

## LA PLACE DE L'OCULOMOTRICITÉ DANS LE MAINTIEN DE L'ÉQUILIBRE

P.-M. GAGEY

*A.P.A.S., B.P. 407, 75626 Paris Cedex 13*

«J'ai attaché devant les yeux d'un pigeon des lunettes aux verres prismatiques; l'animal affecté ainsi d'un strabisme artificiel manifesta alors une série de troubles moteurs qui présentent des analogies incontestables avec les troubles qu'on observe à la suite de la section des canaux semi-circulaires.» C'est E. de CYON (1911), l'adversaire malheureux de BARANY, qui écrit cela dans son livre sur l'oreille. Traitant du vertige, P BONNIER (1904) consacre un chapitre de son ouvrage au «vertige oculomoteur ».

La découverte du rôle de l'oculomotricité dans le maintien de l'équilibre n'est donc pas une acquisition récente de la science contemporaine, c'est une vieille observation qui remonte au temps de Claude BERNARD, mais qui, curieusement, a de la peine à trouver sa place dans la pensée médicale. Elle garde un petit air bizarre, magique, marginal... Quelle idée d'aller mettre des lunettes prismatiques sur le bec d'un pigeon L ..

Face à ces difficultés plus ou moins clairement exprimées dans notre monde médical, je ne ferai que deux remarques:

- l'une expérimentale: le rôle de l'oculomotricité dans la régulation de l'activité tonique posturale est une évidence au niveau du phénomène;
- l'autre théorique: la place tenue par l'oculomotricité dans le maintien de l'équilibre est secondaire comparée à celle des capteurs majeurs que sont l'oreille interne, l'œil et le pied, cette place cependant est structurante pour notre savoir: l'oculomotricité, c'est une autre façon de penser l'équilibre.

*Tirés à part: P.-M. GAGEY (à l'adresse ci-dessus).*

## ÉVIDENCE DU PHÉNOMÈNE

## PERTURBATIONS CHIRURGICALES DE L'EQUILIBRE OCULOMOTEUR DE L'ANIMAL

Dans les années 1950, un jeune ophtalmologiste parisien, intrigué par les vertiges des hétérophoriques, cherchait à reproduire chez l'animal des déséquilibres oculomoteurs mineurs. Sa technique était simple: il pratiquait une ténotomie suivie d'une suture sur nœud coulissant qui permettait d'ajuster à volonté la position des deux extrémités du tendon sectionné. En modifiant ainsi chirurgicalement la tension de muscles oculomoteurs chez le poisson, J.B. BARON (1950, 1952) observait régulièrement une modification de la symétrie du tonus des muscles paravertébraux. Ses poissons, incurvés, ne pouvaient plus nager qu'en tournant d'un mouvement de manège, toujours du même côté. Même rendus aveugles ils présentaient toujours ces troubles posturaux; par contre si, en jouant sur les nœuds coulissants, on rééquilibrait la tension des muscles oculomoteurs, le tonus des muscles paravertébraux du poisson se trouvait rééquilibré.

Mais ce qui a le plus frappé l'expérimentateur c'est que le déséquilibre oculomoteur devait être mineur, entre 1 et 4 degrés, pour que les troubles posturaux apparaissent, au-delà de 4 degrés, le tonus des muscles paravertébraux n'était plus modifié.

Bien sûr il ne s'agit là que d'expériences pratiquées chez l'animal mais chez l'homme on retrouve aussi des modifications posturales évidentes au cours des mouvements des yeux, qu'ils soient volontaires ou réflexes.

## MOUVEMENTS DES GLOBES OCULAIRES CHEZ L'HOMME

Lorsqu'un homme debout, pieds joints, bien cadré dans son environnement tourne volontairement ses yeux sur sa droite on constate que l'axe de son corps est dévié vers sa gauche dans le plan transversal et inversement quand il regarde à gauche son corps penche à droite (P.-M. GAGEY, 1980 a).

S'il poursuit des yeux une cible animée d'un mouvement de va-et-vient de droite à gauche (sinusoïde supérieure de la fig. 1), on constate que les mouvements de son centre de gravité de droite à gauche (troisième courbe à partir du haut de la fig. 1) sont entraînés en opposition de phase, et cela d'autant plus franchement que la fréquence de stimulation se rapproche de 0,3 Hz (J.B. BARON, 1973).

Chez l'homme assis, jambes pendantes, un mouvement horizontal, volontaire, des yeux provoque une modification de la symétrie du tonus des membres inférieurs qui peut se mesurer par le déplacement relatif des gros orteils (P.-M. GAGEY, 1973).

Pendant la marche le tonus des membres inférieurs est modifié par la position des yeux (fig. 2): plus le sujet tient les yeux tournés vers sa droite par exemple - c'est l'angle de version  $V$  porté en abscisses - plus son piétinement est dévié vers la droite - c'est l'angle de déviation  $\delta$  porté en ordonnées - (P.-M. GAGEY, 1983).

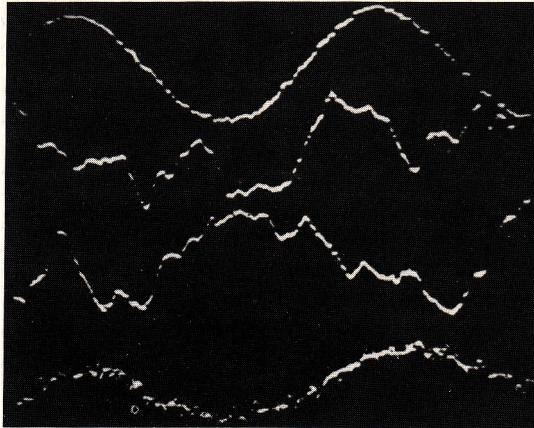


Fig .. 1. - Phénomène d'entraînement des mouvements involontaires du centre de gravité par les mouvements volontaires des globes oculaires.

Le sujet debout sur une plate-forme de force suivait, des yeux uniquement, une cible visuelle en mouvement.

Les courbes représentent, de haut en bas:

- Enregistrement de la trajectoire de la cible visuelle animée d'un mouvement de va-et-vient de droite à gauche. (Une déflexion de la courbe vers le haut indique un mouvement de la cible vers la droite du sujet.)
- Enregistrement des mouvements automatiques d'avant en arrière du centre de gravité du sujet.
- Enregistrement des mouvements automatiques de droite à gauche du centre de gravité du sujet (mêmes conventions que pour la première courbe).
- Enregistrement des mouvements horizontaux des yeux (mêmes conventions).

On constate que les yeux suivent les mouvements de la cible avec un léger décalage alors que les mouvements involontaires du centre de gravité de droite à gauche sont en opposition de phase avec les mouvements de la cible. Fréquence optimale de stimulation: 0,3 Hz (d'après J.B. BARON, 1973).

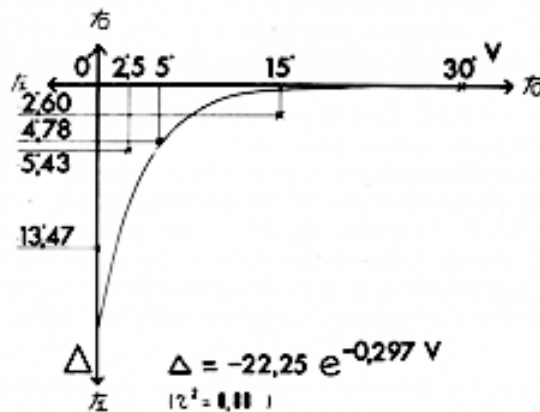


Fig. 2. - Mouvements volontaires des yeux et déviation de la marche.

Lorsqu'on demande à un sujet d'effectuer une série de tests de piétinement de Fukuda en faisant varier d'un test à l'autre uniquement l'angle de version V, on constate que plus l'angle de version V croît, plus la déviation de la marche piétinée, Delta, croît selon une fonction de type exponentiel.

On observe la même déviation à la marche lorsque la contraction des muscles oculomoteurs n'est plus volontaire mais provoquée par le réflexe optomoteur de fusion.

En vision binoculaire un point quelconque, A, du champ visuel forme deux images, B et C, une pour chaque œil. Ces deux images sont fusionnées centralement parce que les points de la rétine impressionnés en B et C sont des «points correspondants». Si on interpose un prisme devant un œil les deux images ne se forment plus sur des points correspondants de la rétine. Pour qu'il y ait à nouveau fusion il faut qu'une contraction de muscles oculomoteurs place à nouveau les deux images sur des points rétinien correspondants.

En modifiant ainsi par un prisme la tension des muscles oculomoteurs on modifie la démarche du sujet selon une loi très ferme: la déviation de la marche se produit du côté des muscles oculomoteurs contractés, comme pour les mouvements oculaires volontaires mais à l'opposé de ce qui se passe pour les muscles nucaux (N. USHIO, 1975).

Ces phénomènes posturaux d'origine oculomotrice sont très fragiles, ils peuvent être masqués - ou amplifiés - par un grand nombre de facteurs intercurrents à telle enseigne qu'il est tout à fait normal de retirer une impression de grande variabilité des résultats lorsqu'on cherche à les observer pour la première fois. La dernière cohorte de 20 sujets normaux que nous avons constituée pour étudier la déviation de la marche au cours des mouvements volontaires des yeux a été sélectionnée à partir d'un lot de 2 500 sujets réputés en bonne santé (P.-M. GAGEY, 1983). Nous ne voulons pas dire que les 2480 sujets rejetés étaient tous posturalement anormaux, mais nous voulons simplement illustrer la rigueur de ces critères que l'expérience nous a fait adopter pour étudier avec plus de sécurité ces phénomènes chez l'homme normal.

Nous choisissons des sujets au schéma corporel accompli mais encore jeunes, entre 16 et 30 ans, sans antécédents de traumatisme craniocervical (P.-M. GAGEY, 1980 b) ou de perte de connaissance, sans plainte actuelle ou récente d'algies dentaires (J. MEYER, 1977), otitiques, cervicales (M. HINOKI, 1971) ou lombaires (M. HINOKI, 1973), sans aucun signe clinique de déséquilibre oculomoteur au cover test et à la convergence (J.P. BOISSIN, 1975), avec une perte d'acuité auditive inférieure à 20 dBA sur 4 Khz, dont les membres inférieurs sont égaux et les repères cliniques du bassin horizontaux, sans voussure du rachis en position penchée en avant, sans signe de dérangement intervertébral mineur (R. MAIGNE, 1973), dont les articulations tibio-tarsiennes et sous-astragaliennes sont normalement mobiles et indolores (R.V. AGGASHYAN, 1972), les plantes des pieds indolores (J. OKUBO, 1980), les points moteurs des muscles jumeaux internes et jambiers antérieurs indolores à la pression, et dont les asymétries de la posture orthostatique présentent l'une des répartitions statistiquement normales (P.-M. GAGEY, 1977).

Le simple énoncé de ces précautions illustre assez les conditions de l'évidence expérimentale du rôle de l'oculomotricité dans la régulation de l'activité tonique posturale. Cette évidence pourtant n'a pas échappé à certains médecins qui en ont tiré des conclusions pour leur pratique clinique; nous citerons par exemple les travaux de BOISSIN et FONTELLE sur l'importance des examens oculomoteurs dans les troubles de l'équilibre (J.P. BOISSIN, 1975), les recherches d'UTERMOHLEN sur le

traitement des vertiges par le port des verres prismatiques (G.P. UTERMOHLEN, 1947). Mais ces médecins restent exceptionnels, en 1983 on doit reconnaître que pour l'ensemble du corps médical l'oculomotricité n'a pas encore trouvé sa place dans les phénomènes d'équilibre.

### POUR UN SCHÉMA GLOBAL DE L'ÉQUILIBRE

Comment peut-il se faire qu'un phénomène entrevu déjà au temps de Claude BERNARD puisse rester encore si méconnu de nos jours? Cela est d'autant plus étonnant que les troubles de l'équilibre d'origine oculomotrice ne sont pas rares: l'incidence en est évaluée à un pour mille, par année, pour une population active ... (M. AMPHOUX, 1977; P.-M. GAGEY, 1980 b).

De cette stagnation historique pourtant l'explication est bien simple: la place tenue par l'oculomotricité dans le maintien de l'équilibre est secondaire par rapport à celle des capteurs principaux de l'oreille interne, de l'œil et des pieds. Même si les «vertiges oculomoteurs» sont relativement fréquents il est normal que les capteurs primaires aient capté d'abord, et pour un certain temps, presque toute l'attention des médecins.

De nos jours les chercheurs se posent davantage de questions sur les relations qui existent entre ces différents capteurs primaires: l'interaction visuo-vestibulaire (J. DICHGANS, 1972), le nystagmus arthrocinétique (Th. BRANDT, 1977), la vection circulaire (W. BLES, 1979), entre autres, sont le lieu de travaux originaux très actuels. Et dans ce contexte historique l'oculomotricité trouve tout naturellement sa place dans le maintien de l'équilibre car les musclesoculomoteurs occupent précisément une zone de relation entre des capteurs primaires.

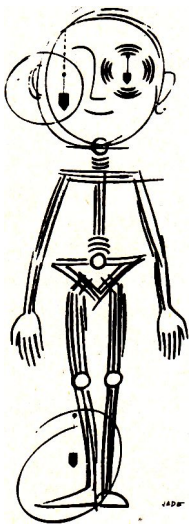


Fig. 3. - Pour un schéma global de l'équilibre.

L'œil tourne dans l'orbite: les informations fournies par le labyrinthe et par l'œil ne peuvent être utilisées conjointement pour l'équilibre qu'en intégrant les informations oculomotrices.

La forme du corps varie au-dessus des pieds: les informations fournies par les capteurs céphaliques et podaux ne peuvent être utilisées conjointement pour l'équilibre qu'en intégrant les informations de déformation du corps, nucales et lombaires en particulier.

Il y a donc des capteurs primaires (Œil, Pied, Labyrinthe), mais aussi des capteurs secondaires de l'équilibre (Oculocéphalogyres, Cou, Lombes).

(Dessin de l'atelier Jade à Bagneux.)

En effet (fig. 3):

La vue fournit à l'organisme des informations de position qui l'aide à se situer dans son environnement;

l'oreille interne fournit, elle aussi, des informations statiques et cinétiques qui aident l'organisme à se situer dans le champ de gravité et dans l'espace.

Entre ces deux sources d'informations, l'œil et l'oreille, se situe un couplage mobile entraîné par les muscles oculomoteurs. Il est bien évident dans ces conditions que les informations de position fournies par ces deux capteurs primaires de l'équilibre, vision et vestibule, ne peuvent être utilisées conjointement qu'en tenant compte des données sur leur position relative. Or ces données sont fournies nécessairement par l'oculomotricité. L'interaction visuo-vestibulaire ne peut pas se passer des informations oculomotrices.

Notons au passage que les muscles nucaux - et les muscles lombaires - occupent eux aussi une situation relationnelle entre les capteurs primaires de l'extrémité céphalique et les capteurs primaires des pieds ...

Ce schéma global de l'équilibre fait, sans problème, sa place à l'oculomotricité ... mais il ne s'agit là que d'un discours très théorique, trop théorique ...

## CONCLUSION

Dans la pratique médicale quotidienne faire sa place à l'oculomotricité c'est d'abord y penser devant un malade qui se plaint de sensations vertigineuses mal étiquetées. Le diagnostic et le traitement de ces vertiges oculomoteurs ne sont pas compliqués, ils ne demandent que d'y penser.

C'est pourquoi si nous vous proposons d'accueillir l'oculomotricité dans votre représentation de l'équilibre ce n'est pas au nom d'une école de pensée, ni même simplement pour l'honneur de la vérité physiologique, c'est beaucoup plus profondément une provocation à un événement.

REMERCIEMENTS. Nous remercions le Dr M. Toupet pour ses conseils lors de la préparation de cette communication.

## Bibliographie

- AGGASHY AN R. V. - On spectral and correlation characteristics of human stabilograms. *Agressologie*, 1972,13, D, 63-69.
- AMPHOUX M., GAGEY P.M., LE FLEM A., PAVY F. - Le devenir du syndrome post-commotionnel. *Rev. Méd. Travail*, 1977,5, 53-75.
- BARON J.B. - Musculature extrinsèque et équilibre des poissons. *C.R. Acad. Sci.*, 1950,230, 2231- 2233.
- BARON J.B., FOWLER E. - Prismatic lenses for vertigo and some experimental background of the role of extrinsic ocular muscles in disequilibrium. *Trans. Am. Acad. Ophthalmol. Otolaryngol.*, 1952,56, 916-926.

- BARON J.B., BESSINETON J.c., BIZZO G., NOTO R., TEVANIAN G., PACIFICI M. - Corrélation entre le fonctionnement des systèmes sensorimoteurs labyrinthique et oculomoteur ajustant les déplacements du centre de gravité du corps de l'homme en orthostatisme. *Agressologie*, 1973, 14, B, 79-86.
- BLES W. - Sensory interaction and human posture - An experimental study, p. 109. *Academische Pers*, publ., Amsterdam, 1979.
- BoiSSIN I.P., FONTELLE P. - Importance des examens oculomoteurs dans les troubles de l'équilibre. *Ophthalmologica*, 1975, 170, 280-283.
- BONNIER P. - Le vertige, 2<sup>e</sup> éd., pp. 342. *Masson*, édit., Paris, 1904.
- BRANDT Th., BUCHELE W., ARNOLD F. - Arthrokinetic nystagmus and ego-motion sensation. *Exp. Brain Res.*, 1977, 30, 331-338.
- CYON E. de - L'oreille, organe d'orientation dans le temps et dans l'espace, pp. 298, *Alcan*, édit., Paris, 1911.
- DICHGANS J., BRANDT Th. - Visual-vestibular interaction and motion perception. *Bibl. Ophthalmol.*, 1972, 82, 327-338.
- GAGEY P.-M., BARON J.B., LESPARGOT J., POLI J.P. - Variations de l'activité tonique posturale et activité des muscles oculocéphaliques en cathédrostatisme. *Agressologie*, 1973, 14, B, 87-95.
- GAGEY P.-M., ASSELAIN B., USHIO N., BARON J.B. - Les asymétries de la posture orthostatique sont-elles aléatoires? *Agressologie*, 1977, 18, 277-283.
- GAGEY P.-M. - L'examen clinique postural. *Agressologie*, 1980a, 21, 125-142.
- GAGEY P.-M. - Le syndrome dit «subjectif» des traumatisés crânio-cervicaux. Bilan d'une approche pluridisciplinaire de ses lésions tronculaires et cervicales. *Rev. Méd. Travail*, 1980b, 8, 69-86.
- GAGEY P.-M. - Influence des mouvements oculaires volontaires sur le test de piétinement. *Agressologie*, 1983, 24, 117-118.
- HINOKI M., HINE S., TADA Y. - Neurological studies on vertigo due to whiplash in jury. *Equil. Res.*, 1971, Suppl 1: 5-27.
- HINOKI M., HINE S., USHIO N. - Studies on ataxia of lumbar origin in cases of vertigo due to whiplash in jury. *Equil. Res.*, 1973, 3, 141-152.
- MAIGNE R. - Diagnostic et mécanisme d'un dérangement intervertébral mineur. *Cinésiologie*, 1973, 12, 25-48.
- MEYER J. - Participation des afférences trigéminales dans la régulation tonique posturale orthostatique. Intérêt de l'examen systématique du système manducateur chez les sportifs de haut niveau. *Thèse de Médecine*, Paris, Université René-Descartes, 1977, 103 p.
- OKUBO J., WATANABE I., BARON J.B. - Study on influences of the plantar mechanoreceptor on body sways. *Agressologie*, 1980, 21, D, 61-70.
- USHIO N., MATSUURA K., HINOKI M., BARON J.B., GAGEY P.-M. - Deux phases de réflexe dans l'équilibre provoquées par les propriocepteurs des muscles oculaires. Analyse à l'aide du test de piétinement de Fukuda et du test de réflexe orthostatique. *Agressologie*, 1975, 16, D, 39-52.
- UNTERMOHLEN G.P. - De prismatherapie getoetst aan 160 lijdens aan het syndroom van Meniere. *Ned.*