

CYBER-SABOTS® : UNE DYNAMOMETRIE REVOLUTIONNAIRE DE L'EQUILIBRATION



STABILOMETRIE POSTURALE REALISEE PAR DETERMINATION AUTOMATIQUE DE LA POSITION DES PIEDS COUPLEE A UNE DYNAMOMETRIE DES APPUIS PODAIRES

CLINIQUE

- Posturologie
- Médecine du sport, du travail
- Rééducation
- Kinésithérapie
- Orthopédie
- Podologie
- ORL
- Occlusodontologie

RECHERCHE FONDAMENTALE

- Analyse de la posture
- Analyse de l'équilibre
- Analyse de la locomotion

RECHERCHE APPLIQUEE

- Ergonomie
- Sécurité
- Pharmacodynamie de la vigilance

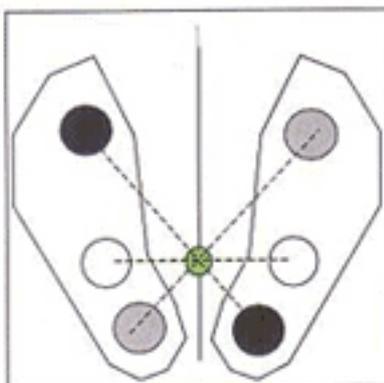


*Brevets M. Ouaknine 1999,

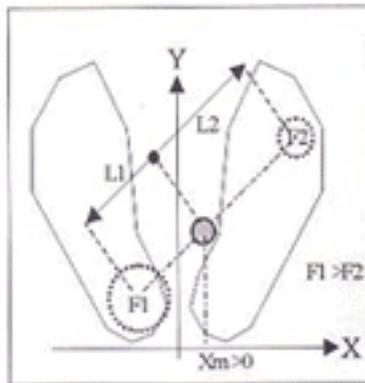
Problèmes et moyens de la posturologie statique et dynamique

Le statokinésigramme (STKG : projection au sol du centre de gravité et ses excursions) obtenu sur une plate-forme unique ne nous renseigne d'une part sur les asymétries de la posture moyenne et d'autre part sur la qualité du contrôle. Cependant, la localisation du centre de pressions (CdP) sur plate-forme unique ne donne pas de mesure de la symétrie des appuis podaux.

En réponse à cette observation la Stabilométrie Monopodale Ouaknine(SMO) propose un système de mesure séparé des 4 appuis de l'homme debout à l'aide de 2 sabots dynamométriques brevetés et d'algorithmes de reconstruction du CdP général. L'usage des sabots (Ouaknine 2000, 2002), indique comment se répartissent les appuis au sol sur chaque avant-pied et sur chaque talon. En plus des prescriptions générales des normes de l'Association Française de Posturologie-1985, il est possible de mesurer les répartitions de forces, uni-podales et bipodales. Globalement l'usage des deux sabots est plus précis que l'usage d'une plate-forme simple, mais les données monopodales signalent les singularités d'appui.



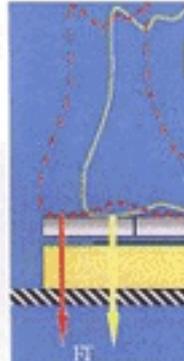
Ambiguïté sur PF unique : Un appui diagonal talon-gauche, métatarse-droit réalise le même placement qu'un appui diagonal



Asymétrie posturale et pied d'appui : incohérence du pied d'appui et de la composante frontale moyenne du centre de



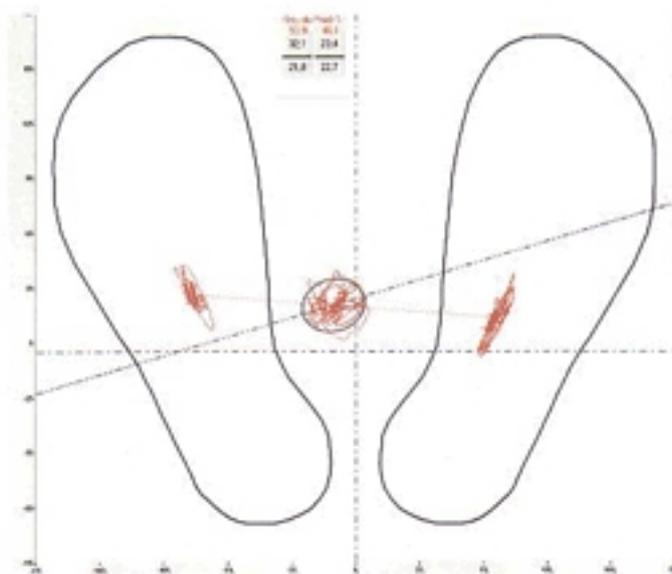
Cyber-Sabots : 4 appuis indépendants. Disposition standardisée (gabarit en ouverture 0° ou 30°) ou libre



La mesure de la position du p... et avant-pied... pas de façon... position du p...

Champs d'application

La technique de la stabilographie constitue aujourd'hui un instrument paramédical de mesure des utilisateurs en clinique, rééducation fonctionnelle, médecine du sport, du travail, expertise juridique. Selon les prescriptions de la SMO, Les Cyber-Sabots d'INNOVATIVE TECHNOLOGY (IN-TECH) sont particulièrement destinés aux praticiens en posturologie, aux ORL, aux strabopodologues, kinésithérapeutes, orthopédistes, et podologues. Ils répondent également aux besoins de la recherche sur le contrôle moteur et/ou postural, la locomotion, les coordinations visuo-motrices, sport de haut niveau, le mal des transports et de l'espace.



STKG sabot gauche et droit permettant la construction du STKG général rapporté à la position des pieds

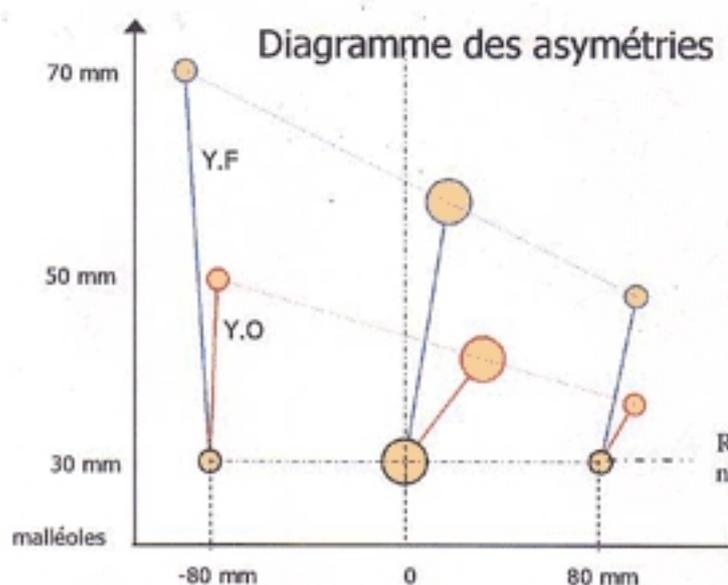


Diagramme des asymétries des placements moyens du CdP. Les enregistrements placent des moyennes en avant de la ligne de base (+ 30mm environ en avant de l'axe malléolaire).

Description des Cyber-Sabots IN_TECH

Le système de stabilographie « Cyber-Sabots » IN_TECH est constitué de deux plate-formes dynamométriques. Le dispositif a été conçu en collaboration avec des utilisateurs posturologues, médecins, praticiens paramédicaux et chercheurs. Il constitue une réponse à l'ensemble de leurs demandes relevant de l'étude du système de la marche.

Transportable et aisé à mettre en œuvre, il produit des documents qui obéissent aux exigences de normalisation (dont Association Française de Posturologie – Normes AFP 5/12 ; 40/16)

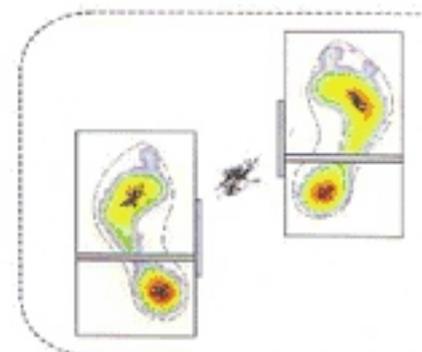
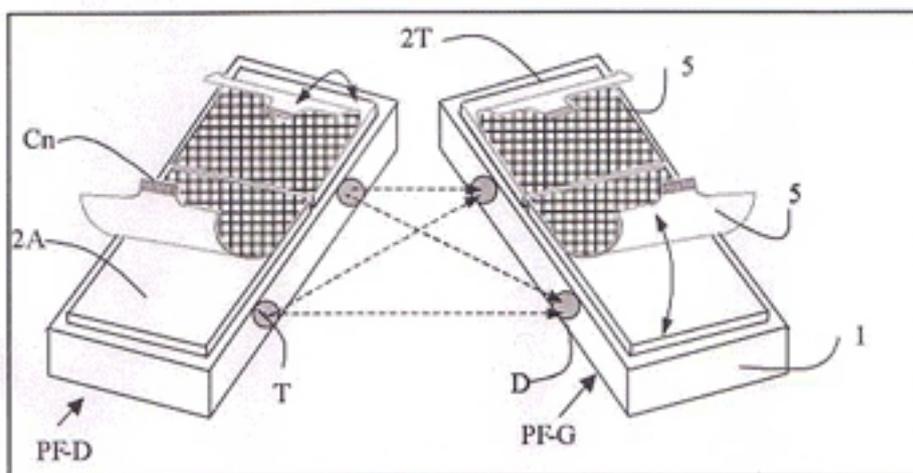
Les Cyber-sabots permettent de mesurer la distribution des forces entre les deux pieds et les avant-pieds. Le dispositif de mesure des quatre principaux appuis est constitué de quatre dynamomètres – un pour chaque pied – faits d'un matériau de haute raideur. Chaque sabot est composé d'une plaque inférieure (socle) formant bâti et de deux plaques supérieures juxtaposées qui reposent respectivement le talon et l'avant-pied. Les forces d'appui exercées sur ces plaques sont converties en signal électrique grâce à des capteurs de force disposés entre le bâti et les plaques.

Toute l'électronique d'amplification, et de communication avec le PC est embarquée. Deux liaisons sont proposés : liaison filaire sur le port USB, liaison sans fils. Le système calcule en temps réel les forces issues des 4 plaques. Il détermine le placement instantané du Centre de forces de chaque pied et construit le centre général des forces en tenant compte de la position relative des deux pieds. Le stabilogramme dans un référentiel orthogonal Antéro-Postérieur (Y) et Gauche-Droite (X) «SabotSof© » permet de construire sur simple appel les descripteurs souhaités (cf ci-après), les descripteurs graphiques.

Des solutions technologiquement innovantes font des Cyber-Sabots IN-TECH un véritable instrument de mesure, linéaire, sensible, fidèle, versatile et d'emploi aisé :

- Gabarit de positionnement pour placement des sabots selon deux standards.
- Superposition automatiquement calculée du centre géométrique du polygone podal et du centre géométrique des lieux des capteurs de force en tenant compte de la position relative des pieds.
- connexion immédiate entre les sabots et le PC par cordon unique (prise USB)
- dispositif de mesure de la position et de l'orientation relative des deux sabots et mesure en temps réel de tous les tracés (en option)
- plate-forme mobile à bascule (Bessou) supportant les sabots dans le plan sagittal.
- L'ensemble sujet-sabots constitue un système spontanément instable (en option)
- dispositif de détermination automatique par surfaces piézo-sensibles de la forme et de la répartition des empreintes des pieds sur les sabots et distribution pixelisée des pressions podales (option)

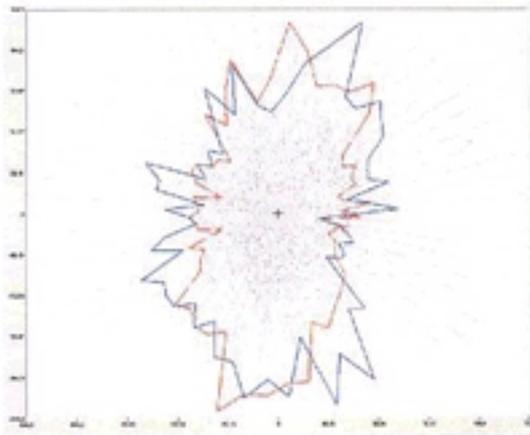
A la fois conceptrice et réalisatrice des « Cyber-Sabots », la société IN-TECH offre par conséquent, en complément aux analyses classiques, les moyens théoriques, logiciels et matériels pour toute recherche d'investigation utile portant sur l'obtention et le traitement des aspects statiques ou dynamiques du stabilogramme.



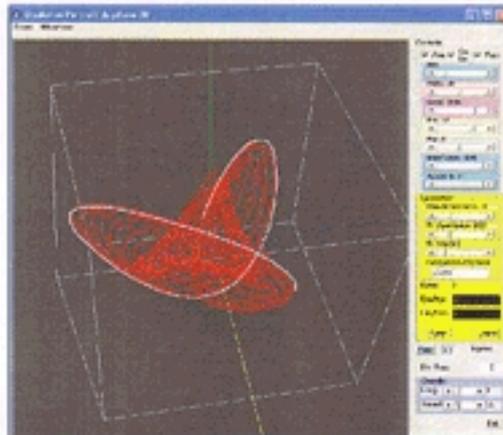
Les données quantitatives (forces réelles) et les données qualitatives (forme des empreintes) fournissent au clinicien des informations qui seront sans doute fécondes.

Cyber-Sabots avec les options « Position et Orientation (PO) » et les 4 surfaces piézo-sensibles. Les transmetteurs « T » collaborent avec les détecteurs du sabot gauche pour déterminer la position relative des sabots. Les 4 surfaces sensibles 5 des talons (2T) et les avant-pieds (2A) intègrent des cellules (pixels) de 5 mm de côté

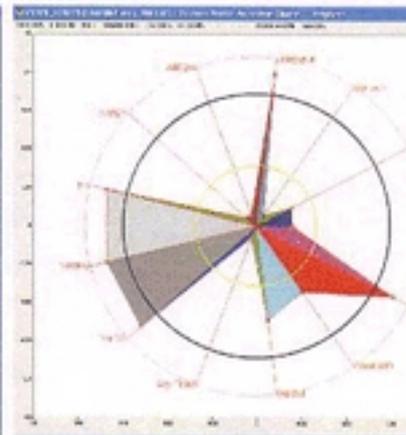
Les Cyber-Sabots dotés des moyens (PO) de mesure automatique de la position et orientation relative des deux sabots (brevet) et de détermination, rapportée au référentiel des sabots, de l'orientation des pieds, font de ce système un des outils d'analyse de la posture le plus puissant et le plus complet qu'il permet entre autres de calculer le centre général des pressions en tenant compte réellement des paramètres de posture et de placement des pieds.



Vectogrammes dans les 2 conditions visuelles



Outils de la dynamique non linéaire. Portrait de phase 3D



Profil Postural © D'un patient. Les fr de normalité et d'anormalité sont rep

Etablir et traiter un stabilogramme

Dans une procédure d'acquisition usuelle, le sujet est debout sur les sabots, bras le long du corps, cible à la hauteur des yeux. Après stabilisation de l'équilibre, l'observateur lance l'acquisition pour standard. Le stabilogramme est affiché sur l'écran de l'ordinateur au fur et à mesure de sa construction. Une série d'appels simples au clavier génère le calcul, et la présentation des descripteurs préalablement définis.

Descripteurs à dimension spatiale :

- Ellipse de confiance à 90% des positions instantanées du CdF ; surface ; grand axe et son inclinaison
- Mesure de la longueur du stabilogramme (rapportée au temps d'observation)
- Placement du CdF moyen (point d'équilibre moyen) défini par rapport aux axes XY, au centre géométrique du contour des pieds, ou à la projection de la droite inter-malléolaire.
- Diagramme des asymétries
- Histogramme de présence et de vitesse du CdP selon X, Y ou sectoriel
- Portrait de phase, dimension fractale, exposants de Lyapunov
- Profil Postural©

Descripteurs à dimension temporelle :

- Composantes en A-P (Y) ou D-G (X) des excursions du CdF en fonction du temps
- Corrélation (auto- ou inter -) concernant X, Y, Z, Distance : variables générales ou par pied
- Ondelettes

Descripteurs à dimension fréquentielle :

- Analyse fréquentielle (puis./Amp.) concernant X, Y, Z, Distance : variables générales ou par pied
- Filtrage B-Spline ou FFT de toutes les composantes temporelles
- Diffusion Brownienne

Matériel optionnel

- Dispositif de mesure de position et orientation (PO)
- Plateau de Bessou
- Surface piézo-sensible
- Liaison sans fils (transmission HF ou infra-rouge)
- Logiciel d'analyse non linéaire