

## Les asymétries de la posture orthostatique sont-elles aléatoires?

par

P.-M. GAGEY \*, B. ASSELAIN \*\*, N. USHIO \*\*\*, M.LECONTE\*

et J.B. BARON \*\*\*\*

• APAS, Paris

\*\* Centre de calcul. CHU Pitié-Salpêtrière, Paris, \*\*\*

\*\*\*Département ORL, Université de Tokushima, Japon

\*\*\*\*Laboratoire de posturographie, hôpital Sainte-Anne Paris.

### LES ASYMÉTRIES DE LA POSTURE ORTHOSTATIQUE SONT-ELLES ALÉATOIRES ?

P.-M. GAGEY, B. ASSELAIN, N. USHIO, M. LECONTE & J.-B. BARON

*Agressologie 1977, 18, 5 : 277-283 Trois asymétries de posture et leurs liaisons ont été appréciées par une étude statistique aussi rigoureuse que possible, sur les sujets d'un échantillon issu d'une population considérée comme normale au terme de critères négatifs.*

*La comparaison des probabilités observées aux probabilités aléatoires montre qu'il existe moins d'une chance sur mille de commettre une erreur en rejetant l'hypothèse que les asymétries de la posture orthostatique sont aléatoires.*

*La définition des limites de ces asymétries s'inscrit ainsi dans la recherche des conditions d'un examen clinique de la posture.*

Les postures de la tête et du bassin d'un homme normal en orthostatisme ne sont pas symétriques par rapport à son plan vertical sagittal intermalléolaire, le sujet est incliné, tourné d'un côté. La réponse posturale à l'occlusion des yeux au cours de la manœuvre de ROMBERG n'est pas symétrique par rapport à ce même plan vertical sagittal inter- malléolaire : le sujet dévie et tourne d'un certain côté (BARON, 1957, 1959; SOULAIRAC, BARON et QUETIN, 1957; SOULAIRAC, BARON *et al.*, 1965).

Ces asymétries n'échappent à aucun observateur, mais peu nombreux sont ceux qui les prennent en considération, *comme* s'il s'agissait d'une chose sans importance, sans signification, à la limite comme d'une chose aléatoire.

Dans une démarche logique nous avons jugé nécessaire de préciser le niveau de vérité auquel on se situait en attachant de l'importance à ces asymétries; nous avons donc cherché à répondre à la question: combien de chances avons-nous de nous tromper en acceptant l'hypothèse que ces asymétries de posture ne sont pas aléatoires?

### Matériel et méthodes.

Dans une population d'hommes normaux, décrite par une série de caractères négatifs nous avons étudié, sur un échantillon, trois variables qualitatives aléatoires à deux classes (inclinaison de l'axe bipupillaire, rotation horizontale du bassin, déviation au cours de l'épreuve de ROMBERG) et nous avons comparé l'hypothèse d'indépendance de ces facteurs aux probabilités observées pour pouvoir répondre à notre question.

#### *Description de la population:*

Pour éviter le plus possible d'interférences encore inconnues avec des phénomènes pathologiques nous avons choisi une série de critères très restrictive :

- sujets nés depuis 1940,
- sans antécédents de fracture des membres inférieurs,
- ni de traumatisme cervico-crânien,
- sans troubles de la statique du rachis et du pelvis, visibles à l'examen clinique (repères du bassin horizontaux, pas de rotation horizontale du bassin supérieure à 5°, Pas de voussure en position penchée)
- sans *genu valgum*,
- sans signes de dérangement vertébral mineur mis en évidence par la technique de MAIGNE (MAIGNE, 1973)
- sans déséquilibre oculomoteur apparaissant cliniquement à l'examen sous écran ou à la manœuvre de convergence;

- sans atteinte clinique des oreilles (pas d'antécédents otologiques mémorisés, signal sonore de 4 Khz reçu des deux côtés à 15 dBA, pas de sensations vertigineuses)
- sans signe de souffrance dans le domaine du trijumeau,
- d'acuité visuelle 10/10 de loin à l'échelle de MONOYER ou de SNELLEN; 1,5 de près à l'échelle de PARINAUD.

*Sélection de l'échantillon :*

Le choix des sujets a été réalisé par une personne ignorant tout de cette recherche, parmi les 4 000 sujets du Bâtiment et des Travaux publics de la Région parisienne que nous devions examiner dans le courant de l'année, selon des normes de type historique et géographique sans rapport avec la posture des sujets,

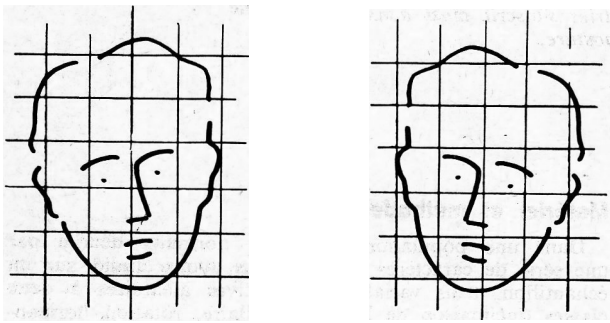
*Les trois variables qualitatives aléatoires à deux classes:*

**Inclinaison de l'axe bipupillaire sur l'horizontale.**

L'inclinaison sur l'horizontale de la ligne idéale qui joint les deux pupilles, ou axe bipupillaire (BP), était examinée à l'aide d'une grille placée entre le sujet et l'observateur, le niveau de la grille ayant été soigneusement vérifié (fig. 1). Le sujet recevait la consigne de tenir la tête droite (verticale subjective). Deux réponses seulement étaient possibles :

- Axe bipupillaire incliné en bas et à droite : BPD,
- Axe bipupillaire incliné en bas et à gauche: BPG.

Quelques mouvements de relaxation étaient demandés au sujet entre deux observations successives de l'axe bipupillaire.



B.P.D.

B.P.G.

FIGURE 1. - Inclinaison de l'axe bipupillaire sur l'horizontale.

**Déviations au cours de l'épreuve de ROMBERG.**

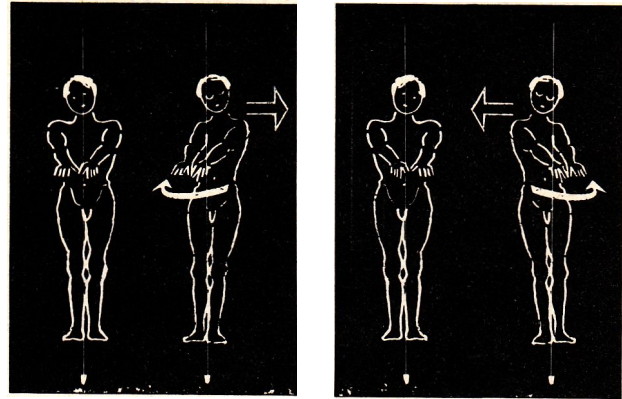
Nous apportons une petite modification à la position classique de l'épreuve de ROMBERG: le sujet tient les bras tendus devant lui à l'horizontale, les mains en pronation, fermement accolées par leur bord radial. De la sorte, la déviation qui se produit à l'occlusion des yeux peut être notée au niveau de deux repères du sujet: la base du cou, les index (fig. 1 & 2).

Les mouvements repérés à la base du cou ont lieu dans le plan frontal du sujet et se font vers la droite ou vers la gauche:

- Yeux fermés, déviation du sujet vers sa droite: YFD,
- Yeux fermés, déviation du sujet vers sa gauche: YFG.

Les mouvements notés au niveau des index sont la somme des mouvements de translation dans le plan frontal, déjà décrits, et des mouvements de rotation du corps autour de son axe vertical. Compte tenu de cette remarque les mouvements observés au niveau des index permettent de noter le sens de la rotation à l'occlusion des yeux:

- Rotation vers la droite : RD,
- Rotation vers la gauche : RG.



BPD.YFG.RD

BPG.YFD.RG

FIGURE 2. - Déviations au cours de la manœuvre de ROMBERG:

Un repère au niveau de la base du cou, un autre repère au niveau des index permettent d'observer les translations et les rotations qui apparaissent après occlusion des yeux.

BPDYFGRD: axe bipupillaire incliné à droite: BPD, yeux fermés: YF, le sujet dévie sur sa gauche: G, et tourne vers la droite: RD.

BPGYFDRG: axe bipupillaire incliné à gauche: BPG, yeux fermés: YF, le sujet dévie sur sa droite: D, et tourne vers la gauche: RG.

Nous accordons la même valeur (voir discussion) au mouvement de translation vers la gauche et au mouvement de rotation vers la droite, de même que nous groupons dans la même rubrique les mouvements de translation vers la droite et de rotation vers la gauche, de telle sorte que deux réponses seulement ont été retenues à l'occlusion des yeux :

- Translation vers la droite et/ou rotation vers la gauche : YFDRG,
- translation vers la gauche et/ou rotation vers la droite : YFGRD.

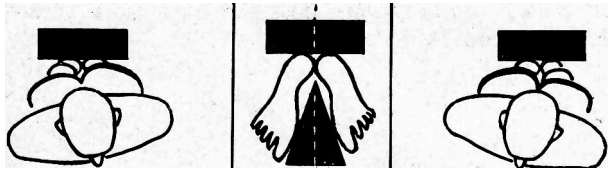
La réponse impossible à déterminer, d'ailleurs exceptionnelle, n'a été retenue que pour le calcul du nombre de sujets de l'échantillon.

*Rotation horizontale du bassin :*

La rotation du bassin autour de l'axe vertical du sujet, ou rotation dans le plan horizontal, était appréciée à l'aide d'une règle tenue horizontalement, et tangente aux masses fessières du sujet. L'angle fait par cette règle avec une cale tangente aux bords postérieurs des talons était observé par simple visée et évalué à l'aide d'une échelle angulaire collée à la plateforme sur laquelle se tenait le sujet (fig. 3). Les valeurs de ces angles n'ont pas été retenues elles n'étaient chiffrées que pour éliminer les sujets dont l'angle de rotation du bassin dépassait 5°.

Deux réponses seulement étaient possibles:

- Rotation horizontale du bassin portant le côté droit vers l'avant: D,
- Rotation horizontale du bassin portant le côté gauche vers l'avant: G.



D.A.V.

G.A.V.

FIGURE 3. - Rotation horizontale du bassin.

Au centre, la plateforme d'observation (l'échelle angulaire n'est pas figurée), de chaque côté : DAV: la fesse droite est en avant, GAV: la fesse gauche est en avant.

### Résultats.

950 sujets ont été examinés pour arriver à constituer un échantillon de 105 sujets normaux selon les critères adoptés.

*Répartition des variables prises isolément.*

Axe bipupillaire :

incliné à droite (BPD) : 62 sujets, soit 60,95 %,

incliné à gauche (BPG): 41 sujets, soit 39,05 %.

*Déviaton à l'épreuve de ROMBERG.*

Translation vers la droite et/ou rotation vers la gauche (YFDRG) : 46 sujets, soit 43,80 %.

Translation vers la gauche et/ou rotation vers la droite (YFGRD) : 57 sujets, soit 54,28 %.

- Impossible à déterminer : 2 sujets.

*Rotation horizontale du bassin.*

Côté droit en avant (D) : 56 sujets, soit 53,33 %,

Côté gauche en avant (G) : 49 sujets, soit 46,66 %.

Les conditions de validité étant satisfaites (np et nq, produits de l'effectif par la probabilité, étant supérieurs à 10), on peut estimer que la distribution des fréquences observées, f, suit une loi normale et par conséquent que l'intervalle de confiance de la fréquence réelle, F, pour alpha = 0,03 es! donné par la formule :

$$F = \pm 2,17 \sqrt{\frac{f(1-f)}{105}}$$

Les limites de l'intervalle de confiance à 97 % sont donc pour chaque variable :

BPD (axe bipupillaire incliné à droite) : 61 ± 10 %,  
 BPG (axe bipupillaire incliné à gauche) : 39 ± 10 %,  
 YFDRG (translation droite, rotation gauche): 44 ± 10 %,  
 YFGRD (translation droite, rotation gauche): 54 ± 10 %,

D (fesse droite vers l'avant) : 53 ± 10 %,

G (fesse gauche vers l'avant) : 47 ± 10 %.

*Liaison des variables prises deux à deux.*

Entre les variables prises deux à deux on peut dresser les tableaux de répartition des fréquences observées .

TABLEAU I  
 TABLEAU DE CONTINGENCE  
 ENTRE L'INCLINAISON DE L'AXE BIPUPILLAIRE (BPD, BPG) ET LES MOUVEMENTS OBSERVÉS AU COURS DE L'ÉPREUVE DE ROMBERG (YFDRG, YFGRD).

	BPG	BPD	
YFDRG ...	39	7	,46
YFGRD ...	2	55	57
	41	62	103

Chi<sup>2</sup> = 70,14.

Degré de signification p < 0,001.

TABLEAU II  
 TABLEAU DE CONTINGENCE  
 ENTRE L'INCLINAISON DE L'AXE BIPUPILLAIRE (BPD, BPG), ET LA ROTATION HORIZONTALE DU BASSIN (D, G)

	BPG	BPD	
D .....	10	45	55
'G .....	31	17	48
	41	62	103

Chi<sup>2</sup> = 23

p < 0,001

TABLEAU III  
TABLEAU DE CONTINGENCE ENTRE LES  
MOUVEMENTS OBSERVÉS AU COURS DE  
L'ÉPREUVE DE ROMBERG (YFDRG, YFGRD)  
ET LA ROTATION HORIZONTALE DU BASSIN  
(D, G)

	YFORG	YFGRD	
D .....	14	41	5,5
G .....	31	17	48
	46	57	103

Chi<sup>2</sup> = 17,62.  
p = 0,001

$$P(\text{BPD}, \text{YFGRD}, \text{D}) = f(\text{BPD}) \times f(\text{YFGRD}) \times f(\text{D}) = 0,174$$

*Liaisons observées entre les trois variables.*

Chacun des 105 sujets observés a pu être situé dans une des colonnes d'un tableau dichotomique qui fait apparaître la probabilité d'observation des différentes combinaisons possibles des trois variables (Tableau IV).

*Signification des liaisons observées.*

En admettant que les trois variables sont indépendantes, la probabilité P de les trouver groupées sur un même sujet est égale au produit de leur fréquence respective, f. Pour le cas « BPD, YFGRD, D » nous pouvons donc écrire sous l'hypothèse d'indépendance des trois variables

TABLEAU IV  
TABLEAU D'OBSERVATIONS  
SIGNIFICATION DES LIAISONS OBSERVÉES

	BPD						BPG					
	YFGRD		YFDRG		?		YFDRG		YFGRD		?	
	D	G	D	G	D.	G	D	G	D	G	D	G
n =	41	14	4	3	1	1	29	10	2	0	0	0
p =	0,39	0,13	0,038	0,028	0,009	0,009	0,276	0,095	0,019	0	0	0

Or la probabilité observée est :  
p(BPD, YFGRD, D) = 0,39.

Étant donné que dans chaque classe les probabilités sont supérieures à dix on peut estimer que les fréquences suivent approximativement une loi normale réduite, c'est-à-dire que les limites de confiance U<sub>c</sub> pour rejeter l'hypothèse d'indépendance de ces trois variables sont :

$$U_c = \pm \frac{p - P}{\sqrt{\frac{P(1-P)}{105}}} = \pm 5,838$$

Degré de signification : mieux que 1 ‰.

Ce qui signifie qu'en acceptant l'hypothèse que BPD, YFGRD, D ne sont pas indépendants nous avons moins d'une chance sur mille de nous tromper. Le degré de signification est identique pour le cas BPG, YFDRG, G.

#### Discussion.

Si les résultats présentés ne permettent pas de dire autre chose que « les asymétries observées de la posture orthostatique ne sont pas aléatoires, du moins incitent-ils à rechercher une loi d'organisation de ces asymétries de postures.

*Vers une loi d'organisation des asymétries de la posture orthostatique.*

Dans notre perspective d'analyse de la posture selon ses asymétries par rapport au plan vertical sagittal nous sommes conduits à parler de dualité droite-gauche, au niveau des centres régulateurs de l'activité tonique posturale, à adopter quelque principe comme cette vieille notion de «tonus vestibulaire» droit et gauche. Pour éviter toute confusion nous choisirons la dénomination de «polarité ves- tibulaire posturale» proposée par HIRAHAWA (1976).

On sait que le tonus des muscles extenseurs et abducteurs des membres inférieurs est sous la dépendance des centres homolatéraux, et que le tonus des muscles fléchisseurs latéraux du rachis est sous la dépendance des centres controlatéraux. A l'aide de ces données on peut analyser les faits observés de la façon suivante :

a) Sujet ayant l'axe bipupillaire incliné à droite, le bassin en légère rotation horizontale portant le côté droit en avant, et présentant à l'épreuve de ROMBERG une translation vers la gauche dans le plan frontal et une rotation vers la droite autour de son axe vertical (BPD, YFGRD, D).

L'inclinaison de la tête à droite connote une légère hypertonie relative des fléchisseurs droits du rachis cervical (Fig 4, partie de gauche), une certaine polarité vestibulaire posturale gauche.

La rotation du bassin qui porte le côté droit en avant connote une discrète ouverture de l'angle de l'articulation tibio-tarsienne gauche, c'est-à-dire une légère hypertonie relative des extenseurs du membre inférieur gauche (Fig. 4, partie de gauche), une certaine polarité vestibulaire posturale gauche.

Curieusement cette polarité vestibulaire posturale gauche a pour effet de placer le canal horizontal et le canal vertical antérieur du labyrinthe gauche dans les plans de référence de la verticale et de l'horizontale extérieures (BLANKS, CURTHOY et MARKHAM, 1975), ceux qui sont fournis par les afférences visuelles (Fig. 4, partie de gauche).

Au cours de la manœuvre de ROMBERG, lors de l'occlusion des yeux, tout se passe comme si disparaissait cette polarité vestibulaire posturale gauche et l'influence des centres droits réapparaît en provoquant :

- une légère augmentation du tonus des abducteurs du membre inférieur droit qui provoque, dans le plan frontal, le mouvement de translation vers la gauche;
- une légère augmentation du tonus des extenseurs du membre inférieur droit qui ouvre discrète-

tement l'angle de l'articulation tibio-tarsienne droite, repousse donc la fesse droite en arrière en opérant un mouvement de rotation horizontale du bassin autour de son axe vertical, rotation qui apparaît au niveau des index comme un mouvement vers la droite.

b) Une analyse identique pourrait être faite de la posture symétrique BPG, YFDRG, G (Fig. 4, partie de droite).

L'interprétation que nous donnons de ces asymétries de posture n'est pas en opposition avec les

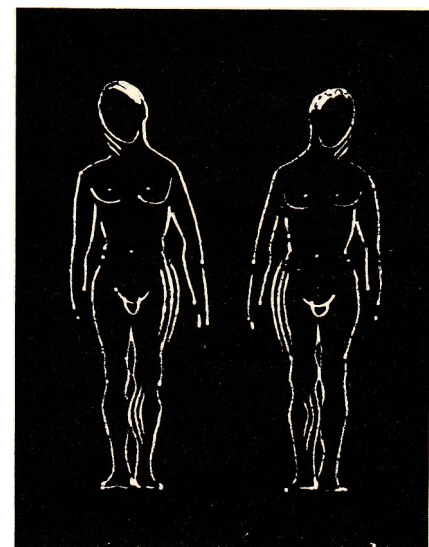
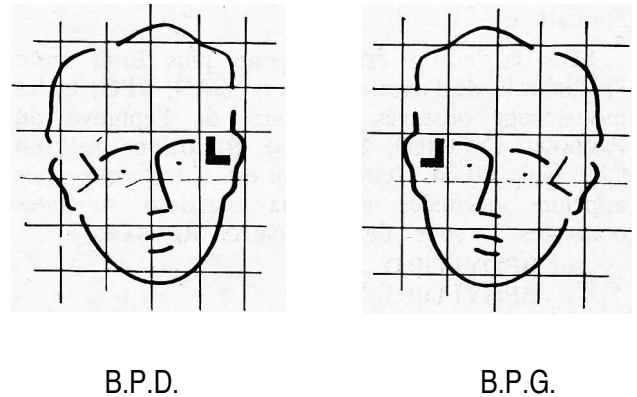


FIGURE 4. - Les asymétries de la posture orthostatique connotent une discrète hypertonie relative de certains groupes musculaires (double contour sur les schémas); cette hypertonie relative systématisée manifeste une polarité vestibulaire fonctionnelle qui, curieusement, a pour effet de placer le labyrinthe fonctionnellement dominant dans les plans de référence de la verticale et de l'horizontale extérieures, ceux qui sont fournis par les afférences visuelles

remarques de AUBRY, PIALOUX *et al.* (1968), de LACOUR, BONNET et ROLL (1973), de HIRASAWA (1976) ou de HOOGMARTENS et STUYCK (1977), mais elle demande à être étayée par des recherches complémentaires.

#### *Critère de normalité.*

A elles seules les deux combinaisons BPDYFGRD D et BPGYDRG G représentent 66 % des cas observés, contre 33 % pour les six autres combinaisons possibles : nous avons donc tendance à les considérer comme représentatives de l'organisation normale.

Mais la liaison est beaucoup plus forte entre l'inclinaison de l'axe bipupillaire (BPD, BPG) et les mouvements observés au cours de l'épreuve du ROMBERG (YFGRD, YFDRG). Rappelons que son  $\chi^2$  égale 70,14. Cette liaison est si forte que nous appelons normales les deux réactions suivantes observées au cours de l'épreuve de ROMBERG :

BPDYFGRD,  
BPGYFDRG.

C'est-à-dire que ces mouvements sont controlatéraux à l'inclinaison de la tête pour la translation dans le plan frontal, homolatéraux à l'inclinaison de la tête pour les rotations dans le plan horizontal. Et cette normalité se situe au niveau du phénomène, quoi qu'il en soit de son interprétation.

#### *Critiques.*

Deux critiques importantes peuvent être formulées à l'égard de ce travail. La population de réfé-

rence n'est que la population des ouvriers du Bâtiment et des Travaux publics de la région parisienne, définis comme normaux au terme des critères adoptés. L'échantillon observé n'est pas, strictement aléatoire. Il y a là deux biais possibles qui ne pourraient être levés que par la mise en œuvre de moyens plus importants que ceux dont nous nous disposons.

#### **Conclusion**

Ayant depuis quelques années porté notre attention sur les asymétries de la posture orthostatique et cherché à en formuler quelques lois qui puissent être utilisées dans un examen clinique postural, nous avons pensé qu'il était souhaitable de fixer les marges d'erreurs possibles de notre hypothèse fondamentale : les asymétries de la posture orthostatique ne sont pas livrées au hasard.

Par une étude statistique aussi rigoureuse qu'il était possible, ont été appréciées trois asymétries de posture et leurs liaisons sur les sujets d'un échantillon issu d'une population considérée comme normale au terme d'une série de critères négatifs.

La comparaison des probabilités observées aux probabilités aléatoires fournit un chiffre satisfaisant: il existe moins d'une chance sur mille que les asymétries de la posture orthostatique soient aléatoires.

Tirés à part: P.M. GAGEY

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

#### RÉFÉRENCES

- AUBRY M., PIALOUX P., BURGEAT M., DANON J., FONTELLE P., HEULEU J.N. & HAMONET C. (1968). *Étude d'une méthode d'explorations fonctionnelles des syndromes vestibulaires par l'association de l'électronystagmographie, de l'électromyographie et de la statokinésimétrie*, Acta Otolaryng. (Stockholm); 65 : 154-160.
- BARON J.B. (1957). *Muscles moteurs oculaires et équilibration*. Arch. hospital., 29 : 2: 51-52.
- BARON, J.B. (1959). *Données récentes sur l'équilibration et le vertige*, Rev. psychol., franç., 4,3: 205-211.
- BLANKS R.H.J., CURTHOYS 'IS. & MARKHAM C.H. (1975). *Planar relationships of the semi-circular canals in man*. Acta Otolaryng. (Stockholm), 80: 185-196.
- HIRASAWA Y. (1976). *Study of human standing ability by multipoint XY-Tracker and pedoscope*, Agressologie, 17, B: 21-27.
- HOOGMARTENS M.J. & STUYCK P. (1977). *First results with vibration electromyography as a differential measurement of the postural tone in the left and right spinal muscles*. (à paraître).
- LACOUR M.L., BONNET M. & ROLL J.P. (1973). *Effets spinaux de stimulations vestibulaires chez l'homme normal, mise en évidence d'une dominance vestibulaire*. Agressologie, 14, B: 57-58.
- MAIGNE R. (1973). *Diagnostic, et mécanisme d'un dérangement intervertébral mineur*. Cinésiologie, 12, 47: 25-48.
- SOULAIRAC A., BARON J.B. & QUETIN M. (1957). *L'importance des troubles oculomoteurs dans certains types de déséquilibres posturaux, A propos d'une dépression hypochondriaque à point de départ oculomoteur*. Ann. Méd.-psychéd., 3: 1-4.
- SOULAIRAC A., BARON J.B., FILLIOZAT R., FRANÇOIS R.C., CANONNE M., PARIS J., COQUARD P. & LENORMAND F. (1965). *Importance des troubles de la régulation posturale d'origine oculomotrice dans certains cas de syndromes 'subjectifs' post-commotionnels et leur objectivation clinique*. Rev. Neurol., 112, 6: 531-538.