

Introduction à la révolution russo-japonaise en stabilométrie

*Pierre-Marie Gagey
Institut de Posturologie, Paris*

Depuis les travaux d'Inamura [1990] nous savons que le système postural est aussi concerné par le contrôle de la circulation de retour (figure 1).

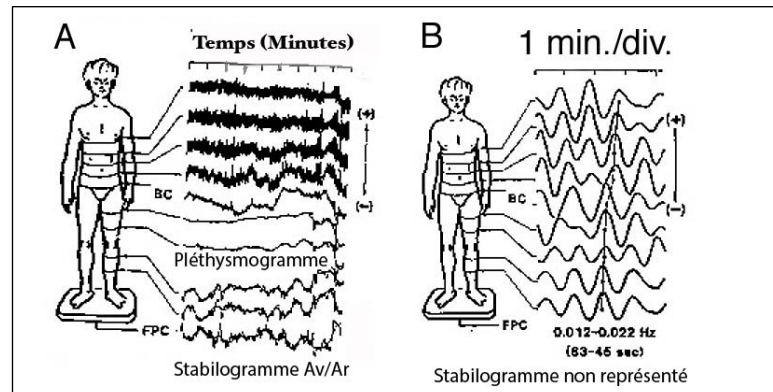


FIG. 1 — Comparaison Stabilogramme / Pléthysmogramme ; The « One minute wave » d'Inamura.

A : Enregistrements pendant 9 minutes. Seul le stabilogramme Av/Ar est représenté, en opposition de phase avec les tracés des contours de jambe.

B : Agrandissement d'une partie de A pour faire apparaître la continuité de l'onde volumique entre la jambe et le thorax. Chez ce sujet la fréquence de l'onde est située entre 0,012 et 0,022 Hz. (Figure retravaillée d'après Inamura et al., 1990)

Cette découverte d'Inamura n'a rien changé à notre approche de la stabilométrie que nous avons poursuivie d'un point de vue purement mécanique, en rapport avec la stabilité du sujet, sans arriver à trouver comment intégrer cette découverte dans nos réflexions. À cette époque le retour veineux n'était pas au centre de nos préoccupations, nous cherchions à calculer la position du centre de gravité à partir de la position du centre de pression, ce qui a mobilisé un grand nombre d'équipes pendant des décennies jusqu'en 2016 [Spaepen, 1977 ; Shimba, 1984 ; Levine, 1996 ;

King, 1997 ; Caron, 1997 ; Zatsiorsky, 1998 ; Morasso, 1999 ; Barbier, 2003 ; Ouaknine, 2004 ; Gagey B, 2015 ; Gagey B, 2016].

Récemment V. Usachev et V. Belyaev ont repris les enregistrements stabilométriques de longue durée (7 minutes). Ils ont mis en évidence des migrations, environ toutes les minutes, du point moyen autour duquel le centre de pression se stabilise pendant cette minute (figure 2).

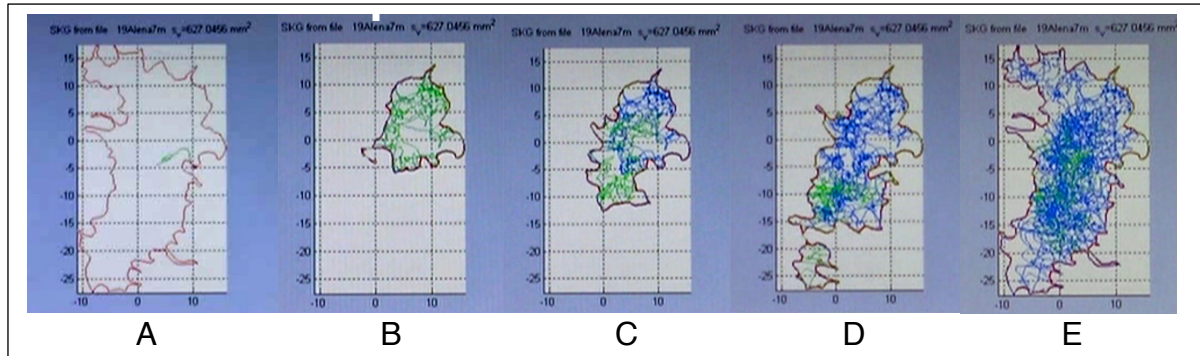


FIG. 2 — Résumé d'un enregistrement d'une durée de sept minutes (d'après le film fait par Victor Belyaev, 2017)

A : Contour de la surface qui sera occupée par les déplacements du centre de pression à la fin des sept minutes de l'enregistrement. (Pour donner une idée générale du cadre de ces déplacements).

B : Zone de stabilisation du centre de pression pendant la première minute (Arrêt sur image à la fin de la première minute).

C : Zone de stabilisation du centre de pression pendant la deuxième minute, accolée à la zone de la première minute (Arrêt sur image à la fin de la deuxième minute).

D : Zone de stabilisation du centre de pression pendant la quatrième minute, nettement décalée des zones précédentes (Arrêt sur image à la fin de la quatrième minute).

E : Dernière image du film.

Ces déplacements des zones de pression sur la sole plantaire, et par conséquent sur la semelle veineuse de Lejars (Bourceret, 1885 ; Lejars, 1890) évoquent des phénomènes en rapport avec le retour veineux, qui restent à confirmer. Mais par contre les migrations, toutes les minutes, du point moyen autour duquel se stabilise le centre de pression pendant cette minute, ont des conséquences immédiates sur notre conception de l'analyse du signal stabilométrique.

On ne peut plus parler de X-moyen et de Y-moyen, sinon sur le mode de valeurs approchées, puisqu'en fait il y a une série de X et de Y moyens différents, et les X-moyens et Y-moyens qu'on calcule sur des enregistrements de courte durée ne représentent que des éléments particuliers de cette série. D'après les images du film, la différence serait plus importante entre les Y-moyens qu'entre les X-moyens, ce qui est en accord avec les étendues statistiquement connues des déviations des Y-moyens, 48 cm, et des X-moyens, 2 cm (Normes85).

On ne peut plus parler de mesure de stabilité puisqu'il n'y a plus UNE position moyenne d'équilibre ; rappelons que la stabilité est la propriété d'un corps qui revient automatiquement au voisinage de SA position d'équilibre lorsqu'il en est écarté.

Peut-on encore parler de « Stabilométrie » ?

Les russes, avec les japonais, proposent déjà des paramètres « stabilométriques » qui tiennent compte de la complexité du signal issu des plateformes de forces, car ce signal ne rend pas seulement compte de phénomènes de stabilité, mais encore de phénomènes hémodynamiques [Usachev et al., en préparation].

Bibliographie

- A.F.P. (1985) Normes85. Editées par l'ADAP (Association pour le Développement et l'Application de la posturologie) 20, rue du rendez-vous 75012 Paris.
- Barbier F, Allard P, Guelton K, Colobert B, Godillon-Maquinghen AP (2003) Estimation of the 3-D center of mass excursion from force-plate data during standing. *IEEE Trans Neural Syst Rehabil Eng.* 11, 1 : 31-37.
- Belyaev V. (2017) Film of a seven minutes stabilometric recording. <http://ada-posturologie.fr/signal.htm> [chercher sur cette page : Victor Belayev Vidéo d'un enregistrement stabilométrique de 7 minutes (Fichier mpg, 134Mo)]
- Bourceret (1885) Circulation locale. Procédé d'injection des veines. Note présentée à l'Académie des Sciences.
- Caron O., Faure B., Brenière Y. (1997) Estimating the centre of gravity of the body on the basis of the centre of pressure in standing posture. *J. Biomechanics*, 30: 1169-71.
- Gagey B, Bourdeaux O, Gagey PM (2015) From the center of pressure to the center of gravity, a new algorithm for a step forward in stabilometry. *MTPRehabJournal*, 13: 264-270. doi: 10.17784/mtprehab journal.2015.13.264
- Gagey B (2016) Solution théorique et calcul pratique de l'équation du pendule simple inversé dite de Winter. http://ada-posturologie.fr/Programme_Bernard.pdf
- Hugon et M. Ouaknine. (2004) L'équilibration posturale se réalise par relaxation entretenue de commandes automatisées. Efficience et Déficiences du Contrôle Postural. Congrès Association Posture et Equilibre. Dijon
- Inamura K., Mano T., Iwaze S. (1990) One minute wave of body sway related to muscle pumping during static standing in human. In Brandt T., Paulus W., Bles W. (Eds) Disorders of posture and gait 1990. Georg Thieme (Stuttgart), 53-57.

- Inamura K., Mano T., Iwaze S., Yamamoto K. (1992) Changes in functioning mechanisms of one minute wave in body fluid volume during head-up and head-down tiltings in humans. in M. Woollacott & F. Horak (Eds) Posture and gait: control mechanisms. University of Oregon Books (Portland): Vol.II, 79-82.
- Inamura K., Mano T., Iwaze S. (1999) Role of Postural Sway as a compensatory Mechanism for Gravitational Stress on the Cardiovascular system. *Gait and Posture*, 9, suppl.1, S5.
- King DL., Zatsiorsky V.M. (1997) Extracting gravity line displacement from stabilographic recordings. *Gait and Posture*, 6: 27-38.
- Lejars F. (1890) Les veines de la plante du pied. *Archives de Physiologie*, 5^{ème} série.
- Levine O, Mizrahi J. (1996) An iterative model for the estimation of the trajectory of the center of gravity from bilateral reactive force measurements in standing sway, *Gait Posture*, 4: 89-99.
- Morasso PG, Spada G, Capra R (1999) Computing the COM from the COP in postural sway movements *Human Movement Science* 18, 759-67,
- Shimba T (1984) An estimation of the center of gravity from force platform data. *J Biomechanics*, 17, 1: 53-60
- Spaepen A.J., Vranken M., Willems E.J. (1977) Comparison of the movements of the center of gravity and of the center of pressure in stabilometric studies. *Agressologie*, 18, 2: 75-76.
- Usachev V, Belyaev V, Kononov A, Gagey PM (en préparation) The SKG area is not an informative parameter of stability
- Zatsiorsky VM, King DL. (1998) An algorithm for determining gravity line location from posturographic recordings. *J Biomechanics*; 31 : 161-164.