

# La manipulation de l'espace de Panum par le port d'un prisme postural modifie-t-elle les événements électriques corticaux associés à une tâche de reconnaissance d'un stimulus visuel ?

P.M. Gagey\*, J. Lemaire\*\*, C. Debruille-Lionnet\*\*\*

Institut de Posturologie, Paris, France

\*\* Centre Postura, Montréal, Canada

\*\*\* Human Neurocognitive Laboratory, Douglas H. R. C., McGill, Montréal, Canada,

## Introduction

Qu'est-ce qui se passe lorsqu'on met un prisme de faible puissance devant un œil?

Pour répondre à cette question, pendant des années avec J-B Baron, nous avons utilisé la théorie de Huygens: «Pour ce qui est de l'action des deux yeux à la fois, la nature a pourvu d'une manière bien particulière à ce qu'ils ne fissent pas paroître l'object double. C'est qu'elle a fait que chaque point du fond de l'oeil a son point correspondant dans le fond de l'autre en sorte que lors qu'un point de l'object est peint dans quelques deux de ces points correspondants, alors il ne paroît que simple comme il est.» (Huygens, 1690)

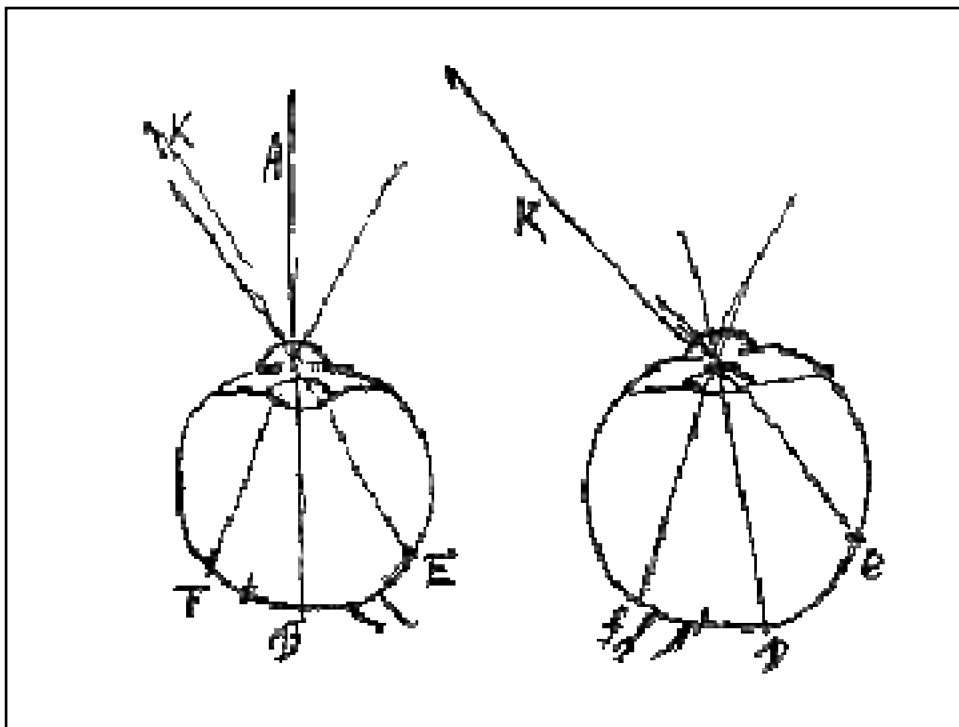


FIG.1 — Schéma original des points réiniens correspondants

(D'après Huygens, 1690)

La mise en place du prisme devant l'œil déplace l'image sur la rétine qui, de ce fait, ne se forme plus sur les "points correspondants" à la rétine de l'autre œil. Cette "disparité" provoque un mouvement de vergence qui ramène les "points correspondants" réiniens sous l'image déviée. Ce réflexe optomoteur de fusion élimine ainsi la diplopie. Finalement le prisme ne change rien dans les mécanismes de vision binoculaire puisque les deux images se font à nouveau sur des points correspondants. Le prisme ne change que la tension des muscles oculomoteurs qui provoquent et soutiennent le mouvement de vergence. Le prisme n'agirait donc que par le biais de l'oculomotricité.

Cette théorie a été falsifiée par la constatation que les prismes de faible puissance agissaient sur le tonus postural même chez les sujets qui n'ont pas ou plus de vision binoculaire, pas de réflexe optomoteur de fusion.

La découverte de la Loi des canaux, dans ces mêmes années 80 (Gagey, 1988; Gagey *et al.*, 1994; Gagey, 1996 ) nous a fait penser que le prisme devait agir quelque part où informations vestibulaires et informations oculomotrices sont intégrées les unes aux autres puisqu'on constate une corrélation entre la position du prisme, les plans des canaux semi-circulaires et la direction d'action des muscles oculomoteurs. Mais ce "quelque part" restait à préciser.

A la fin du siècle dernier, Alves Da Silva a commencé à parler de l'efficacité des prismes posturaux dans le traitement des dyslexies de développement (Alves da Silva & Serrano, 1966, Quercia *et al.*, 2004) et brusquement cela nous a rappelé tous ces travaux anciens — et trop méconnus des cliniciens posturologues — qui établissaient un lien entre posture et activité cognitive. A commencer par les intuitions fulgurantes qu'Henri Wallon a exposées dans son livre *De l'acte à la pensée* (Wallon, 1942) qui ont orienté J. Paillard vers l'étude du contrôle postural (Paillard, 1985), puis les études très spécifiques de R. Kohen-Raz (1972; 1986) complétées par celles de P. Bougeois (1997; 1998; 1999; 2001; 2005). Le "quelque part" de l'intégration vestibule/oculomotricité, le lieu de l'action des prismes posturaux, avait toutes les chances d'être beaucoup plus élevé qu'on ne le pensait jusqu'alors. Pourquoi pas cette zone du cortex pariétal que J.R. Duhamel et coll. décrivent comme un lieu d'intégration des informations spatiales provenant de signaux visuels, sonores, et mécaniques à la surface du corps (Avillac et al., 2005)?

Pour explorer les modifications éventuelles de l'activité de ces aires corticales sous l'influence du port d'un prisme postural, aux techniques d'imagerie, nous avons préféré les techniques d'EEG computerisée dont la

chronologie très précise permet de se faire une meilleure idée de l'étape concernée des phénomènes d'intégration corticale.

## **Matériel et Méthodes**

Les sujets d'expérience ont été soumis à un protocole d'EEG computerisée classique de reconnaissance de formes dans deux situations visuelles randomisées: avec et sans prisme postural devant un œil.

### *Le protocole EEG de reconnaissance de forme*

Le protocole de Duncan et col. (Duncan et al., 1987) a été choisi car il est utilisé régulièrement depuis des années au Laboratoire. Les lettres S ou H apparaissent sur l'écran d'un ordinateur, le S est présenté moins souvent que le H, une fois sur dix, aléatoirement. Chaque stimulus ne dure que 10 ms, à intervalle régulier de 1490 ms. Le sujet doit presser un bouton à chaque apparition du S.

### *Acquisition des données, mesures, analyses*

L'EEG a été enregistré par 28 électrodes réparties selon les normes internationales (Electrode nomenclature committee, 1991), la référence au lobe de l'oreille droite. L'électro-oculogramme a été enregistré par des électrodes placées au dessus et en dessous de chaque œil et à leur canthus externe. L'impédance des électrodes a été maintenue en dessous de 5 k $\Omega$ . Les signaux, soumis à des filtres passe-haut et passe-bas, fréquence de coupure 0,1 et 100 Hz, étaient amplifiés 20.000 fois, un filtre complémentaire éliminait la bande de fréquence 60Hz. Ce signal analogique était ensuite échantillonné à la cadence de 256 Hz, numérisé et stocké avec la chronologie du stimulus et les réponses du sujet. Toutes les parties de l'EEG correspondant à une réponse incorrecte, ou contaminée par des mouvements oculaires, ou par une saturation de l'amplificateur, ou par un défaut de numérisation, ont été rejetées. Les potentiels évoqués présentés sont le résultat, entre les 16 sujets, d'un "Grand moyennage" des moyennes obtenues pour chaque électrode, à partir de portions d'EEG de 1000 ms, débutants 120 ms avant le début du stimulus. L'onde P300 est identifiée comme le pic positif le plus important survenant 250 ms après le début du stimulus.

### *Sujets*

16 sujets normaux ont été choisis sur des critères peu contraignants: absence de maladie neurologique, absence de troubles posturaux francs. Ils ont signé un formulaire d'acceptation conforme à la déclaration d'Helsinki.

Le protocole n'avait prévu aucun examen ophtalmologique et orthoptique, à l'exception de la recherche d'un mouvement de restitution au Cover test, avant et après mise en place du prisme, le résultat étant porté sur la fiche d'expérience.

### *Prisme postural*

Un prisme d'une dioptrie de type press on était fixé soit sur les verres correcteurs du sujet soit sur des verres neutres, dans une position de sa base telle que la présence du prisme entraîne une modification de la symétrie du tonus de posture repérée soit au test des pouces, soit au test de piétinement de Fukuda.

## Résultats

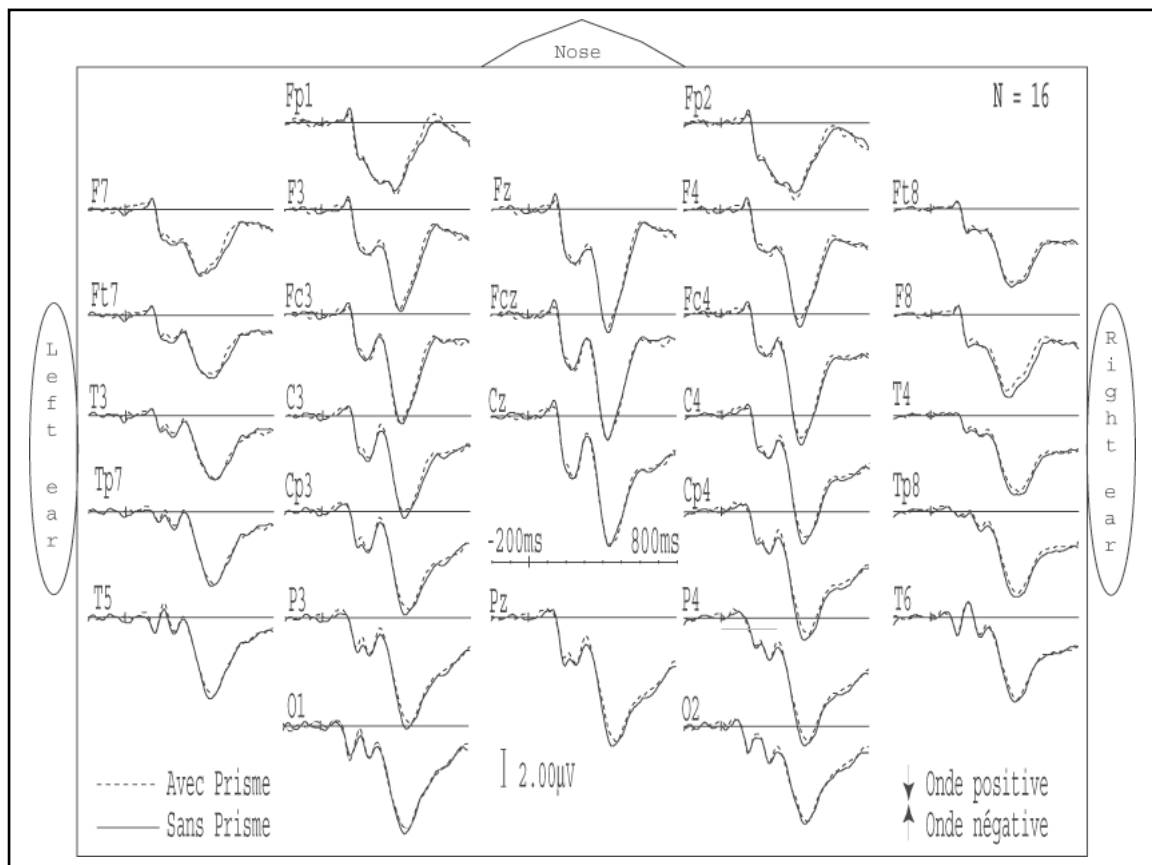


FIG. 2 — "Grand moyennage" des potentiels d'action recueillis pendant 1000 msec par les 28 électrodes de surface chez les 16 sujets d'expérience

Les tracés correspondants à chacune des électrodes (F7, FT7, T3, etc.) sont situés sur une représentation schématique du scalp.

Trait plein: enregistrements sans prisme, Pointillé: enregistrements avec prisme

Début des tracés 200 ms avant l'apparition de la lettre S (les tracés produits par la lettre H ne sont pas présentés). Ondes positives dirigées vers le bas. La grande onde positive qui apparaît environ 350ms après le début du stimulus est l'onde P300.

Le grand moyennage de tous les résultats des 16 sujets est présenté sur la figure 2. On ne constate aucune différence significative entre les situations avec ou sans prisme.

## Discussion

L'absence de résultats statistiquement significatifs entre les enregistrements faits avec ou sans prisme au cours de cette expérience ne signifie pas que la présence d'un prisme de faible puissance devant un œil ne soit pas susceptible de modifier systématiquement certains événements électriques corticaux semi-tardifs.

Il a été possible en effet de constater, chez certains sujets, des modifications de l'onde P300 en relation avec le port du prisme et même, semble-t-il, corrélées avec la présence d'un mouvement de restitution au cover test lorsque le prisme était porté.

Il est donc utile de critiquer le protocole à la lumière de ces constatations pour orienter la construction d'un nouveau protocole.

### *Critique du choix de la puissance du prisme*

La puissance d'une dioptrie prismatique avait été choisie pour se trouver au voisinage de la limite des aires de Panum. Rappelons que les "points correspondants" de Huygens sont en fait des aires de surfaces variables de la macula à la périphérie où elles couvrent un angle d'environ quatre minutes d'angle, légèrement supérieur à la déviation du rayon lumineux par un prisme d'une dioptrie. Mais par contre au voisinage et sur la macula, les aires de Panum sont nettement moins étendus, si bien que la déviation du rayon lumineux par un prisme d'une dioptrie est très supérieure à l'angle couvert par les aires de Panum à ce niveau.

Il serait peut-être préférable de choisir un prisme d'une puissance de deux dioptries prismatiques qui joue aussi bien sur les aires de Panum périphériques que centrales.

#### *Critique du choix de la position de la base du prisme*

La base du prisme devait être placée dans une position telle qu'on puisse constater cliniquement une modification de la symétrie du tonus de posture. Mais cette constatation n'a été établie que sur un seul test clinique, soit le test des pouces, soit le test de piétinement de Fukuda simple. Connaissant la grande variabilité du tonus de posture, il est certainement préférable de prendre davantage de précaution pour déterminer la position de la base du prisme, l'usage d'une batterie de tests cliniques pour vérifier la modification de la symétrie du tonus de posture est certainement souhaitable.

#### *Critique de l'expertise orthoptique des sujets d'expérience*

Un simple cover test en guise d'expertise orthoptique est à l'évidence parfaitement insuffisant. D'autant plus insuffisant semble montrer cette expérience qu'on a constaté pour quelques sujets une certaine corrélation entre une modification significative de l'onde P300 pariétale et l'existence ou non d'un mouvement de restitution. De toute évidence une expertise poussée de l'équilibre oculomoteur et de la binocularité s'imposent.

#### *Critique du choix du protocole EEG de reconnaissance de forme*

Le choix du protocole de Duncan et col. (Duncan et al., 1987) ne semble pas mauvais; pour une étude d'un problème tout nouveau il est sage au contraire de faire appel à un protocole longuement rodé, suffisamment rodé pour que des phénomènes un peu limites puissent quand même interpellier.

## **Conclusion**

Nous savons que le contrôle de la posture orthostatique intègre des afférences multimodalitaires.

Nous savons qu'un prisme de faible puissance placé devant un œil est susceptible de modifier le contrôle de la posture orthostatique.

L'hypothèse que le mode d'action d'un tel prisme puisse concerner des aires corticales d'intégration des afférences posturales multimodalitaires n'est certainement pas falsifiée par cette expérience dont le protocole est très critiquable.

## Bibliographie

- Alves da Silva O., Serrano G. (1966) DISLEXIA, Uma Nova Abordagem Terapeutica. G. Serrano & O. Alves da Silva Ed., Lisbonne.
- Avillac M., Denève S., Olivier E., Pouget A., Duhamel J.R. (2005) Reference frames for representing visual and tactile locations in parietal cortex. *Nat Neurosci.*, **8**, 7: 941-9.
- Bourgeois P. (1997) Étiologie posturale et échec scolaire. In Lacour M., Gagey P.M., Weber B. (Eds) *Posture et environnement*. Sauramps, Montpellier, 63-73.
- Bourgeois P. (1998) Étiologie posturale et échec scolaire en fin d'études secondaires. In Lacour M. (Ed) *Posture et équilibre. Pathologie, vieillissement*. Sauramps, Montpellier, 59-71.
- Bourgeois P. (1999) Différence de stratégie d'apprentissage de la lecture chez des adolescents perturbés par une étiologie posturale. In Lacour M. (Ed) *Posture et équilibre. Entrées sensorielles*. Sauramps, Montpellier, 155-167.
- BOURGEOIS P. (2001) Éducation physique, sport et posture, In *Posture, pratique sportive et rééducation*, S. Mesure & H Lamendin, Masson, Paris, 75-91,
- Bourgeois P. (2005) Maturation posturale et scolarité, In P-M Gagey, B. Weber (Eds) *Posturologie régulation et dérèglements de la station debout*, 3<sup>e</sup> Ed., Masson, Paris.
- Duncan C.C., Morihisa J.M., Fawcette R.W., Kirsh D.G. (1987). P300 in schizophrenia: state or trait marker? *Psychopharmacol. Bull.* **23**, 497–501.
- Electrode nomenclature committee (1991) Modified expanded 10–20 system. American EEG society. *J. Clin. Neurophysiol.* **35**, 200–202.
- Gagey P.M. (1988) La loi des canaux. *Agressologie*, **29**, 691-692,.
- Gagey P.M., Dujols A., Fouché B., Marucchi C. & Weber B. (1994) The law of the canals: systematic variations of the spin movement during Fukuda's stepping test depends on the position of the prism base. in: *Vestibular and neural front*. Taguchi K., Igarashi M., Mori S. Elsevier, Amsterdam, 537-540.
- Gagey P.M. (1996) Loi des canaux et clinique posturale, Collège de France, 16 novembre 1996. (non publié, voir sur internet: <http://pmsgagey.club.fr/LoiCanaux.htm>)
- Huygens Ch. (1690) De l'oeil et de la vision, Complément de Dioptrique, in Société hollandaise des sciences (Ed.) *Oeuvres complètes de Christiaan Huygens*, Tome XIII, fascicule 2, 796. M. Nijhoff, La Haye, 1916.
- Kohen-Raz R. (1972) Les relations entre la dyslexie et le contrôle de l'équilibre statique explorées par une méthode d'ataxiométrie électronique. *Enfance*, 487-517.
- Kohen-Raz R. (1986) *Learning disabilities and Postural control*, Freund, London

- Paillard J. (1985) Les niveaux sensorimoteurs et cognitifs du contrôle de l'action. In: Laurent M., Therme P. Recherche en APS I. Publication UEREPS, Marseille: 147-163.
- Quercia P., Robichon F., Alves da Silva O. (2004) *Dyslexie de développement et proprioception. Approche clinique et thérapeutique.* Association Graine de Lecteur, Beaune.
- Wallon H. (1942) De l'acte à la pensée. Essai de psychologie comparée. Flammarion, Paris.