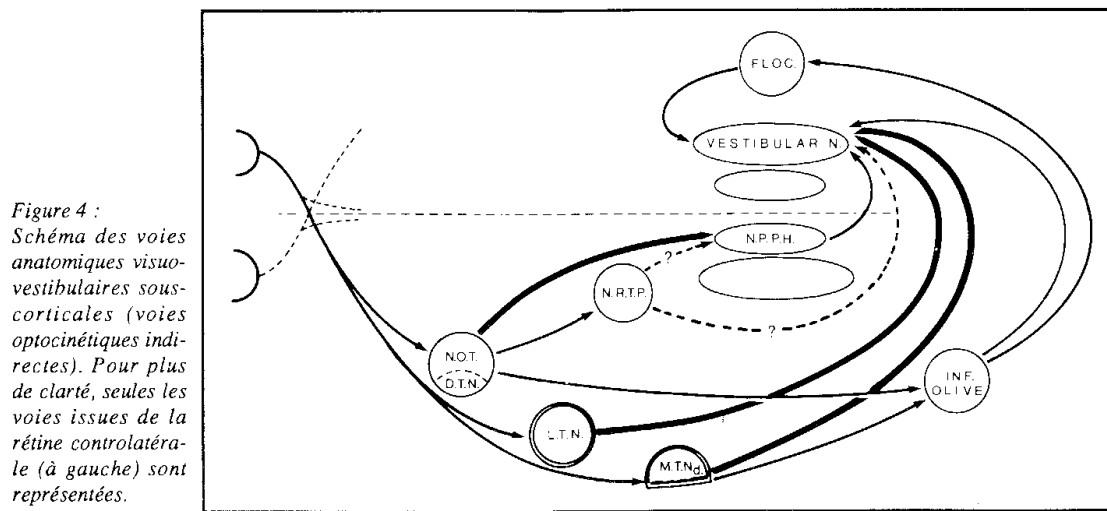


Figure 4 : Schéma des voies anatomiques visuo-vestibulaires sous-corticales (voies optocinétiques indirectes). Pour plus de clarté, seules les voies issues de la rétine controlatérale (à gauche) sont représentées.

Pointillés : connexions qui demandent à être confirmées ; traits gras : voies dont l'existence a pu être récemment démontrée chez les primates. D.T.N. : noyau terminal dorsal du système optique accessoire ; FLOC : flocculus (vestibulo-cervelet) ; INF. OLIVE : olive inférieure ; L.T.N. : noyau terminal latéral du système optique accessoire ; M.T.N.d. : noyau terminal médian (partie dorsale) du système optique accessoire ; N.O.T. : noyau du tractus optique (pretectum) ; N.P.P.H. : noyau prepositus hypoglossi ; N.R.T.P. : noyau reticularis tegmenti pontis ; VESTIBULAR N. : noyaux vestibulaires.

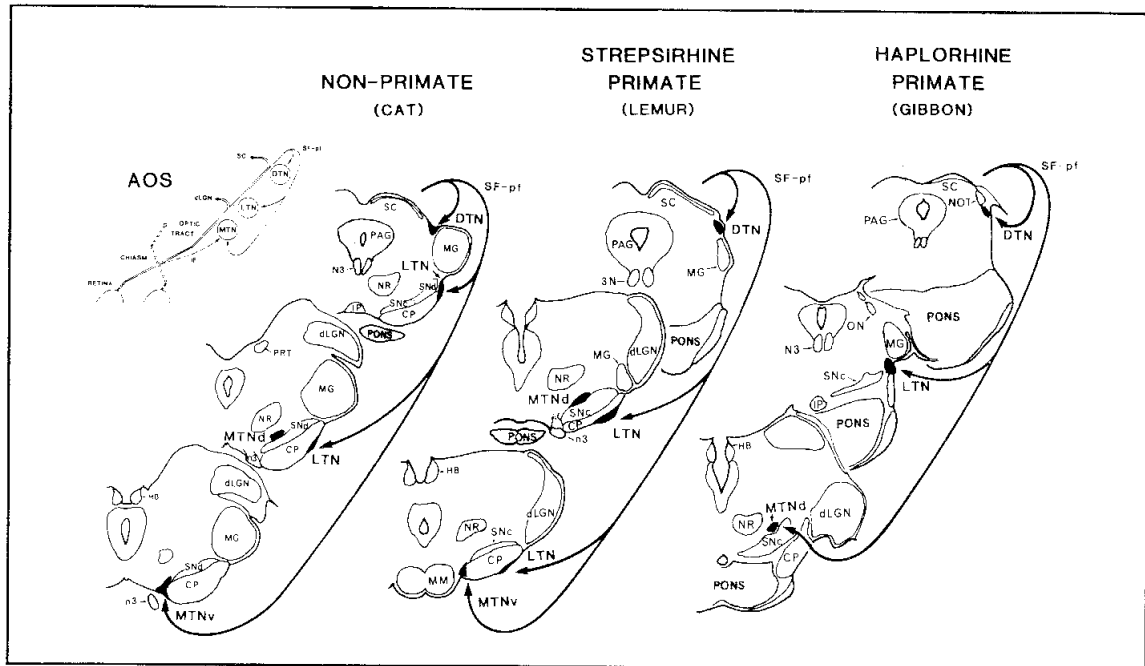
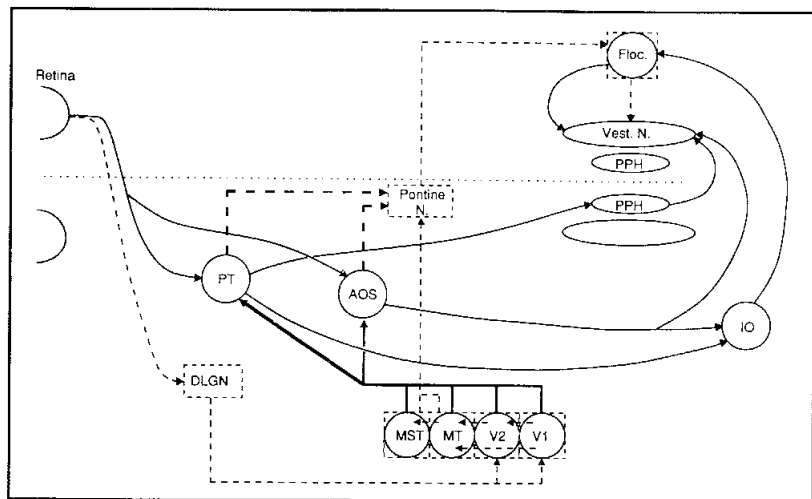


Figure 5 :
Le système optique accessoire. En haut, à gauche, schéma général d'organisation du système composé de trois noyaux terminaux (DTN, LTN, MTN) recevant deux faisceaux de fibres issues de la rétine (IF : fasciculus inférieur ; SF-pf : fasciculus supérieur, fibres postérieures). A droite, localisation anatomique de ces différentes composantes à trois niveaux ponto-mésencéphaliques différents chez le chat, le lémur et le gibbon (dessins de coupe histologique effectuées dans un plan coronal).

Figure 6 :
Schéma de synthèse des voies optocinétiques. Voies sous-corticales (voies optocinétiques indirectes, trait fin plein) ; voies corticales (voies optocinétiques directes, pointillé fin). A noter que ces dernières correspondent aussi aux voies anatomiques du système de poursuite oculaire lente. En trait plein et épais, projections visuelles corticales sur les relais des voies optocinétiques indirectes. En pointillé épais, relations entre le système optocinétique (voies indirectes) et le système de poursuite. AOS : système optique accessoire ; DLGN : noyau géniculé latéral dorsal ; Floc : flocculus ; IO : olive inférieure ; MT : aire corticale médio-temporale ; MST : aire corticale médio-temporale supérieure ; Pontine N. : noyaux du pont ; PPH : noyau prepositus hypoglossi ; PT : pretectum ; Vest. N. : noyaux vestibulaires ; V1 : aire corticale 17 ; V2 : aire corticale 18.



soit de ne pas porter une attention particulière au stimulus (réponse passive) soit d'essayer d'une manière volontaire de le suivre du regard (réponse active). L'aspect général de la réponse obtenue diffère notablement. Dans le cas de réponses actives, les phases lentes sont beaucoup plus amples (déplacement du globe oculaire pouvant atteindre 70°). En terme de gain, cette même réponse se trouve augmentée pour des vitesses de stimulation élevées. On attribue ces modifications de la réponse à l'intervention du système de poursuite oculaire lente qui rend le réflexe optocinétique plus performant.

ANATOMIE DU SYSTEME OPTOCINÉTIQUE

Les voies anatomiques sous corticales (voies optocinétiques indirectes)

Comme nous l'avons vu, l'activité des noyaux vestibulaires peut être modifiée par une stimulation optocinétique et donc induire une activité oculomotrice appropriée via les projections anatomiques efférentes sur le système oculomoteur. Les lésions du complexe vestibulaire (1) qu'entraînent une abolition complète du réflexe optocinétique témoignent de l'importance de cette structure au sein du système optocinétique. Reste cependant à définir les voies anatomiques susceptibles de conduire l'information visuelle, de la rétine aux noyaux vestibulaires. Deux types de voies peuvent être distinguées selon qu'elles impliquent ou pas le cervelet (Fig.4) :

- les voies visuo-vestibulaires non cérébelleuses :

La relation la plus directe en terme de synapse existant entre la rétine et les noyaux vestibulaires, passe par un sous-ensemble du système visuel, le système optique accessoire. Ce dernier est constitué de trois noyaux distincts : les noyaux terminaux dorsal (DTN), latéral (LTN) et médian (MTN), localisés dans le tronc cérébral au niveau de la jonction ponto-mésencéphalique (Fig.5). Ces trois noyaux reçoivent une afférence directe de la rétine (11). Il a été démontré récemment que ces derniers étaient connectés monosynaptiquement au complexe vestibulaire (noyaux vestibulaires supérieur et latéral plus précisément (22, 15, 16).

Une autre voie anatomique constituée à l'origine des projections rétinienne sur le pretectum (noyau du tractus optique : NOT) assure à la rétine une connexion avec le noyau vestibulaire médian via le prepositus hypoglossi. D'autres possibilités qui demandent encore à être confirmées, impliqueraient le noyau reticularis tegmenti pontis. Ce dernier reçoit une information visuelle via le pretectum (22, 20), information qui relayerait au noyau vestibulaire médian, soit directement (2) soit par l'intermédiaire du noyau prepositus hypoglossi (7). Finalement, l'olive inférieure qui reçoit une information visuelle pourrait la distribuer directement aux noyaux vestibulaires.

- la voie visuo-vestibulaire cérébelleuse :

C'est la première voie anatomique qui ait été décrite historiquement entre la rétine et les noyaux vestibulaires (21). Celle-ci comprend l'afférence rétinienne au pretectum (NOT) qui à son tour envoie des projections au niveau de

l'olive inférieure (IO). Cette dernière structure est connectée au cervelet (plus précisément au flocculus) lequel peut transmettre l'information visuelle aux noyaux vestibulaires. Ajoutons que le système optique accessoire (DTN et MTN) est aussi partie intégrante de cette voie par sa projection sur l'olive inférieure.

Les voies anatomiques corticales (voies optocinétiques directes)

L'existence de ces dernières a été pressentie suite aux modifications de la réponse optocinétique observables après lésions effectuées au niveau du cortex visuel (28). A l'origine, ces voies sont constituées par les projections rétinogéniculostriées (Fig.6). De l'aire corticale 17, l'information visuelle est distribuée à différentes aires visuelles associatives dont les aires temporale médiane (MT) et temporale médiane supérieure localisées dans le fond du sulcus temporal supérieur chez les primates (25). Ces aires, dont l'homologue chez le chat serait en tout ou partie l'aire de Clare-Bishop, semblent jouer un rôle prépondérant dans le contrôle du réflexe optocinétique (13). Ce contrôle s'exerce d'une part à travers des projections efférentes issues de ces aires corticales sur le pretectum (17) et sur les noyaux du système optique accessoire (24) et d'autre part, par des projections au niveau des noyaux du pont (4). Ces derniers sont étroitement reliés au cervelet (5) qui à son tour peut influencer le ROC via ses nombreuses projections sur le complexe vestibulaire.

Il faut noter que les voies visuo-vestibulaires décrites ci-dessus (voies optocinétiques directes impliquant les noyaux du pont et le cervelet) correspondent aussi à la description anatomique du système qui génère les mouvements oculaires de poursuite lente (6).

CONCLUSION

De nombreux points de détail restent à préciser quant à l'organisation anatomo-fonctionnelle du système optocinétique. Parmi ceux-ci, les relations existant entre système optocinétique et système de poursuite oculaire lente semblent plus particulièrement d'actualité au vu d'un ensemble de travaux récents. Jusqu'à ce jour, une dichotomie stricte était introduite entre ces deux systèmes même si on admettait que le système de poursuite lente puisse participer peu ou prou à la réponse optocinétique. A l'appui de cette hypothèse, l'amélioration qualitative et quantitative des caractéristiques du ROC observées chez différentes espèces animales selon qu'elles possèdent ou non la faculté de produire des mouvements de poursuite lente.

Autre argument, l'existence chez l'homme d'une forme passive et active de réponse optocinétique, la deuxième forme correspondant au recrutement du système de poursuite. On concevait donc qu'il y avait additivité de deux types différents d'activité oculomotrice, résultants de deux systèmes indépendants.

Dans ce contexte, la description anatomique des deux systèmes pose problème. On constate en effet que les voies et les structures mises en jeu dans la poursuite oculaire lente

sont exactement superposables à celles qui constituent les voies optocinétiques dites directes. De plus, ces voies anatomiques de la poursuite lente présentes chez les primates sont aussi présentes d'une manière homologue chez des espèces non primates. Ces dernières espèces n'ayant pas la faculté de produire des mouvements de poursuite lente, on peut donc s'interroger quant à la signification fonctionnelle de ces voies. D'autre part, de même qu'en clinique il est quasiment impossible d'observer des cas pathologiques montrant des déficits sélectifs soit de la poursuite lente soit du ROC, expérimentalement chez les primates toute tentative de lésion au sein d'un des deux systèmes provoque simultanément des modifications des deux types d'activité oculomotrice. Finalement, la description récente chez les primates des propriétés électrophysiologiques de structures considérées jusque là comme purement optocinétiques laisse apparaître des particularités inattendues. Ainsi, l'activité des cellules du noyau du tractus optique et des noyaux du système optique accessoire qui n'est modifiée que par des stimuli spatialement très étendus chez les non primates, peut, chez les primates, être aussi évoquée par des cibles visuelles ponctuelles, stimulus spécifique des mouvements oculaires de poursuite. Ceci semble indiquer que certaines structures purement optocinétiques chez les non primates, acquièrent des propriétés susceptibles de produire des mouvements de poursuite lente chez les primates. Ces quelques exemples, parmi d'autres, tendent à rendre de plus en plus floue la limite permettant de distinguer clairement le système optocinétique du système de poursuite lente. Dans ces conditions, ne vaudrait-il pas mieux considérer que nous avons à faire à un seul et unique système que l'on pourrait qualifier de système opto-oculomoteur et dont la finalité serait de stabiliser les stimuli visuels sur la rétine. Phylogénétiquement parlant, les propriétés de cette entité fonctionnelle montreraient une évolution telle que ce système ne pourrait stabiliser chez les espèces les plus primitives qu'un stimulus couvrant la totalité du champ visuel alors que chez les primates l'émergence de propriétés nouvelles, contemporaine à l'apparition de la fovea, étendrait ces possibilités de stabilisation à des stimuli beaucoup plus limités dans l'espace et se déplaçant à des vitesses plus élevées. Cette manière de conceptualiser les choses semble mieux en accord avec l'intrication observée tant au plan anatomique qu'au plan fonctionnel entre le système optocinétique et le système de poursuite. Dans ce contexte, la réponse optocinétique active observée chez l'homme ne serait plus interprétable en terme d'additivité des produits de deux systèmes distincts mais correspondrait à un classique phénomène attentionnel augmentant les performances du système opto-oculomoteur.

BIBLIOGRAPHIE

- 1 - AZZENA G., AZZENA M., MARINI R. - 1974 - Optokinetic nystagmus and the vestibular nuclei. *Exp. Neurol.*, 42, 158-168.
- 2 - BALABAN C. - 1983 - A projection from the nucleus reticularis tegmenti pontis of Betchierew to the medial vestibular

- nucleus in rabbits. *Exp. Brain Res.* 51, 304-309.
- 3 - BALABAN C. - 1988 - Distribution of inferior olivary projections to the vestibular nuclei of albino rabbits. *Neuroscience*, 24, 119-134.
- 4 - BRODAL P. - 1978 - The cortico-pontine projection in the rhesus monkey. Origin and principles of organization. *Brain*, 101,251-283.
- 5 - BRODAL P. - 1979 - The ponto-cerebellar projection in the rhesus monkey. *Neuroscience*, 4, 193-208.
- 6 - BUTTNER U., BUTTNER-ENNEVER J. - 1988 - Present concepts of oculomotor organization. Dans : "Neuroanatomy of the oculomotor system", Buttner-Ennever ed. *Reviews of oculomotor research*, Elsevier, 16-19.
- 7 - CAZIN L., MAGNIN M., LANNOU J. - 1982 - Noncerebellar afferents to the vestibular nuclei involving the prepositus hypoglossi complex: an autoradiographic study in the rat. *Exp. Brain Res.*, 48, 309-313.
- 8 - CLEMENT G., VIEVILLE T., LESTIENNE F., BERTHOZ A. - 1986 - Modifications of gain asymetry and beating field of vertical optokinetic nystagmus in microgravity. *Neuroscience Letters*, 63, 271-274.
- 9 - COHEN B., MATSUO V., RAPHAN T. - 1977 - Quantitative analysis of the velocity characteristics of the optokinetic nystagmus and optokinetic afternystagmus. *J. Physiol. - London* - 270, 321-344.
- 10 - COLLEWIJN H. - 1969 - Optokinetic eye movements in the rabbit: input-output relations. *Vision Res.*, 9, 117-132.
- 11 - COOPER H., MAGNIN M. - 1986 - A common plan of accessory optic system revealed in all primates. *Nature*, 324, 457-459.
- 12 - DICHGANS J., SCHMIDT C.L., GRAF W. - 1973 - Visual input improves the speedometer function of the vestibular nuclei in the goldfish. *Exp. Brain Res.*, 18, 319-322.
- 13 - DURSTELER M., WURTZ R. - 1988 - Pursuit and optokinetic deficits following chemical lesions of cortical areas MT and MST. *J. Neurophysiol.* 60, 940-965.
- 14 - FLANDRIN J.M., COURJON J.H., MAGNIN M., ARSI M. - 1990 - Horizontal optokinetic responses under stroboscopic illumination in cat, monkey and man. *Exp. Brain Res.*
- 15 - GIOLLI R., BLANKS R., TORIGOE Y. - 1984 - Pretectal and brain stem projections of the medial terminal nucleus of the accessory optic system of the rabbit and rat as studied by anterograde and retrograde neuronal tracing methods. *J. Comp. Neurol.*, 227, 228-251.
- 16 - GIOLLI R., TORIGOE Y., BLANKS R., MC DONALD H. - 1988 - Projections of the dorsal and lateral terminal accessory optic nuclei and of interstitial nucleus of the superior fasciculus (posterior fibers) in the rabbit and rat. *J. Comp. Neurol.*, 277, 608-620.
- 17 - GRAHAM J., LIN C., KAAS J. - 1979 - Subcortical projections of six visual cortical areas in the owl monkey, *Aotus trivirgatus*. *J. Comp. Neurol.*, 187,557-580.
- 18 - GRUSSER O.J. - J.E. - 1984 - Purkinje contributions to the physiology of the visual, the vestibular and the oculomotor systems. *Human Neurobiol.*, 3, 129-144.
- 19 - HESS B.J., PRECHT W., REBER A., CAZIN L. - 1985 - Horizontal optokinetic ocular nystagmus in the pigmented rat. *Neuroscience*, 15, 97-107.
- 20 - KORB B., BLANKS R., TORIGOE Y. - 1989 - Projections of the nucleus of the optic tract of to the nucleus reticularis tegmenti pontis and prepositus hypoglossi nucleus in the pigmented rat as demonstrated by anterograde and retrograde transport methods. *Visual Neuroscience*, 2, 275-286.
- 21 - MAEKAWA K., SIMPSON J. - 1973 - Climbing fiber

activation of Purkinje cells in the flocculus by impulses transferred through the visual pathway. J. Neurophysiol., 36, 245-251.

22 - MAGNIN M., COURJON J.H., FLANDRIN J.M. - 1983 - Possible visual pathways to the cat vestibular nuclei involving the prepositus hypoglossi. Exp. Brain Res., 51, 298-303.

23 - MAIOLI C., PRECHT W. - 1984 - The horizontal optokinetic nystagmus in the cat. Exp. Brain Res. 55, 494-506.

24 - MAIOLI C., SQUATRITO S., DOMENICONI R. - 1989 - Projections from visual cortical areas of the superior temporal sulcus to the lateral terminal nucleus of the accessory optic system in macaque monkeys. Brain Res. 498, 389-392.

25 - MAUNSELL J., NEWSOME W. - 1987 - Visual processing in monkey extrastriate cortex. Ann. Rev. Neurosci., 10, 363-401.

26 - NAEGELE J., HELD R. - 1982 - The postnatal development of monocular optokinetic nystagmus in infants. Vision Res., 22, 341-346.

27 - VAN DER BERG A.V., COLLEWIJN H. - 1988 - Directional asymmetries of human optokinetic nystagmus ; Exp. Brain Res., 70, 597-604.

28 - ZEE D., TUSA R., HERDMAN S., BUTLER P., GUCER G. - 1987 - Effects of occipital lobectomy upon eye movements in primate. J. Neurophysiol., 58, 883-907.

**XXVIème SYMPOSIUM D'OTO-NEUROLOGIE DE LANGUE FRANÇAISE
LYON - 29 & 30 mai 1992**

Ce symposium réunit chaque année des ORL, neurologues et ophtalmologistes européens, autour des thèmes de l'oto-neuro-ophtalmologie.

Cette année, les deux rapports concernent :

- le vieillissement sensoriel
- les maladies auto-immunes en otologie, neurologie et ophtalmologie.

Le programme complet paraîtra dans notre prochain numéro. Mais dès aujourd'hui, retenir cette date, et ce lieu.

Pour tout contact : Dr Serge VINCENT - 2, rue Vaisse 69006 LYON