



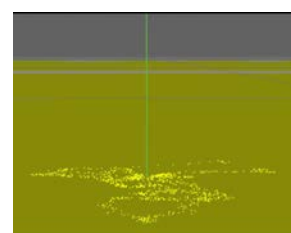
## Intérêts et limites de l'évaluation stabilométrique de la stabilité posturale

DES de Médecine Physique et de Réadaptation

Module 3 - Motricité

04/12/2025 – 1h

Pr David GASQ <sup>a,b,c</sup>



<sup>a</sup> Université de Toulouse, Faculté de Santé, Département Médecine, Maïeutique & Paramédicaux

<sup>b</sup> Clinique Universitaire du Mouvement, Physiologie Explorations Fonctionnelles, CHU de Toulouse

<sup>c</sup> Univ Toulouse, Inserm, ToNIC, Toulouse [gasq.d@chu-toulouse.fr](mailto:gasq.d@chu-toulouse.fr)



## Objectifs d'apprentissage

2 / 60

Stabilométrie?

Conditions d'évaluation

Interprétation

Métrologie

1. Comprendre le concept de stabilité posturale sur le plan biomécanique.
2. Connaître le principe de la stabilométrie.
3. Connaître les différents facteurs de l'évaluation stabilométrique à standardiser.
4. Connaître les différentes conditions d'évaluation stabilométriques et leur impact sur le déroulement de l'examen et son interprétation.
5. Comprendre l'intérêt potentiel des manipulations sensorielles lors d'une évaluation stabilométrique.
6. Savoir réaliser une interprétation standardisée d'une évaluation stabilométrique de la stabilité posturale.
7. Connaître l'intérêt et les principales indications de l'évaluation stabilométrique.
8. Connaître les principales limites métrologiques de l'évaluation stabilométrique.

DES MPR – Mod. 3

D. GASQ

04/12/2025



3 / 60

Stabilométrie?

Conditions d'évaluation

Interprétation

Métriologie

DES MPR – Mod. 3  
- D. GASQ  
- 04/12/2025

## Déroulé de l'exposé

1. La stabilométrie ?
2. Conditions d'évaluation
3. Interprétation d'une évaluation stabilométrique
4. Éléments de métriologie



4 / 60

Stabilométrie?

Conditions d'évaluation

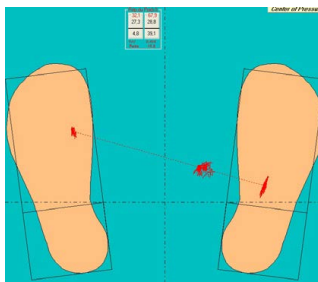
Interprétation

Métriologie

DES MPR – Mod. 3  
- D. GASQ  
- 04/12/2025

## Place de l'évaluation stabilométrique

- Effet plafond (+/- plancher) des échelles cliniques d'évaluation de la stabilité posturale
  - Score PASS, Berg Balance Scale
  - Visser et al. 2008; Nardone & Schieppati 2010; Sawacha et al. 2013
- Effet plancher de l'évaluation stabilométrique
  - Position orthostatique sans aide technique > 30s



Évaluation clinique

Évaluation stabilométrique

Amélioration de la stabilité posturale



5 / 60

Stabilométrie?

Conditions d'évaluation

Interprétation

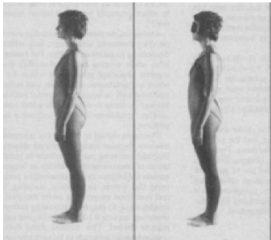
Métrieologie

DES MPR – Mod. 3  
D. GASQ  
04/12/2025

### Stabilité ou équilibre ?



$F = m \times G$



Situation statique : immobilité du sujet ?



?

=





6 / 60

Stabilométrie?

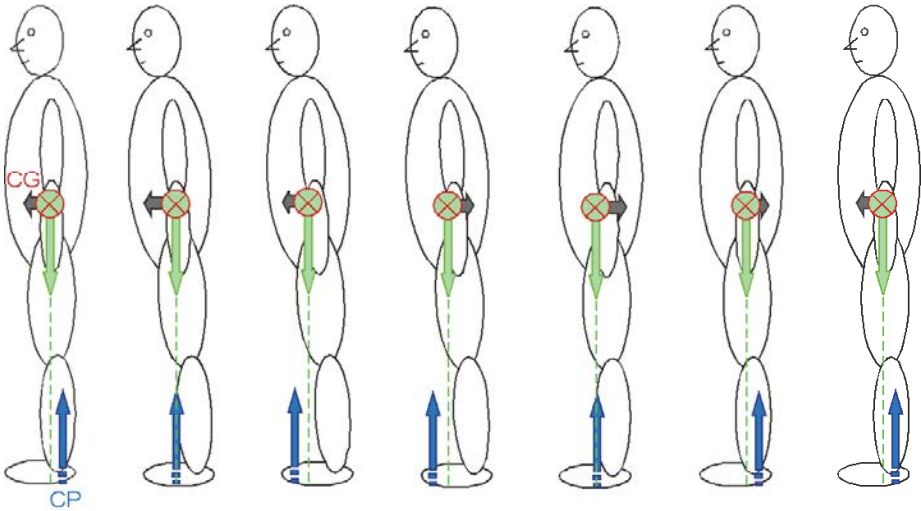
Conditions d'évaluation

Interprétation

Métrieologie

DES MPR – Mod. 3  
D. GASQ  
04/12/2025

### Les raisons de l'absence d'équilibre ?



D' après Rougier et al. 2001



7 / 60

Stabilométrie?

Conditions d'évaluation

Interprétation

Métrologie

DES MPR – Mod. 3  
- D. GASQ  
- 04/12/2025

## Évaluation stabilométrique

Évaluer la stabilité posturale (*"l'équilibre"*)

=

Évaluer le mouvement ⇔ oscillations posturales



8 / 60

Stabilométrie?

Conditions d'évaluation

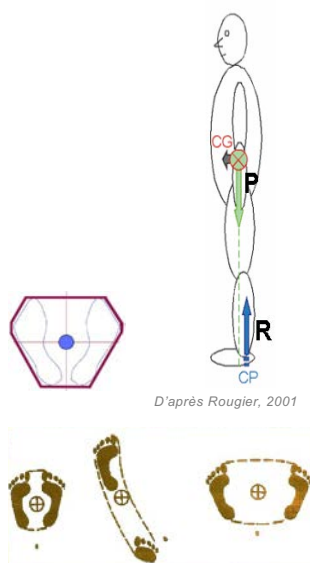
Interprétation

Métrologie

DES MPR – Mod. 3  
- D. GASQ  
- 04/12/2025

## Concept de stabilité

- **Être stable** = ne pas chuter
- **Stabilité en situation « quasi-statique »**
  - ✓ Maintenir la projection du centre de masse à l'intérieur du polygone de sustentation
- **Stabilité en situation dynamique** (marche par ex)
  - ✓ Déplacer le polygone de sustentation (déplacements des pieds) afin d'éviter la chute
  - ✓ En situation quasi-statique = déplacement minimal du CM / CP pour maintenir une posture



D'après Rougier, 2001



9 / 60

Stabilométrie?

Conditions d'évaluation

Interprétation

Métrologie

DES MPR – Mod. 3

D. GASQ

04/12/2025

## Comment quantifier les oscillations posturales ?

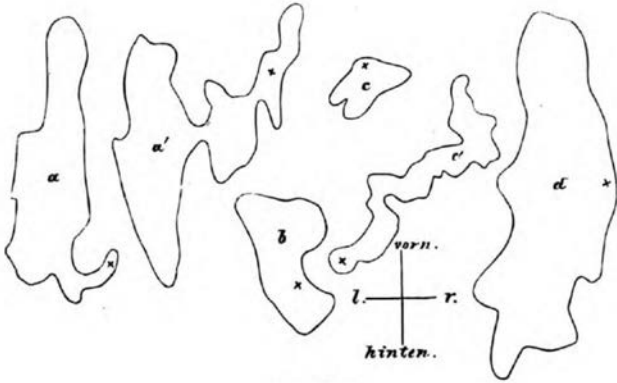


FIGURE 1 – Premières observations quantifiées des oscillations posturales (enveloppe du tracé) par Vierordt (1860) : sujet debout les yeux ouverts (a) et fermés (a') ; position hanchée en appui sur le membre inférieur droit (b) ; position assise yeux ouverts (c) et fermés (c') ; appui monopodal sur le pied droit (d).

Vierordt Karl von (1860) *Grundriss der Physiologie des Menschen*. H. Laupp, Tuebingen.



10 / 60

Stabilométrie?

Conditions d'évaluation

Interprétation

Métrologie

DES MPR – Mod. 3

D. GASQ

04/12/2025

## Des mouvements de la tête → forces sous les pieds

### Mesure des mouvements de la tête

THE FACTORS INFLUENCING STATIC EQUILIBRIUM  
AN EXPERIMENTAL STUDY OF THE EFFECTS OF PRACTICE  
UPON AMOUNT AND DIRECTION OF SWAY  
FRANKLIN SMITH FEARING 1922  
From the Psychological Laboratory, Stanford University<sup>1</sup>

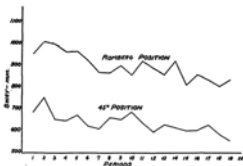


Fig. 1. Means and 19 Percentile Deviations and S.D. Percentages of Sway Feet (S.D. Dev. II)

THE STATIC EQUILIBRIUM OF AIRPLANE PILOTS  
GEORGE BRAMMER 1925  
From the Psychological Laboratory of Stanford University<sup>1</sup>

Eyes Open

|              | LOWEST | HIGHEST | MEAN  | S.D. | COEFFICIENT OF VARIATION |
|--------------|--------|---------|-------|------|--------------------------|
| Pilots.....  | 100    | 400     | 256.6 | 69.0 | 0.27                     |
| Control..... | 120    | 400     | 267.2 | 54.4 | 0.20                     |



Ataxiometre de Miles

FIGURE I. Ataxiometer with Subject in Position.

A. In Estep 1957.

11 / 60

Stabilométrie?

Conditions d'évaluation

Interprétation

Métrologie

DES MPR – Mod. 3

D. GASQ

04/12/2025

### Des mouvements de la tête → forces sous les pieds

- Mesure des déplacements au niveau du bassin
- Mesure des forces sous les pieds
  - Modèle biomécanique = oscillation autour des chevilles

THE FORCES OPERATING AT THE HUMAN ANKLE JOINT DURING STANDING

By J. W. SMITH

1957

Department of Anatomy, Bute Medical Buildings, St Salvator's College, St Andrews

POSTURAL MOVEMENTS DURING NORMAL STANDING IN MAN

By D. P. THOMAS\* AND R. J. WHITNEY

1959

Medical Research Council Unit for Research on Climate and Working Efficiency, Department of Human Anatomy, Oxford

Text-fig. 4. Method for constructing kymograph of body sway.

Text-fig. 1. The torques acting about the ankle joint in standing. The upper marker represents the centre of gravity of the body and the lower marker the axis of rotation of the ankle joint.

12 / 60

Stabilométrie?

Conditions d'évaluation

Interprétation

Métrologie

DES MPR – Mod. 3

D. GASQ

04/12/2025

### Bases biomécaniques

Dans le plan sagittal: **stratégies de cheville et de hanche**

**A**

**B**

D. Gasq - Toulouse

6



13 / 60

Stabilométrie?

Conditions d'évaluation

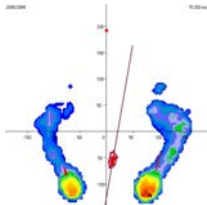
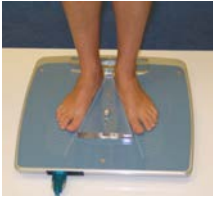
Interprétation

Métrie

DES MPR – Mod. 3  
D. GASQ  
04/12/2025

### Référence actuelle = stabilométrie

## Plateforme de force pour quantifier l'instabilité



Thomas et Whitney 1959; Kapteyn et al. 1983



14 / 60

Stabilométrie?

Conditions d'évaluation

Interprétation

Métrie

DES MPR – Mod. 3  
D. GASQ  
04/12/2025

### La stabilométrie de demain: IMU au niveau du bassin ?

## Station inertielle mesurant les oscillations du centre de masse

Systematic Review  
**Inertial Sensor Reliability and Validity for Static and Dynamic Balance in Healthy Adults: A Systematic Review**  
Nicky Baker\*, Claire Gough and Susan J. Gordon  
*Sensors* 2021, 21, 5167. <https://doi.org/10.3390/s21155167>

**Technologies for Advanced Gait and Balance Assessments in People with Multiple Sclerosis**  
Camille J. Shanahan<sup>1</sup>, Frederique M. C. Boonstra<sup>1</sup>, L. Eduardo Cofré Lizama<sup>2,3</sup>, Myrte Strik<sup>1,4</sup>, Bradford A. Moffat<sup>1</sup>, Fary Khan<sup>2,5</sup>, Trevor J. Kilpatrick<sup>1,5</sup>, Anneke van der Walt<sup>1</sup>, Mary P. Galea<sup>2,5</sup> and Scott C. Kolbe<sup>1,5</sup>  
**frontiers in Neurology**  
published: 02 February 2018  
doi: 10.3389/fneur.2017.00708

International Journal of Medical Informatics  
Contents lists available at ScienceDirect  
**International Journal of Medical Informatics**  
journal homepage: [www.elsevier.com/locate/ijmedinf](http://www.elsevier.com/locate/ijmedinf)  
ELSEVIER  
Review article  
Fall detection and fall risk assessment in older person using wearable sensors: A systematic review  
Patricia Bet<sup>a,\*</sup>, Paula C. Castro<sup>b</sup>, Moacir A. Ponti<sup>b</sup>

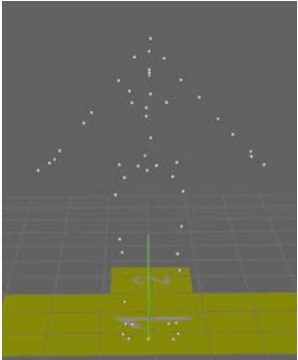
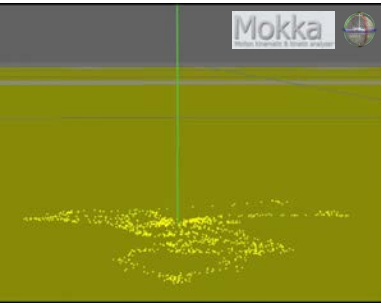
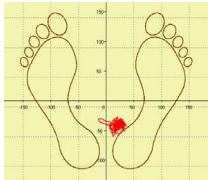
**A**



Fig. 3 A subject standing on the plate and wearing the sensor

A. Lee et Sun 2018.

|                                                                                                                                                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |      |                                                                                                                                |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                      | <br>HAUTE AUTORITÉ DE SANTÉ                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | 2007 | ANALYSE DE LA POSTURE STATIQUE ET/OU DYNAMIQUE<br>SUR PLATE-FORME DE FORCE (POSTUROGRAPHIE)<br>STATOKINÉSIGRAPHIE INFORMATISÉE |
| 15 / 60<br><br>Stabilométrie?<br><br>Conditions d'évaluation<br><br>Interprétation<br><br>Métrologie<br><br>DES MPR – Mod. 3<br>D. GASQ<br>04/12/2025 | <p style="text-align: right;">Classement CCAM : 03.01.01.06 – code : CEQP005</p> <p><b>Indications :</b><br/>         Le groupe d'experts souligne bien que la posturographie est destinée à quantifier les troubles de l'équilibre. Elle n'est pas une méthode présentant un intérêt pour le diagnostic des pathologies, mais contribue à distinguer les pathologies organiques en cause dans les troubles de l'équilibre. Elle est un outil d'évaluation qui est une aide à la décision thérapeutique, et qui permet le suivi des patients. Ainsi, elle s'inscrit dans une perspective thérapeutique.</p> <p><b>Place dans la stratégie thérapeutique :</b><br/>         L'acte statokinésigraphie informatisée vient en complément d'un interrogatoire et d'un examen clinique rigoureux, et en complément des autres tests conventionnels avec scores cliniques quantitatifs. Le groupe insiste bien sur le fait que la posturographie ne sera alors réalisée que si nécessaire face à un trouble avéré, et reste donc réservé à peu de patients.</p> <p><b>Sécurité :</b><br/>         Le risque de chute n'est pas nul ; l'examen doit donc être réalisé dans de bonnes conditions et pour les troubles sérieux tel que l'ataxie, un harnais, une sangle de sécurité, voire la présence d'une tierce personne sont conseillés.</p> <p><b>Formation nécessaire :</b><br/>         Soit 3<sup>ème</sup> cycle de formation initiale médecine physique et réadaptation et ORL ;<br/>         soit formation complémentaire acquise avec un DIU spécifique (posturologie clinique).</p> |      |                                                                                                                                |

|                                                                                                                                                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |  |  |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|--|
|                                                                    | <h2 style="text-align: center;">Centre des pressions</h2>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |  |  |
| 16 / 60<br><br>Stabilométrie?<br><br>Conditions d'évaluation<br><br>Interprétation<br><br>Métrologie<br><br>DES MPR – Mod. 3<br>D. GASQ<br>04/12/2025 | <p>Une plateforme de force mesure la force de réaction résultante au cours du temps</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Déplacements du point d'application = <b>centre des pressions résultant (CPR)</b></li> <li>– Intensité proportionnelle au poids</li> </ul> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;">    </div> <p style="text-align: center; font-size: small;">Thomas et Whitney 1959; Kapteyn et al. 1983</p> |  |  |



**17 / 60**

Stabilométrie?

Conditions d'évaluation

Interprétation

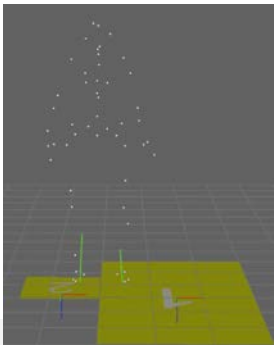
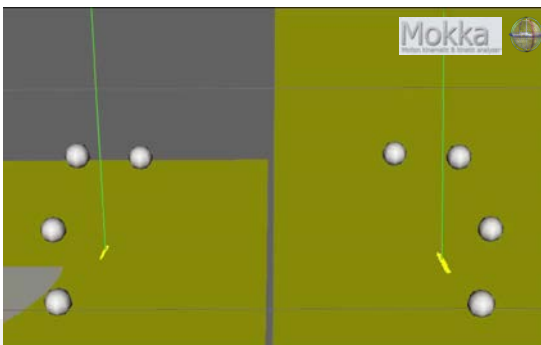
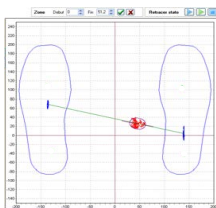
Métrologie

DES MPR – Mod. 3  
D. GASQ  
04/12/2025

## Obtention du CPR avec 2 plateformes

Deux plateformes de force (une sous chaque pied)

- Déplacements du point d'application de la force sous chaque pied = **centre des pressions plantaires D et G**
- Intensité proportionnelle au poids
- Calcul du CPR = barycentre des CPP



**18 / 60**

Stabilométrie?

Conditions d'évaluation

Interprétation

Métrologie

DES MPR – Mod. 3  
D. GASQ  
04/12/2025

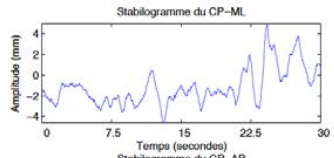
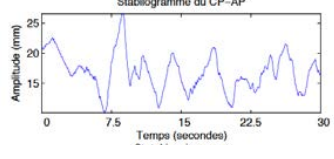
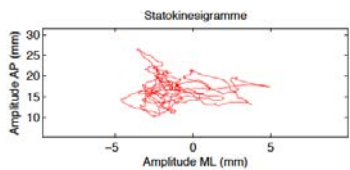
## Terminologie standardisée

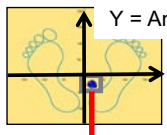
**Stabilogrammes ML & AP**

➔ Graphes des déplacements du CP selon les axes médio-latéral (ML) et antéro-postérieur (AP)

**Statokinesigramme (STK)**

➔ Représentation des déplacements du CP dans le plan horizontal XY



Y = Antéro-Postérieur

X = Médio-Latéral





19 / 60

Stabilométrie?

Conditions d'évaluation

Interprétation

Métriologie

DES MPR – Mod. 3

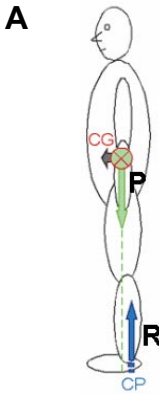
D. GASQ

04/12/2025

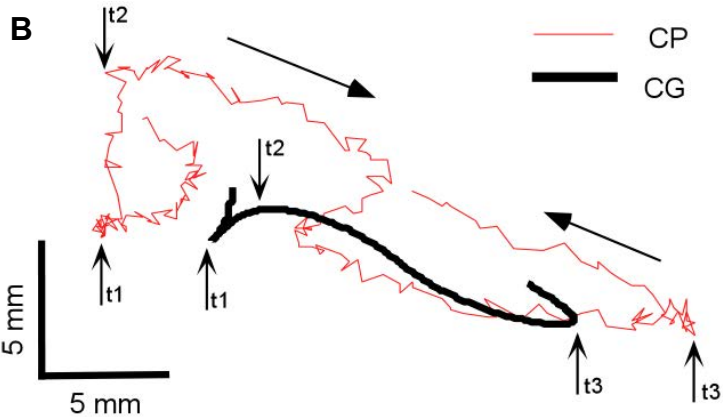
### Relation spatio-temporelle entre CPR et CG

Qu'évalue t-on à travers l'étude des déplacements du CP ?

**A**



**B**



A. D'après Rougier et al. 2001. B. D'après Rougier et Caron 2000.



20 / 60

Stabilométrie?

Conditions d'évaluation

Interprétation

Métriologie

DES MPR – Mod. 3

D. GASQ

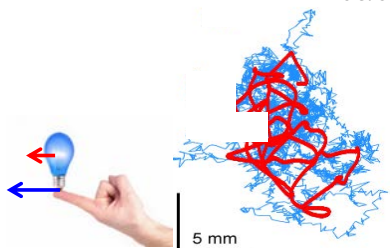
04/12/2025

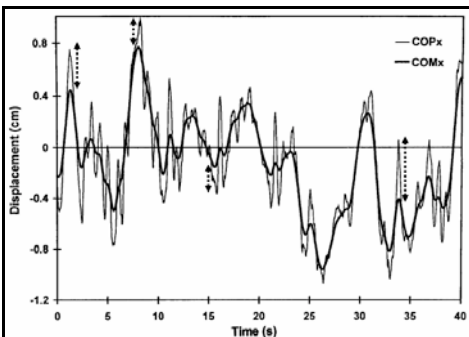
### Qu'évalue t-on à travers l'étude des déplacements du CP ?

- Centre des pressions (CPR) et centre de gravité/masse (CG/CM)
  - Centre de masse du sujet = oscillations posturales (« body sway »)
  - Activité musculaire permettant le maintien de la projection du CG dans le polygone de sustentation = CPR-CG

**CPR - CG**

Isole la composante distale qui contrôle les déplacements du CG/CM





D'après Winter 1998.



21 / 60

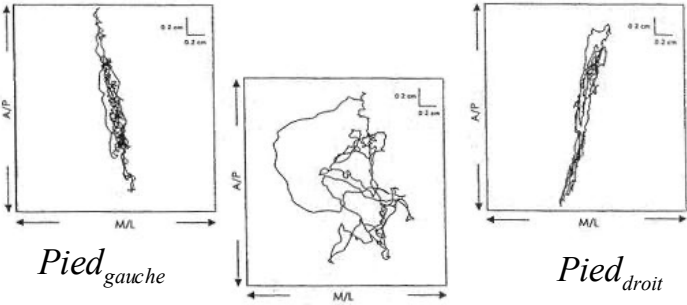
Stabilométrie?

Conditions d'évaluation

Interprétation

Métriologie

### Une ouverture vers la physiologie du maintien postural



*Pied gauche*      *Pied droit*

$$COP_{net}(t) = COP_g(t) \times \frac{F_{vert_g}(t)}{F_{vert_g}(t) + F_{vert_d}(t)} + COP_d(t) \times \frac{F_{vert_d}(t)}{F_{vert_g}(t) + F_{vert_d}(t)}$$

DES MPR – Mod. 3

D. GASQ

04/12/2025

Modifié, d'après Prince 2009.



22 / 60

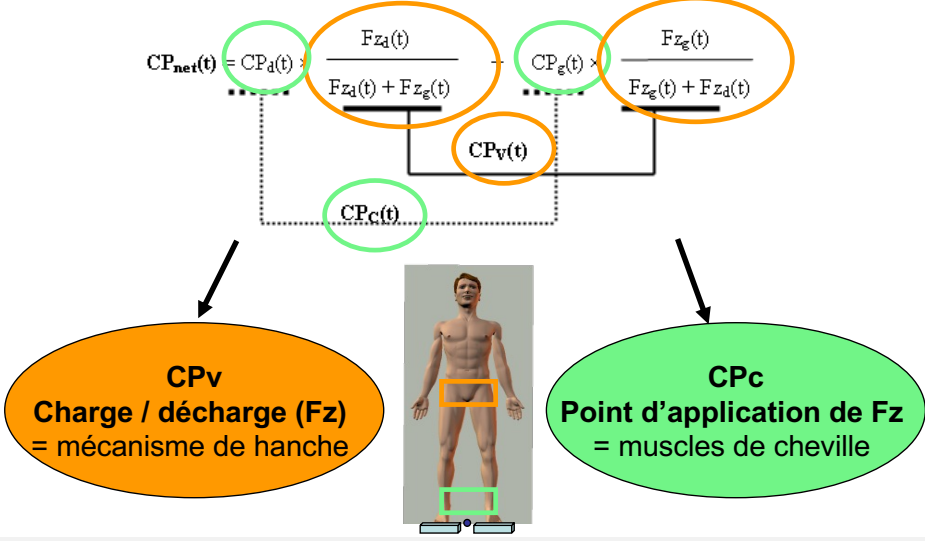
Stabilométrie?

Conditions d'évaluation

Interprétation

Métriologie

### Une ouverture vers la physiologie du maintien postural



$CP_{net}(t) = CP_d(t) \times \frac{F_{zd}(t)}{F_{zd}(t) + F_{zg}(t)} + CP_g(t) \times \frac{F_{zg}(t)}{F_{zg}(t) + F_{zd}(t)}$

$CP_v(t)$

$CP_c(t)$

**CPv**  
Charge / décharge (Fz)  
= mécanisme de hanche

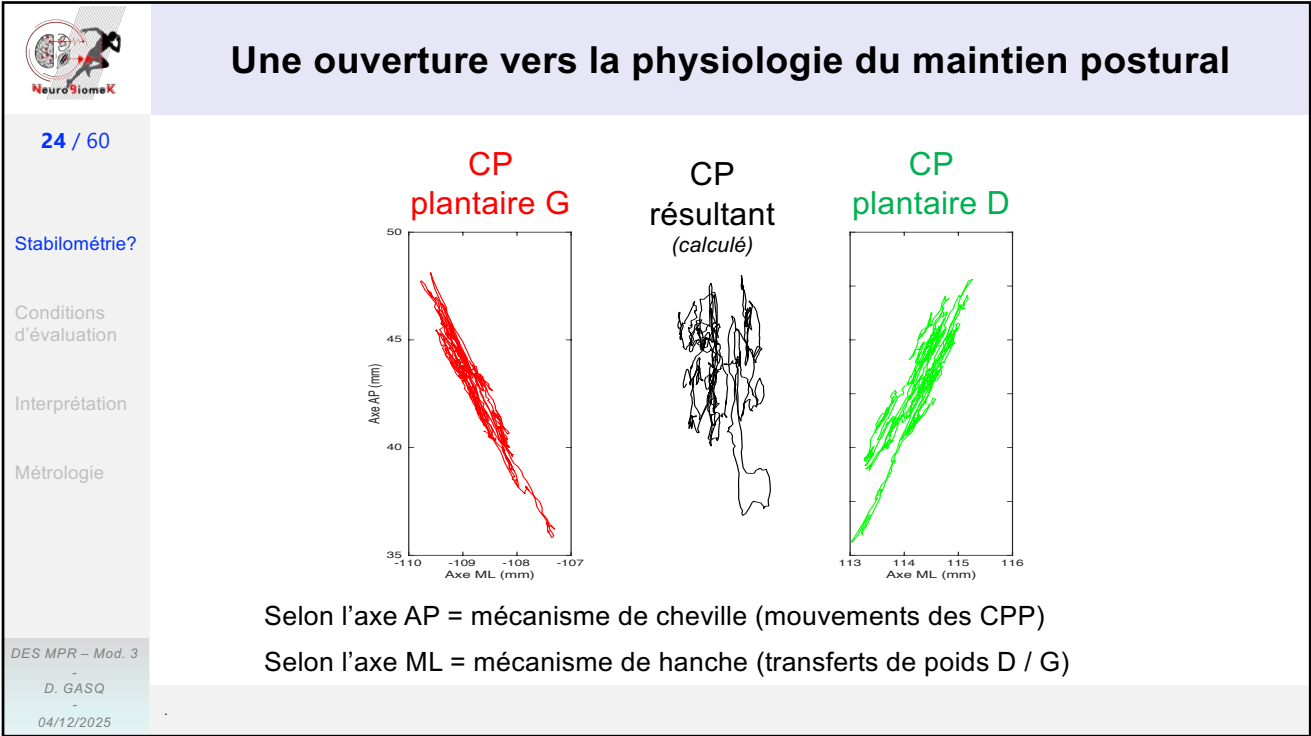
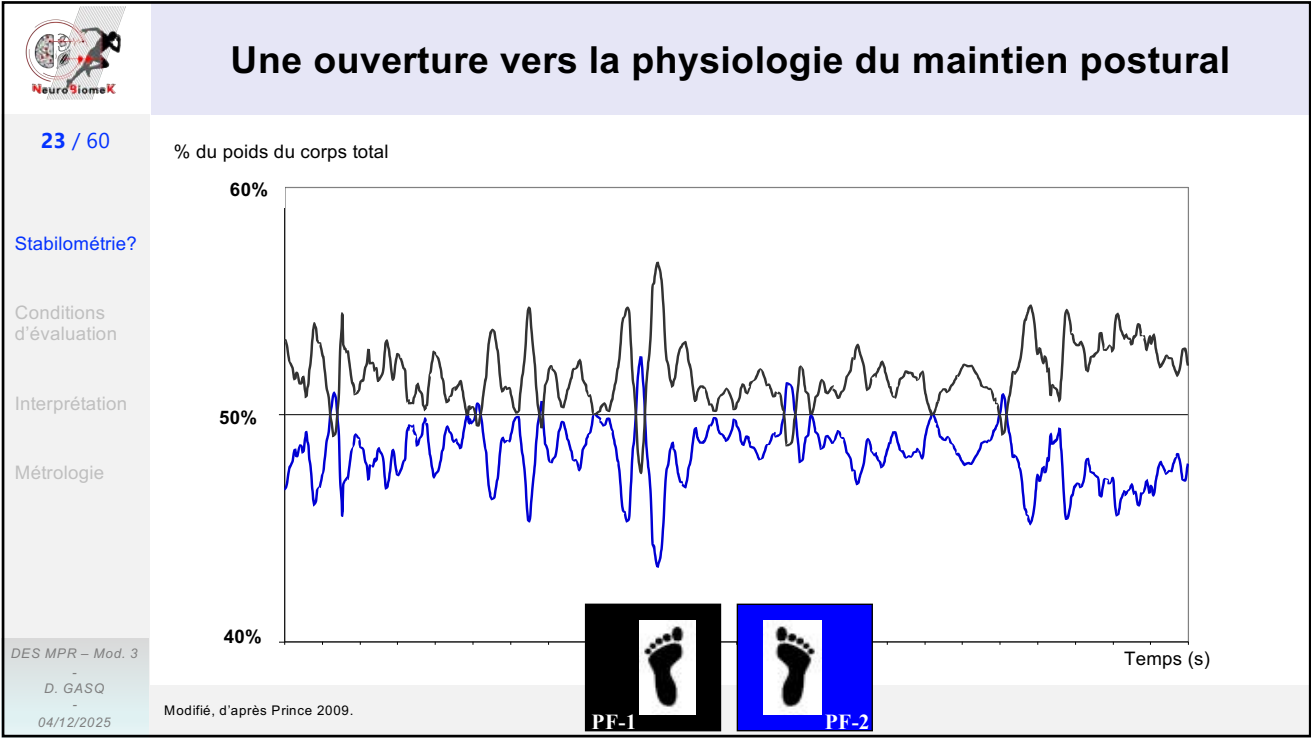
**CPc**  
Point d'application de Fz  
= muscles de cheville

DES MPR – Mod. 3

D. GASQ

04/12/2025

Modifié, d'après Winter 1993.





25 / 60

Stabilométrie?

Conditions d'évaluation

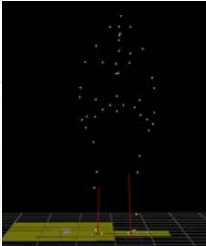
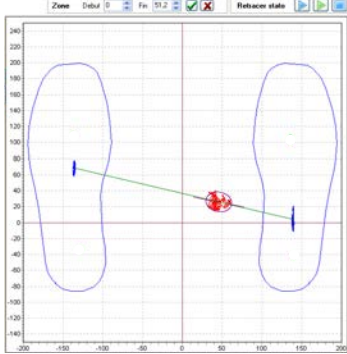
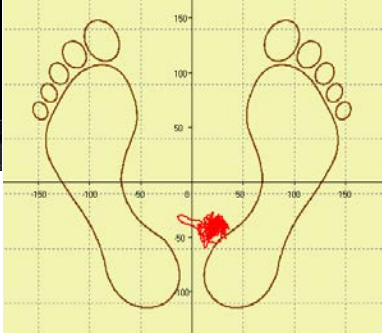
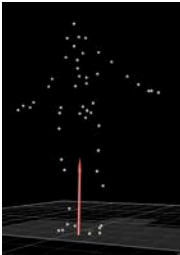
Interprétation

Métriologie

DES MPR – Mod. 3  
- D. GASQ  
- 04/12/2025

### Obtention du CPR avec une ou deux plateformes ?

Quelles différences dans les informations obtenues lors de l'utilisation de 2 PF (1 sous chaque pied) vs. 1 seule PF ?





26 / 60

Stabilométrie?

Conditions d'évaluation

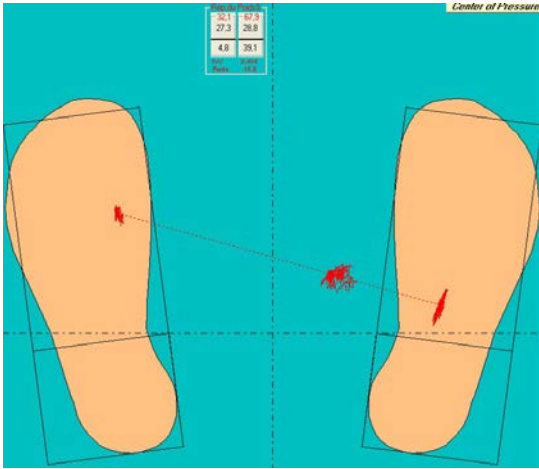
Interprétation

Métriologie

DES MPR – Mod. 3  
- D. GASQ  
- 04/12/2025

### CPR et CPP : quelles informations ?

Quelles informations vous donnent le CPR et les CPP ?



|                               | Left Foot | Right Foot |
|-------------------------------|-----------|------------|
| Center of Pressure (CPR)      | 32.1      | 57.9       |
| Center of Foot Pressure (CPP) | 27.3      | 28.8       |
| Angle                         | 4.8       | 39.1       |
| Pressure                      | 1.8       | 1.8        |



27 / 60

Stabilométrie?

Conditions d'évaluation

Interprétation

Métrologie

DES MPR – Mod. 3

D. GASQ

04/12/2025

## Déroulé de l'exposé

1. La stabilométrie ?
2. Conditions d'évaluation
3. Interprétation d'une évaluation stabilométrique
4. Éléments de métrologie



28 / 60

Stabilométrie?

Conditions d'évaluation

Interprétation

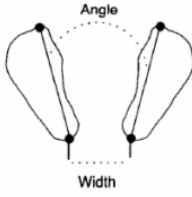
Métrologie

DES MPR – Mod. 3

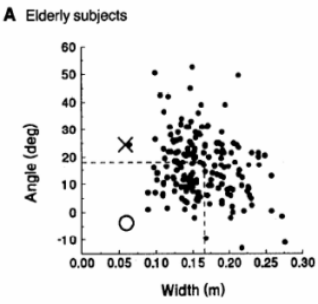
D. GASQ

04/12/2025

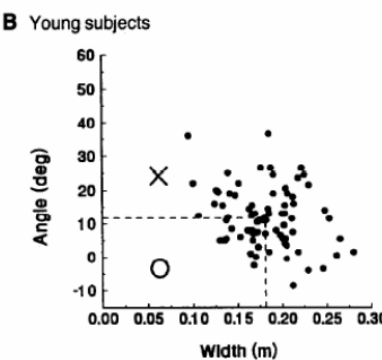
## Positionnement des pieds



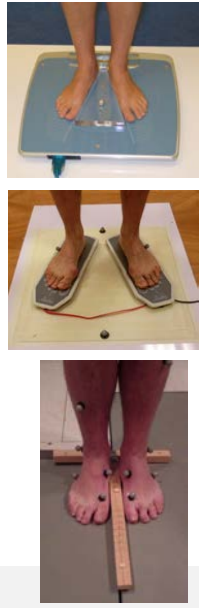
**A Elderly subjects**



**B Young subjects**



**Figure 1.** Stance angle and stance width measured from individual foot traces. Raw data is individually displayed for (A) elderly and (B) young subjects. The dashed lines represent average values for stance angle and width. The 'X' denotes an existing recommendation for a standardized foot position (heels together and 30° between the medial margins of the feet; see Kapteyn et al.<sup>12</sup>). The 'O' denotes the 'standard Romberg position' often used in clinical measurements of postural sway (feet together side by side; see Black et al.<sup>13</sup>)





29 / 60

Stabilométrie?

Conditions d'évaluation

Interprétation

Métrologie

DES MPR – Mod. 3

D. GASQ

04/12/2025

## Environnement standardisé

- Environnement sonore et visuel : éviter les distracteurs
  - Éclairage constant
- Influence du rythme circadien (Kohen-Raz et al. 1996)
- Fixation d'un repère visuel (Paulus et al. 1984)
  - Normalisation de l'effet stabilisateur de la vision
  - Distance de 1 à 3 m
  - Position du rachis cervical en situation YF
- Consigne standardisée (Zok et al. 2008)
  - Éviter le surcontrôle postural !!
  - Normes 85 : « Vous mettez les bras le long du corps » puis « Vous allez rester tranquille, détendu, sans bouger, en regardant le fil à plomb (ou en fermant les yeux) et en comptant dans votre tête jusqu'à ce qu'on vous dise que c'est bien fini. C'est bien compris ? » (contrôle de la réponse), puis « Vous n'avez pas besoin d'éternuer, de vous gratter ? On peut y aller ? » (contrôle de la réponse), et enfin « regardez le fil (ou fermez les yeux) ! Commencez à compter ! C'est parti ! ».





30 / 60

Stabilométrie?

Conditions d'évaluation

Interprétation

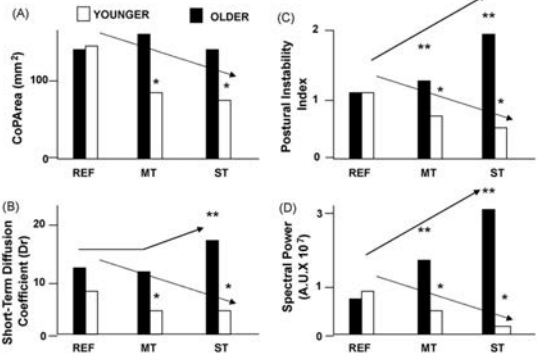
Métrologie

DES MPR – Mod. 3

D. GASQ

04/12/2025

## Tâche cognitive et stabilisation posturale



**Figure 3** A–D. Advantages of the stabilogram-diffusion and wavelet-transform analyses over the traditional-posturographic method. Mean results recorded in two populations of young- and older-healthy subjects standing quietly on a force platform without concurrent cognitive task (REF) and in dual tasking with a mental-arithmetic task (MT) or a spatial-memory task (ST). A. Group mean for the younger (open histograms) and the older (filled histograms) adults for the CoP area parameter (confident ellipse containing 90% of the sampling points: in square millimetres). B. Group means for the short-term diffusion coefficient provided by the stabilogram-diffusion analysis. (C–D). Group means for two parameters elaborated from the wavelet transform – the postural-instability index (C) and the spectral power calculated in the 0.5–1.5-Hz-frequency range (D: expressed in arbitrary units  $\times 10^7$ ). Note the absence of effects of dual tasking on posture control in the older group with the traditional-posturographic analysis, not sensitive enough to detect attentional load-induced effects, whereas the stabilogram-diffusion and the wavelet-transform methods show significant differences. \* and \*\* indicate significant differences ( $p < 0.01$ ) between the postural performance under dual-task situation and the reference for the younger adults and the older adults, respectively. The solid and dashed arrows illustrate the changes in the postural performance examined in the REF, MT and ST conditions in the younger and older groups, respectively. Modified from [6].



**31 / 60**

Stabilométrie?

Conditions d'évaluation

Interprétation

Métrologie

DES MPR – Mod. 3  
- D. GASQ  
- 04/12/2025

## Comparer deux évaluations

- Conditions nécessaires pour comparer deux évaluations stabilométriques (intra/inter-patient) :
  - Même durée *sf surface (> 20 sec), vitesse du CP, X et Y moyens ?*
  - Même fréquence d'acquisition *sf surface, X et Y moyens*
  - Même position des pieds
  - Mêmes consignes +++ Tout doit être identique !
  - Même environnement visuel, sonore, etc...
  - Même condition de vigilance
  - Même matériel idéalement
  - Inter-sujet : effet physiologique de l'âge



**32 / 60**

Stabilométrie?

Conditions d'évaluation

Interprétation

Métrologie

DES MPR – Mod. 3  
- D. GASQ  
- 04/12/2025

## Comparer le patient à lui-même

- Intérêt pour juger de l'évolution de l'instabilité posturale :
  - Entre 2 conditions sensorielles (YO/YF, ...)
  - Entre 2 dispositifs de correction (orthèses plantaires, prismes, ...)
  - Dans le temps :
    - Évolution d'une pathologie
    - Effet d'une thérapie (rééducation, ...)
- Mêmes exigences ++++




➔ **Le seul facteur censé varier est celui que l'on teste !!!**



33 / 60

Stabilométrie?

Conditions d'évaluation

Interprétation

Métrieologie

DES MPR – Mod. 3  
D. GASQ  
04/12/2025

## Évaluation statique ou dynamique ?

*'Le mieux est l'ennemi du bien'*

*'The perfect is the enemy of the good'*

**Voltaire (1694 – 1778)**



34 / 60

Stabilométrie?

Conditions d'évaluation

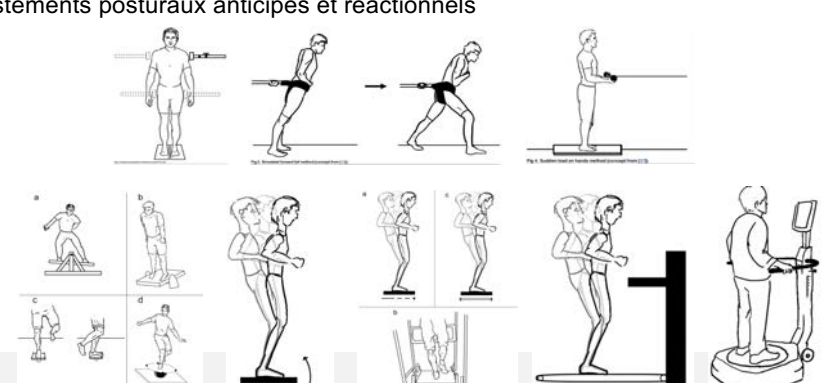
Interprétation

Métrieologie

DES MPR – Mod. 3  
D. GASQ  
04/12/2025

## Évaluation statique ou dynamique ?

- Évaluation statique (quasi-statique ...) = support stable et fixe
- Évaluation dynamique
  - Quantification des effets sur le contrôle postural avec le CP, temps de réaction, activations EMG, cinématique 3D, chute, ...
  - Notion d'ajustements posturaux anticipés et réactionnels



Petro et al. 2017



**35 / 60**

Stabilométrie?

Conditions d'évaluation

Interprétation

Métrologie

DES MPR – Mod. 3  
- D. GASQ  
- 04/12/2025

## Intérêt théorique de l'évaluation dynamique

- Plus écologique et proche des situations de vie quotidienne
- Éventuellement, perturbation posturale quantifiée
- Évaluation multimodale
  - EMG et cinématique : ajustements posturaux
  - Stabilité : analyse des déplacements du CP ou CG, chute
- Étude des contributions sensorielles
  - Pertinence en pathologie vestibulaire et neurologique
  - Risque de chute lors du vieillissement ??

- Évaluation statique = relativement standardisée
- Évaluation dynamique = très hétérogène
  - Sauf l'Equitest = référence standardisée





**36 / 60**

Stabilométrie?

Conditions d'évaluation

Interprétation

Métrologie

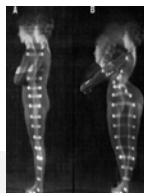
DES MPR – Mod. 3  
- D. GASQ  
- 04/12/2025

## Limites de l'évaluation dynamique

### Pourquoi l'évaluation dynamique n'a pas remplacé l'évaluation statique ?

- Hétérogénéité des protocoles et paramètres
- Défaut de standardisation excepté l'Equitest
  - Mais système peu accessible
- Effet plancher > à la condition statique
- Peur de chuter en conditions dynamiques
  - Modification de la stratégie
  - Stratégie de cheville → stratégie de hanche
  - Activations musculaires disto-proximale / proximo-distale

*'Le mieux est l'ennemi du bien'*  
*'The perfect is the enemy of the good'*  
Voltaire (1694 – 1778)



Horak 1987

The 6 conditions of the NeuroCom Sensory Organization Test (SOT)

|                         | Normal vision                                                                              | Eyes closed                                                                                | Sway referenced vision                                                                     |
|-------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------|
| Fixed surface           | <br>1 | <br>2 | <br>3 |
| Sway referenced surface | <br>4 | <br>5 | <br>6 |

Sosnoff et al. 2011



**37 / 60**

Stabilométrie?

Conditions d'évaluation

**Interprétation**

Métrie

DES MPR – Mod. 3  
- D. GASQ  
- 04/12/2025

## Déroulé de l'exposé

1. La stabilométrie ?
2. Conditions d'évaluation
- 3. Interprétation d'une évaluation stabilométrique**
4. Éléments de métrie



**38 / 60**

Stabilométrie?

Conditions d'évaluation

**Interprétation**

Métrie

DES MPR – Mod. 3  
- D. GASQ  
- 04/12/2025

## Quels paramètres analyser ?

Très / trop nombreux paramètres proposés par les logiciels



|                    |         |
|--------------------|---------|
| Surface (mm²)      | 1103.8  |
| Longueur XY (mm)   | 2306.26 |
| Longueur X (mm)    | 858.7   |
| Longueur Y (mm)    | 1988.8  |
| X moyen (mm)       | 13.89   |
| E. type X (mm)     | 8.23    |
| Y moyen (mm)       | -11.52  |
| E. type Y (mm)     | 9.72    |
| Corrélation        | -0.3    |
| LFS                | 1.97    |
| Vitesse moy (mm/s) | 45.34   |
| Var. vit. (mm/s)   | 33.41   |
| VFY                | 25      |
| AND2X %            | 27.11   |
| AND2Y %            | 8.16    |
| AND3X %            | 3.12    |
| AND3Y %            | 12.63   |
| Inclin. moy. (°)   | 3.65    |
| Inclin. std. (°)   | 3.01    |
| Déport (°)         | 0.83    |
| Pente (°)          | 120.44  |
| X max (mm)         | 34.71   |
| Y max (mm)         | 14.83   |
| X min (mm)         | -6.88   |
| Y min (mm)         | -36.56  |

- **Certains ne sont pas validés** → on ne sait pas s'ils mesurent réellement ce qu'on suppose qu'ils mesurent ...



**39 / 60**

Stabilométrie?

Conditions d'évaluation

Interprétation

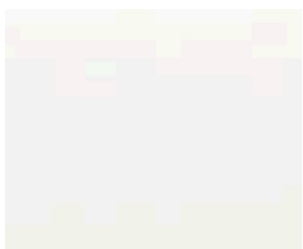
Métrologie

DES MPR – Mod. 3  
- D. GASQ  
- 04/12/2025

## Quels paramètres analyser ?

Deux catégories de paramètres

- 1. Stabilité posturale**
  - Quantification indirecte des oscillations posturales
- 2. Symétrie de répartition des appuis**
  - Droite / Gauche
  - Avant / Arrière





**40 / 60**

Stabilométrie?

Conditions d'évaluation

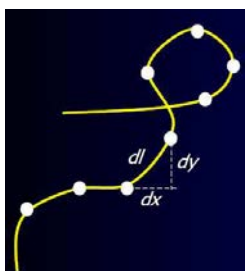
Interprétation

Métrologie

DES MPR – Mod. 3  
- D. GASQ  
- 04/12/2025

## Évaluation de la stabilité posturale

- Analyse linéaire du signal
- Paramètres décrivant la tendance centrale
- Longueur en X, Y, XY (mm)
  - Sensible au ratio signal / bruit
  - Dépendante de la durée
- Vitesse de déplacement du CP selon XY (mm.s<sup>-1</sup>)**
  - Moyenne (Longueur / Temps) ou instantanée
  - Indépendante de la durée mais dépendante de la fréquence d'échantillonnage
  - Paramètre consensuel dans la littérature



D'après Ouaknine, 2005

Visser et al. 2008, Ruhe et al. 2010; Scoppa et al. 2013



41 / 60

Stabilométrie?

Conditions d'évaluation

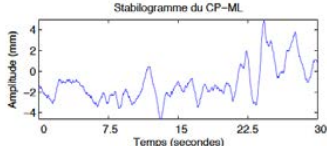
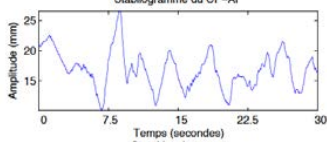
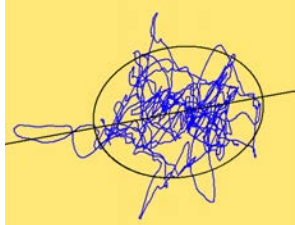
Interprétation

Métrologie

DES MPR – Mod. 3  
- D. GASQ  
- 04/12/2025

## Évaluation de la stabilité posturale

- Analyse linéaire du signal
- Paramètres décrivant la dispersion
- Ecart type des positions du CP** selon X, Y ou XY (mm)
  - Souvent exprimé par le **RMS** (Root Mean Square)
- Écart-type ou variance de la vitesse du CP** (mm.s<sup>-1</sup>)
- Empan** selon X ou Y (mm)
- Surface de l'ellipse de confiance du STK (mm<sup>2</sup>)*
  - Contenant 90 ou 95% des points du STK
  - Mauvais paramètre**
    - Peu valide
    - Peu reproductible
  - Intérêt en cas de surcontrôle volontaire



42 / 60

Stabilométrie?

Conditions d'évaluation

Interprétation

Métrologie

DES MPR – Mod. 3  
- D. GASQ  
- 04/12/2025

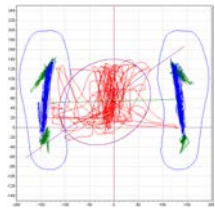
## Surface du STK : pièges et intérêt

« Decrease in CoP area can result from a better integration of the multisensory inputs controlling posture and underpin the improvement of posture control. But similar CoP changes can result from an increased-body stiffness associated with fear of falling. »

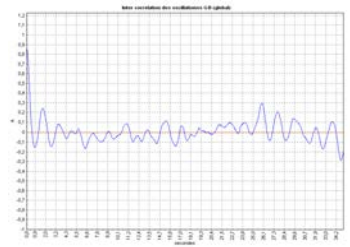
*Lacour et al. 2008*

Une faible surface du STK peut-être liée à :

- Un bon contrôle postural
- Un sujet ayant peur de chuter et se raidissant



**Notion de « méga-surface »**



**Intercorrélations AP & ML**



43 / 60

Stabilométrie?

Conditions d'évaluation

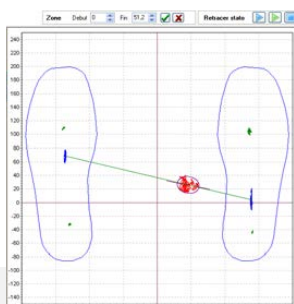
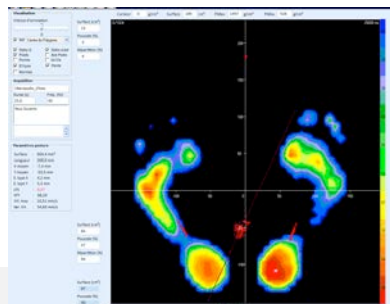
Interprétation

Métiologie

DES MPR – Mod. 3  
- D. GASQ  
- 04/12/2025

## Évaluation directe de l'asymétrie D/G

- Mesure directe du poids sous chacun des deux pieds
  - 2 plateformes de force
  - Baropodométrie / semelles embarquées
- Indépendant de la position // centre de la plateforme
  - Pourcentage du poids D et G



44 / 60

Stabilométrie?

Conditions d'évaluation

Interprétation

Métiologie

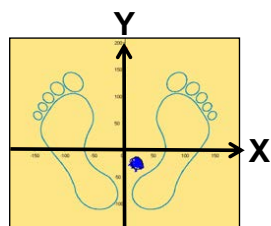
DES MPR – Mod. 3  
- D. GASQ  
- 04/12/2025

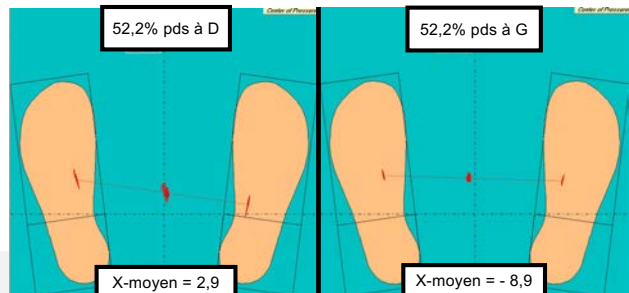
## Évaluation indirecte asymétrie D/G: X-moyen

**X-moyen (mm) : droite-gauche**

- Position moyenne du CP sur l'axe ML
- Dépend de 2 facteurs :
  - Position des appuis // centre de la plateforme
  - Intensité des appuis D et G

→ Estimation indirecte de la répartition du poids D/G







45 / 60

Stabilométrie?

Conditions d'évaluation

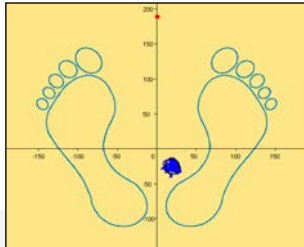
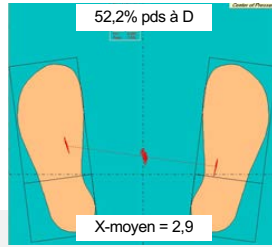
Interprétation

Métrologie

DES MPR – Mod. 3  
D. GASQ  
04/12/2025

## Lien entre X-moyen et asymétrie de poids

- Asymétrie de répartition du poids « normale » < 10%
- Lien X-moyen et asymétrie de répartition du poids selon la position des pieds
  - Position 9 cm d'écart inter-talonnier et angle de 30° (Genthon et al. 2008)
    - 5% asymétrie = 10 mm, soit 1 mm pour 0,5% du poids corporel environ
  - Position 17cm entre le milieu des talons et angle de 14° (travaux personnels)
    - 3,3% asymétrie = 10 mm, soit 1 mm pour 0,33% du poids corporel environ
  - Position 3 cm d'écart inter-talonnier avec angle de 30° (Normes 85)
    - On peut estimer que 8,5% asymétrie ~ 10 mm, soit 1 mm pour ~0,85% du poids corporel



46 / 60

Stabilométrie?

Conditions d'évaluation

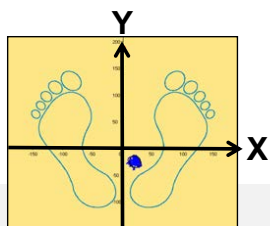
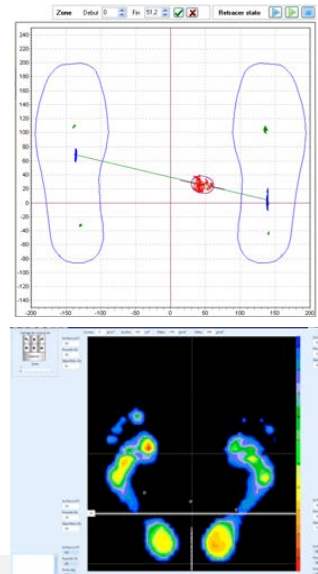
Interprétation

Métrologie

DES MPR – Mod. 3  
D. GASQ  
04/12/2025

## Évaluation asymétrie Avant/Arrière pied

- Mesure directe du poids sous avant et arrière-pied
  - 2 x 2 plateformes de force
  - Baropodométrie / semelles embarquées
  - Pourcentage du poids sous avant et arrière-pied
- Mesure indirecte: Y-moyen (mm)
  - Position moyenne du CP sur l'axe AP
  - Pb de référentiel (où est le zéro?)

|                                                                                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
|-----------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  | <h2 style="text-align: center;">Étapes de l'interprétation</h2>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| <p>47 / 60</p>                                                                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| <p>Stabilométrie?</p>                                                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| <p>Conditions d'évaluation</p>                                                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| <p>Interprétation</p>                                                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| <p>Méetrologie</p>                                                                | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. <b>Données cliniques concernant le patient</b></li> <li>2. <b>Conditions de l'évaluation connues et standardisées</b></li> <li>3. <b>Déroulement de l'évaluation connu</b></li> <li>4. <b>Regarder les graphes (stabilogrammes et statokinésigramme)</b></li> <li>5. Choisir les paramètres stabilométriques d'intérêt</li> <li>6. Selon la situation : <ul style="list-style-type: none"> <li>– Étude d'un comportement = moyenner les valeurs (ex: 3 essais de 30 secondes)</li> <li>– Étude d'une performance = prendre la meilleure valeur (ex: appui monopodal)</li> </ul> </li> <li>7. Comparer les conditions entre-elles ou l'évolution au cours du temps</li> </ol> |
| <p>DES MPR – Mod. 3<br/>-<br/>D. GASQ<br/>-<br/>04/12/2025</p>                    | <p>Cf atelier pour illustration pratique</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |

|                                                                                     |                                                                                                                                                                                                                   |
|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  | <h2 style="text-align: center;">Déroulé de l'exposé</h2>                                                                                                                                                          |
| <p>48 / 60</p>                                                                      |                                                                                                                                                                                                                   |
| <p>Stabilométrie?</p>                                                               |                                                                                                                                                                                                                   |
| <p>Conditions d'évaluation</p>                                                      |                                                                                                                                                                                                                   |
| <p>Interprétation</p>                                                               |                                                                                                                                                                                                                   |
| <p>Méetrologie</p>                                                                  | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. La stabilométrie ?</li> <li>2. Conditions d'évaluation</li> <li>3. Interprétation d'une évaluation stabilométrique</li> <li>4. <b>Éléments de métrologie</b></li> </ol> |
| <p>DES MPR – Mod. 3<br/>-<br/>D. GASQ<br/>-<br/>04/12/2025</p>                      |                                                                                                                                                                                                                   |



49 / 60

Stabilométrie?

Conditions d'évaluation

Interprétation

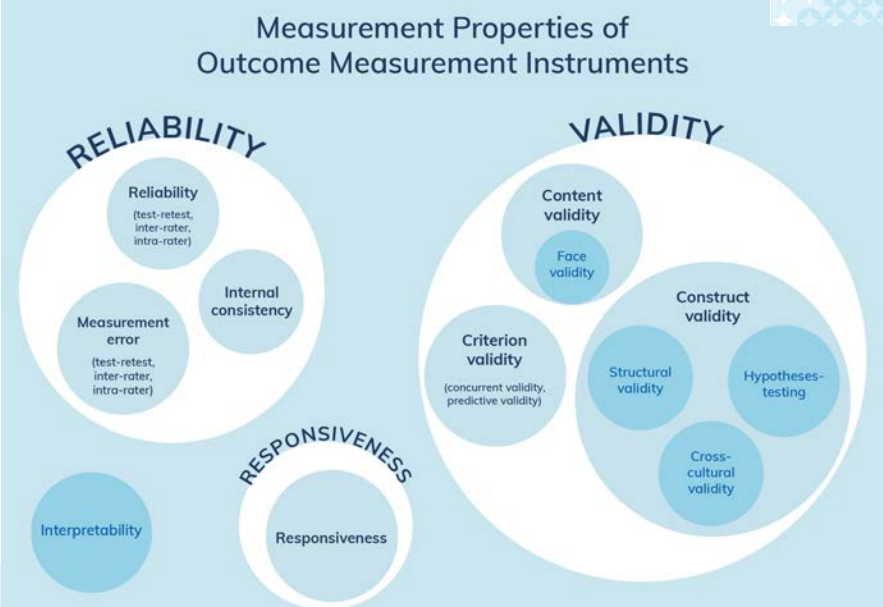
Métrologie

DES MPR – Mod. 3

D. GASQ

04/12/2025

### Un peu de métrologie ...



The diagram illustrates the Measurement Properties of Outcome Measurement Instruments, categorized into four main areas: RELIABILITY, VALIDITY, RESPONSIVENESS, and INTERPRETABILITY. RELIABILITY includes Reliability (test-retest, inter-rater, intra-rater), Internal consistency, and Measurement error (test-retest, inter-rater, intra-rater). VALIDITY includes Content validity (Face validity), Criterion validity (concurrent validity, predictive validity), Construct validity (Structural validity, Hypotheses-testing, Cross-cultural validity), and Interpretability. RESPONSIVENESS includes Responsiveness.



Tools to help you select the most suitable outcome measurement instruments



50 / 60

Stabilométrie?

Conditions d'évaluation

Interprétation

Métrologie

DES MPR – Mod. 3

D. GASQ

04/12/2025

### Validité de l'évaluation stabilométrique

- La stabilométrie est un **dispositif d'évaluation**
  - Intérêt de la quantification chiffrée mais effet plancher
  - Suivi d'un patient, comparé à lui-même
  - Sensibilisation du test de Romberg clinique
  - Utiliser 2 plateformes si étude des asymétries
- Très rare intérêt diagnostique
  - Pic fréquentiel spécifique
    - Tremblement orthostatique essentiel 14-18 Hz
  - Surcontrôle des oscillations posturales
- Validité prédictive et contre-critère ?



Clinical Neurophysiology 119 (2008) 2424–2435

Contents lists available at ScienceDirect

Clinical Neurophysiology

journal homepage: [www.elsevier.com/locate/clinph](http://www.elsevier.com/locate/clinph)

Invited review

The clinical utility of posturography

Jasper E. Visser<sup>a</sup>, Mark G. Carpenter<sup>b</sup>, Herman van der Kooij<sup>c</sup>, Bastiaan R. Bloem<sup>a,\*</sup>

<sup>a</sup>Department of Neurology, Parkinson Center Nijmegen (PnC), Donders Center for Neuroscience, Radboud University Nijmegen Medical Centre, P.O. Box 9101, 6500 HB Nijmegen, The Netherlands

<sup>b</sup>School of Human Kinetics, University of British Columbia, Vancouver, BC, Canada

<sup>c</sup>Department of Biomechanical Engineering, University of Twente, The Netherlands



## Validité de l'évaluation stabilométrique

51 / 60

Stabilométrie?

Conditions d'évaluation

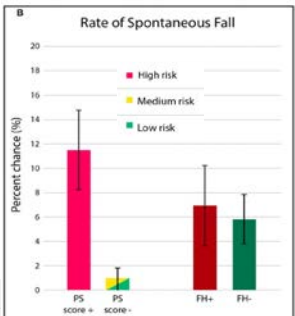
Interprétation

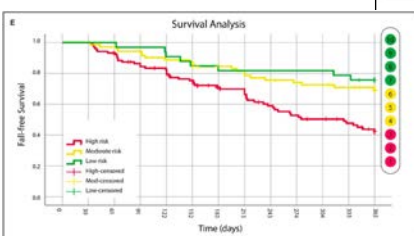
Métrie

DES MPR – Mod. 3  
D. GASQ  
04/12/2025

### Prédire la chute ?

- Meilleur prédicteur = avoir déjà chuté !
- Modèles de prédiction ?





**Practice Parameter: Assessing patients in a neurology practice for risk of falls (an evidence-based review)**  
Report of the Quality Standards Subcommittee of the American Academy of Neurology  
David J. Thoma, MD, MPH; Julie A. Stevens, PhD; Jay K. Liu, MD, MPH  
2005

**A Postural Assessment Utilizing Machine Learning Prospectively Identifies Older Adults at a High Risk of Falling**  
Katherine E. Forth<sup>1</sup>, Kelly L. Werfel<sup>2</sup>, Sasha D. Adams<sup>3</sup>, Nehal J. Raman<sup>4,5</sup>, Eyal Lieberman-Aiden<sup>6</sup> and Stefan J. Madigan<sup>1\*</sup>  
<sup>1</sup>Department of Internal Medicine, Division of Geriatrics, Endocrinology and Metabolism, McGovern Medical School, University of Texas Health Science Center at Houston, Houston, TX, United States; <sup>2</sup>Department of Biostatistics, McGovern Medical School, University of Texas Health Science Center at Houston, Houston, TX, United States; <sup>3</sup>Department of Family and Community Medicine, McGovern Medical School, University of Texas Health Science Center at Houston, Houston, TX, United States; <sup>4</sup>Department of Internal Medicine, Division of Geriatrics, McGovern Medical School, University of Texas Health Science Center at Houston, Houston, TX, United States; <sup>5</sup>Department of Internal Medicine, Division of Geriatrics, McGovern Medical School, University of Texas Health Science Center at Houston, Houston, TX, United States; <sup>6</sup>Department of Internal Medicine, Division of Geriatrics, McGovern Medical School, University of Texas Health Science Center at Houston, Houston, TX, United States



## Validité de l'évaluation stabilométrique

52 / 60

Stabilométrie?

Conditions d'évaluation

Interprétation

Métrie

DES MPR – Mod. 3  
D. GASQ  
04/12/2025

### Prédire l'instabilité articulaire (cheville & genou) ?

- Romberg ou appui monopodal ++
- Utile pour le suivi
- Pas de prédiction de la récurrence



**Reliability and usefulness of the single leg heel raise balance test in patients with chronic ankle instability**  
Jin Hyuck Lee<sup>1</sup>, Hae Woon Jung<sup>2</sup>, Taek Sung Jung<sup>3</sup>, Woo Young Jang<sup>4, 5</sup>

Figure 1. Single postural stability test protocol. The single postural stability test (SPST).

**Systematic Review of Postural Control and Lateral Ankle Instability, Part I: Can Deficits Be Detected With Instrumented Testing?**  
Patrick O. McKeon, PhD, ATC, CSCS<sup>1</sup>; Jay Hertel, PhD, ATC, FACSM<sup>2</sup>  
<sup>1</sup>University of Kentucky, Lexington, KY; <sup>2</sup>University of Virginia, Charlottesville, VA

**Foot and Ankle Surgery**  
Journal homepage: [www.elsevier.com/locate/foot](http://www.elsevier.com/locate/foot)

Advanced conservative treatment of complete acute rupture of the lateral ankle ligaments: Verifying by stabilometry  
Jana Rezaninová<sup>1,\*</sup>, Luboš Hrazdírka<sup>2</sup>, Dagmar Moc Králová<sup>3</sup>, Zdeněk Svoboda<sup>4</sup>, Azriel Benaroya<sup>5</sup>

D. Gasq - Toulouse

26



53 / 60

Stabilométrie?

Conditions d'évaluation

Interprétation

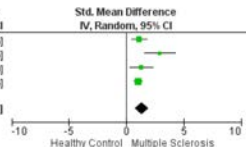
Métrologie

### Validité de l'évaluation stabilométrique

#### Validité discriminante ou contre-critère

- Récupération des capacités de maintien postural après AVC (*De Haart et al., 2004*) ;
- Efficacité (en terme de stabilité posturale) d'un programme rééducatif après AVC (*Bonan et al., 2004b*), ou d'une stimulation subthalamique chez des patients parkinsoniens (*Guehl et al., 2006*) ;
- Evaluer la visiodépendance posturale de sujets hémiplegiques vasculaires (*Bonan et al., 2004b*) ou vestibulaires (*Lacour et al., 1997*) ;
- Caractériser les liens entre altérations de la marche et de la stabilité posturale après AVC (*Nardone et al., 2009; Mansfield et al., 2013; Sawacha et al., 2013*) ;
- Objectiver des troubles de la stabilité posturale chez des sujets présentant une instabilité subjective après traumatisme crânien (*Dehail et al., 2007*).
- Evaluer la maturation du système postural (*Golomer et al., 1999b*) ou l'effet du vieillissement sur l'altération du contrôle postural (*Colledge et al. 1994*) ;
- Objectiver une visiodépendance différente entre danseurs professionnels et sujets témoins (*Golomer et al., 1999a*) ;

**A** . Standardised mean difference in COP velocity in the mediolateral plane

| Study or Subgroup                                                                                                                                           | Multiple Sclerosis |      |       | Healthy Control |      |       | Weight | Std. Mean Difference<br>IV, Random, 95% CI | Std. Mean Difference<br>IV, Random, 95% CI                                           |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------|------|-------|-----------------|------|-------|--------|--------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                                                                                                             | Mean               | SD   | Total | Mean            | SD   | Total |        |                                            |                                                                                      |
| Cattaneo 2012                                                                                                                                               | 18.9               | 12.4 | 47    | 6.43            | 1.43 | 13    | 28.8%  | 1.11 [0.46, 1.76]                          |  |
| Kanekar 2014                                                                                                                                                | 11.79              | 2.08 | 10    | 6.69            | 1.14 | 10    | 13.2%  | 2.91 [1.58, 4.25]                          |                                                                                      |
| Kersten 2013                                                                                                                                                | 6.9                | 3.2  | 8     | 3.9             | 1.3  | 13    | 19.5%  | 1.31 [0.32, 2.29]                          |                                                                                      |
| Prosperini 2013                                                                                                                                             | 12.45              | 7.58 | 100   | 6.1             | 1.9  | 50    | 38.4%  | 1.00 [0.65, 1.36]                          |                                                                                      |
| Total (95% CI)                                                                                                                                              |                    |      | 165   |                 |      | 86    | 100.0% | 1.35 [0.77, 1.92]                          |                                                                                      |
| Heterogeneity: Tau <sup>2</sup> = 0.19; Chi <sup>2</sup> = 7.44, df = 3 (P = 0.06); I <sup>2</sup> = 69%<br>Test for overall effect: Z = 4.57 (P = 0.00001) |                    |      |       |                 |      |       |        |                                            |                                                                                      |

DES MPR – Mod. 3  
- D. GASQ  
- 04/12/2025

A. Comber et al. 2018.



54 / 60

Stabilométrie?

Conditions d'évaluation

Interprétation

Métrologie

### Reproductibilité et stabilométrie

La reproductibilité **dépend des paramètres** étudiés et du **nombre d'essais moyennés**

| for the 120-Second Trial Duration |           |            |        |       |
|-----------------------------------|-----------|------------|--------|-------|
| COP Variables                     | Direction | Mean ± SD  | Trial* | MMDC  |
| Sway area (mm <sup>2</sup> )      | —         | 135.8±46.3 | 1      | ±68.4 |
|                                   |           |            | 13     | ±27.2 |
| COP range (mm)                    | AP        | 26.3±5.6   | 1      | ±7.4  |
|                                   |           |            | 8      | ±3.5  |
|                                   | ML        | 14.1±4.3   | 1      | ±5.1  |
|                                   |           |            | 6      | ±2.7  |
| RMS (mm)                          | AP        | 3.7±1.0    | 1      | ±1.2  |
|                                   |           |            | 7      | ±0.9  |
|                                   | ML        | 2.3±0.9    | 1      | ±1.2  |
|                                   |           |            | 8      | ±0.6  |
| COP velocity (mm/s)               | AP        | 7.9±1.7    | 2      | ±1.0  |
|                                   | ML        | 5.2±1.0    | 2      | ±0.6  |

\*Number of trial averaged for ICC ≥.90.

DES MPR – Mod. 3  
- D. GASQ  
- 04/12/2025

Lafond et al. 2004.



## Reproductibilité de l'évaluation stabilométrique

**55 / 60**

Stabilométrie?

Conditions d'évaluation

Interprétation

Métrologie

DES MPR – Mod. 3  
- D. GASQ  
- 04/12/2025

- La reproductibilité est dépendante des conditions de l'examen
  - Consignes, environnement et position des pieds toujours les mêmes !
- Globalement → en appui bipodal et en condition « statique »
  - Bien que les conditions d'examen varient selon les travaux !!!
- Moyenner 3 essais d'une durée de 30 sec**
  - Ou une seule acquisition de 90 sec
- Stabilité posturale jugée avec la vitesse du CP (mm/s)
  - Marge d'erreur  $\geq 2$  mm/s chez sujets « sains »;  $\geq 5$  mm/s en orthopédie
  - Plus important en neurologie  $\geq 7$  à 10 mm/s en post-AVC**
- Asymétrie d'appui :
  - Mesurée directement (% poids): *marge d'erreur ~3-5%*
  - Sinon X-moyen: marge d'erreur  $\geq 10$  mm

*Cf. articles de références adaptés à la population étudiée et aux conditions de l'évaluation*

Goldie et al. 1989; Lafond et al. 2004; Doyle et al. 2007; Lin et al. 2008; Santos et al. 2008; Visser et al. 2008; Pinsault et al. 2009; Ruhe et al. 2010; Scoppa et al. 2013; Gasq et al. 2014; Laroche et al. 2015; Aryan et al. 2023



## Sensibilité au changement de la stabilométrie

**56 / 60**

Stabilométrie?

Conditions d'évaluation

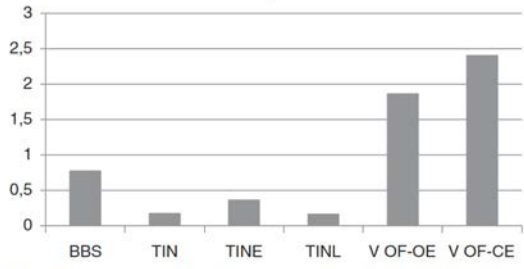
Interprétation

Métrologie

DES MPR – Mod. 3  
- D. GASQ  
- 04/12/2025

- 23 patients blessés médullaires
- Appui bipodal statique YO / YF
- Suivi à multiples reprises durant 1 an: stabilométrie et échelles cliniques
- Évaluation de la sensibilité au changement (taille d'effet)

**ES - Responsiveness**



| Parameter | Value |
|-----------|-------|
| BBS       | 0.8   |
| TIN       | 0.2   |
| TINE      | 0.4   |
| TINL      | 0.2   |
| V OF-OE   | 1.8   |
| V OF-CE   | 2.4   |

Tamburella et al. Journal of NeuroEngineering and Rehabilitation 2014, 11:86  
<http://www.jneuroengrehab.com/content/11/1/86>

**RESEARCH** **Open Access**

Reliability, validity, and effectiveness of center of pressure parameters in assessing stabilometric platform in subjects with incomplete spinal cord injury: a serial cross-sectional study

Federica Tamburella<sup>1\*</sup>, Giorgio Schiavetto<sup>1</sup>, Marco Iosa<sup>2</sup> and Marco Molinari<sup>1</sup>



## Sensibilité au changement de la stabilométrie



ORIGINAL RESEARCH  
published: 29 February 2020  
doi: 10.3389/fnol.2020.00048

**57 / 60**

Stabilométrie?

Conditions d'évaluation

Interprétation

Métriologie

- 99 patients SEP, EDSS 0 à 5
  - Médiane = 2
  - Groupes 0-1,5 / 2-2,5 / 3-5
- Appui bipodal statique (pieds écartés 10cm)
- YF durant 30s – CP médio-latéral
- Comparaison test de Romberg et atteinte cérébelleuse

**Balance Testing in Multiple Sclerosis—Improving Neurological Assessment With Static Posturography?**

Herman Ingjón, Dirk Schreiber, Antonia Kölsch, Katrin Trenzsch and Tjalf Ziemssen\*

MS Center, Center of Clinical Neuroscience, Department of Neurology, Carl Gustaf Carus University Hospital, University of Dresden, Dresden, Germany

**TABLE 4 |** Patients with cerebellar function system score 0 (N = 42) or Romberg test score 0 (N = 71) with impaired balance parameters according to different cut-points for deviation from the healthy group.

|                                               |                 | 2 SD        | 2.5 SD      | 3 SD        |
|-----------------------------------------------|-----------------|-------------|-------------|-------------|
| Cerebellar function system score = 0 (N = 42) | Delineated area | 13 (30.95%) | 10 (23.81%) | 9 (21.43%)  |
|                                               | Average sway    | 6 (14.29%)  | 2 (4.76%)   | 1 (2.38%)   |
|                                               | Average speed   | 10 (23.81%) | 8 (19.05%)  | 8 (19.05%)  |
| Romberg test score = 0 (N = 71)               | Delineated area | 39 (54.93%) | 30 (42.25%) | 28 (39.44%) |
|                                               | Average sway    | 13 (18.31%) | 5 (7.04%)   | 2 (2.82%)   |
|                                               | Average speed   | 26 (36.62%) | 19 (26.76%) | 19 (26.76%) |

DES MPR – Mod. 3

D. GASQ

04/12/2025



## Sensibilité au changement de la stabilométrie

**58 / 60**

Stabilométrie?

Conditions d'évaluation

Interprétation

Métriologie

- Sensibilité au changement intéressante par rapport aux échelles cliniques
  - Évaluation quantifiée objective
  - Peu de travaux sur le sujet
  - Intérêt potentiel quand effet plafond des échelles cliniques
- Outil de suivi longitudinal
  - Pré / Post
  - Récupération ou évolution d'une pathologie
- ⚠ L'évaluation stabilométrique ne se suffit pas à elle-même  
 ➔ **Interprétation en fonction du contexte clinique**

DES MPR – Mod. 3

D. GASQ

04/12/2025