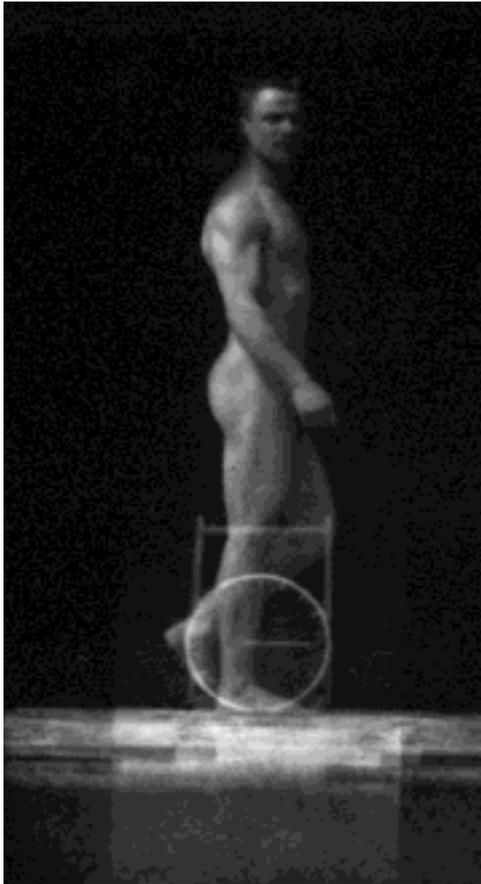


# La marche normale ?

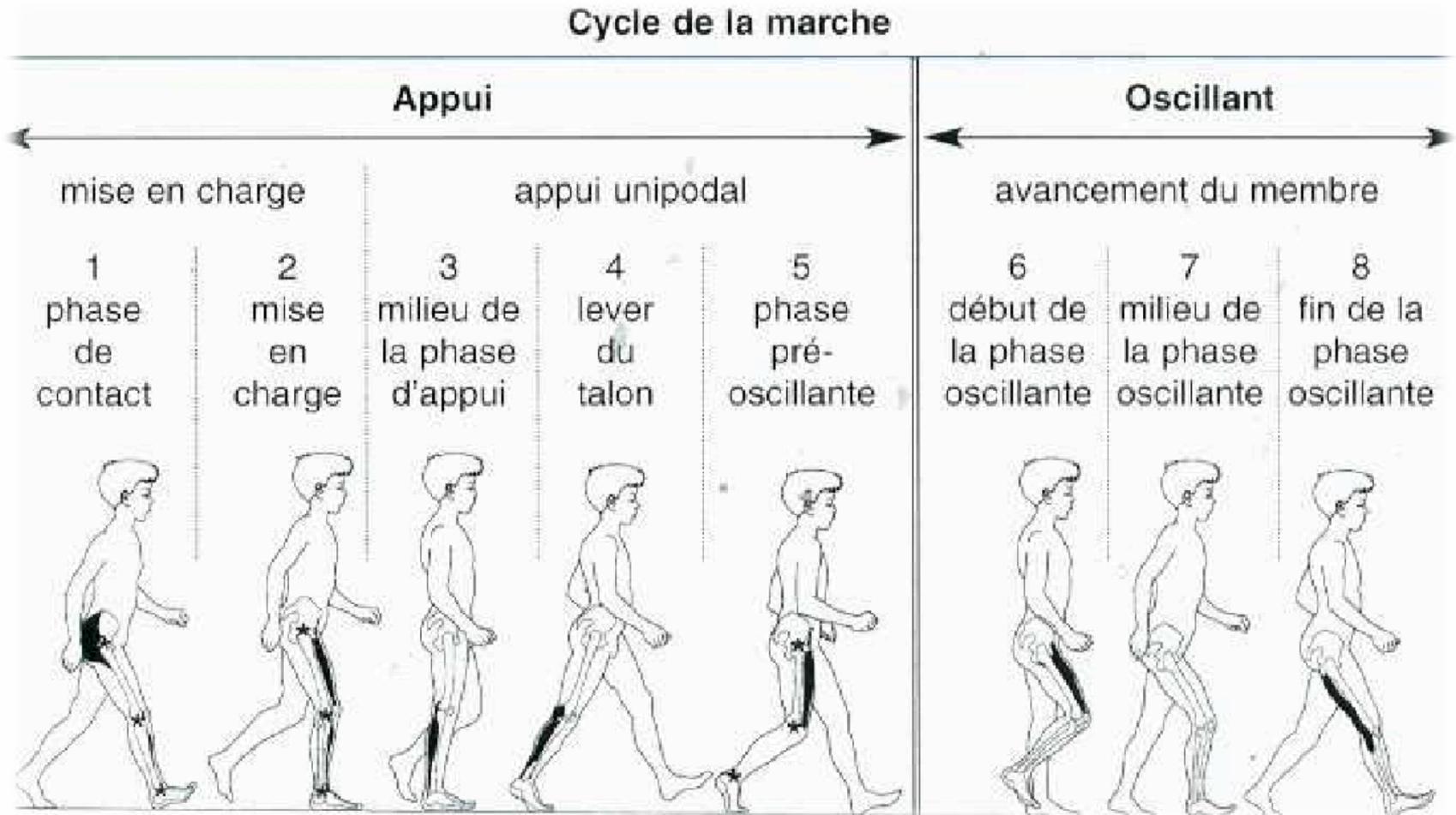


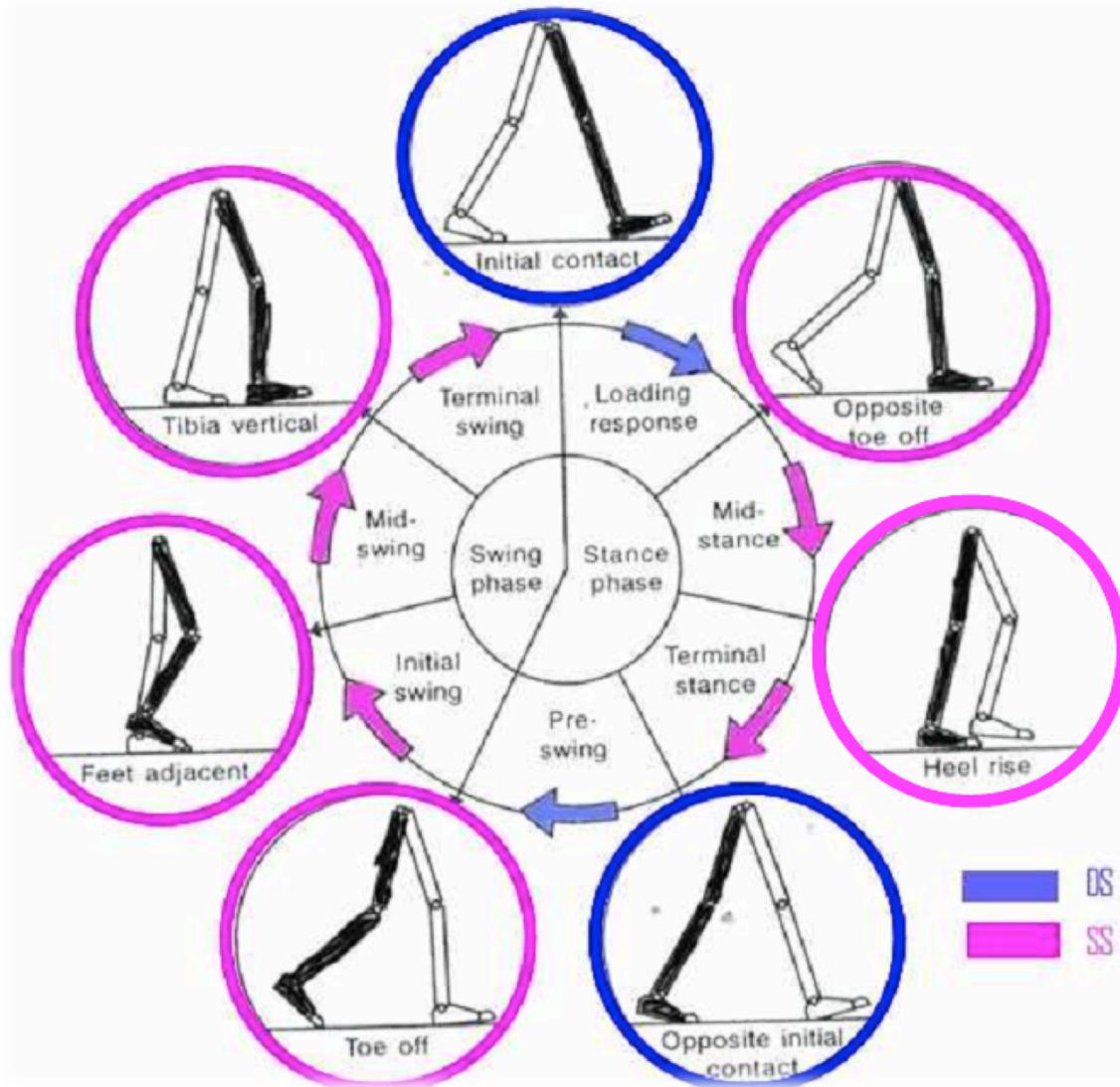
# La marche anormale = pathologique ?



# Les paramètres spatiotemporels

# Cycle de marche





Paramètres

**TEMPORAUX-...**

# Phase d'appui

- est le temps écoulé entre le premier contact et le dernier contact appuis consécutifs sur le même pied.
- Il est également présenté comme un pourcentage du cycle de marche du même pied (60 %).

# Phase d'appui

- Simple appui + double appui

# Le simple appui

- Le simple appui du pied gauche est le temps écoulé entre le dernier contact de l'appui droit et du prochain contact pied droit.
- Il est également présenté comme un pourcentage du cycle de marche du même pied (40 %).

# Double appui

- est le temps écoulé entre le premier contact de l'appui considéré et le dernier contact de l'appui précédent, ajouté au temps écoulé entre le dernier contact de l'appui considéré et le premier contact de l'appui suivant.
- Il est également présenté en pourcentage du cycle de marche (20 % soit  $2 \times 10\%$ )

# Phase oscillante

- La phase oscillante à droite est le temps écoulé entre le dernier contact de l'appui gauche et du prochain contact du pied gauche.
- Il est également présenté comme un pourcentage du cycle de marche du même pied (40 %).
- = au simple appui opposé

# Durée du pas

- Temps écoulé depuis le premier contact d'un pied au premier contact du pied opposé.

# Vitesse

- La vitesse est obtenue après divisant la distance par le temps de déambulation.
- $\text{Longueur du cycle (m)} \times \text{cadence (pas/min)} / 120$

# Vitesse normalisée

- La vitesse moyenne normalisée est obtenue après avoir divisé la vitesse par la longueur des jambes moyenne et elle est exprimée en longueur de la jambe par seconde ( $L / \text{sec}$ ).
- La longueur des jambes moyenne est calculée :  $(\text{longueur de la jambe gauche} + \text{longueur de la jambe droite}) / 2$ .

# Cadence

- Nombre de pas par minute
- Soit de l'ensemble G/D
- Soit d'un côté uniquement

Paramètres

**TEMPORAUX - SPATIAUX**

# Longueur de pas

- est mesurée sur l'axe horizontal de la piste de marche du talon du pas considéré au talon du pas précédent sur l'autre pied.
- La longueur de pas peut être une valeur négative si le patient ne parvient pas à amener le point d'atterrissage du talon du pied en avant du point talon du pied fixe.

# Longueur du cycle

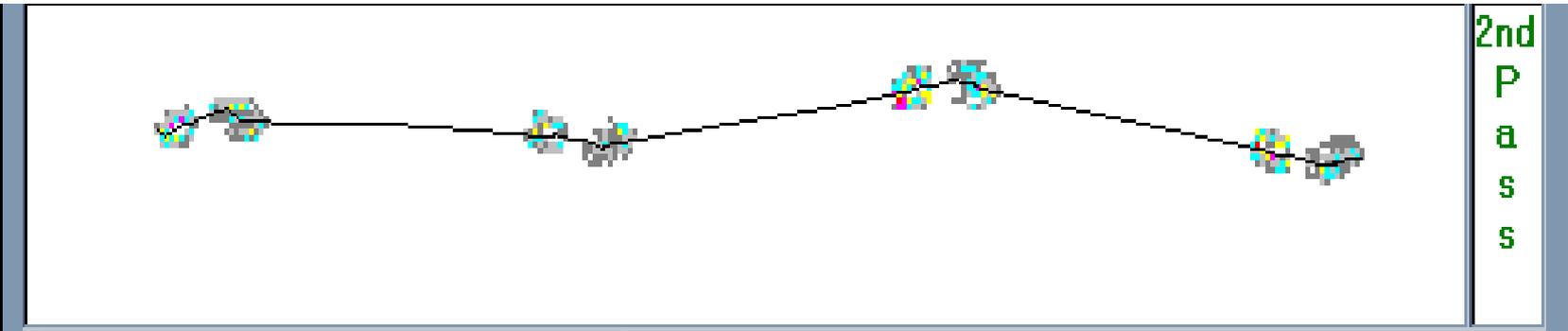
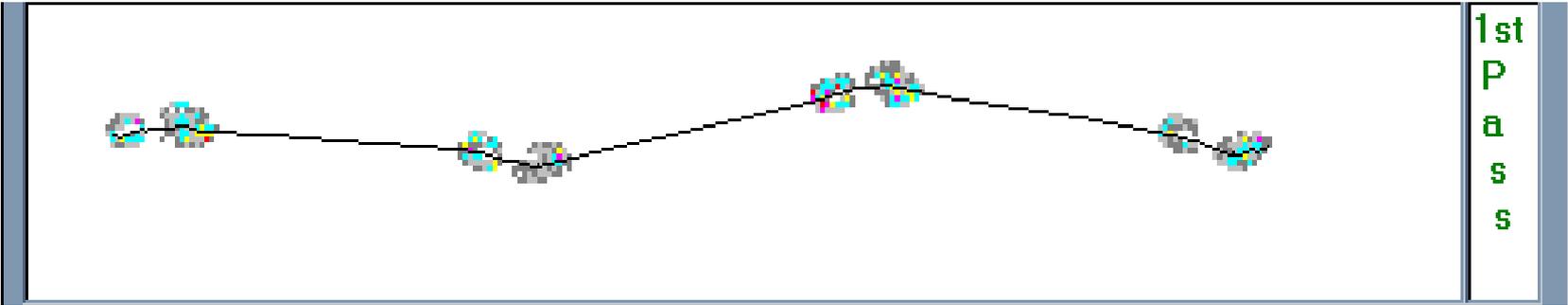
- est mesurée sur la ligne de progression entre les contacts de deux pas consécutifs du même pied (gauche à gauche, droite à droite).

# Pieds dedans / dehors

- est l'angle entre la ligne de progression et la ligne reliant le talon à la pointe avant de l'appui.
- Cet angle est positif pour « toe out » et négatif pour « toe in »

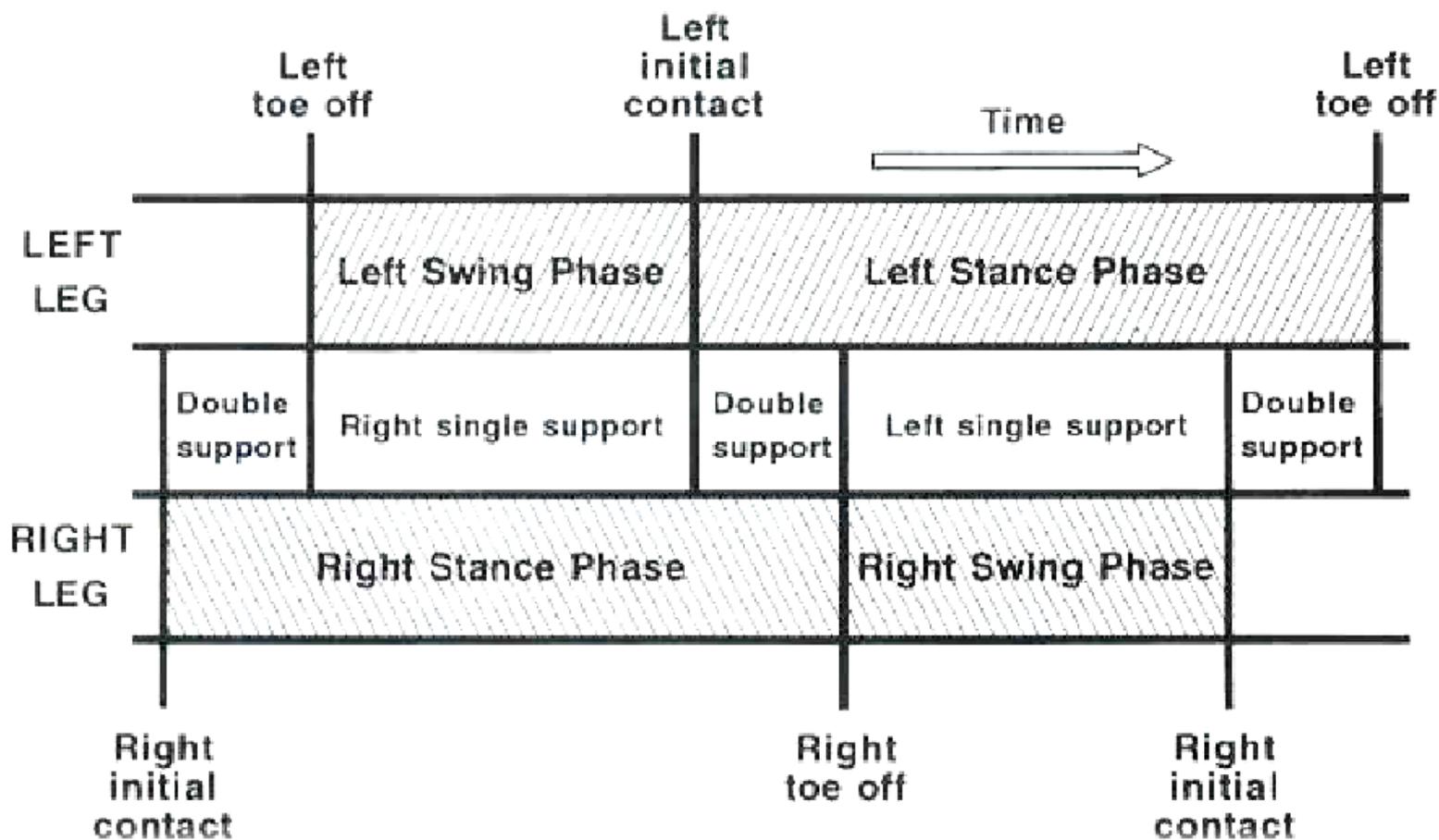
# Base de support

- est la distance perpendiculaire du talon d'un appui à la ligne de progression du pied opposée.



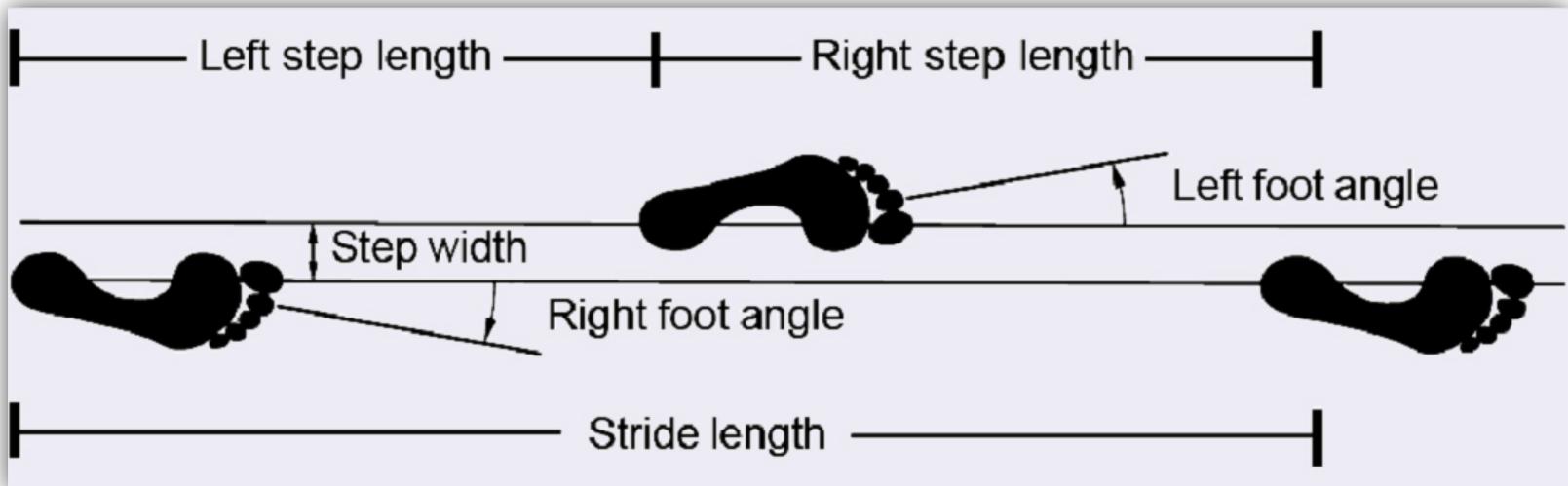
phase d'appui  $60.0 \pm 1.94 \%$   
phase oscillante (simple appui)  $40.1 \pm 2.03 \%$

Double appui  $19.9 \pm 2.68 \%$



# Mesurer autrement

- Vitesse : Longueur de cycle (m) x cadence (pas/min) / 120 (1.35+ 0.21 m/s)



## Valeurs normales des PST adultes

-Pas (m) :

Adulte : 1.59 m

Enfant (6 à 7 ans) : 1.11 m

-Vitesse (m/s)

Très lente : 0,40 m/s

Modérée : 1,00 m/s

Rapide : 1,90 m/s

-Durée de simple et double appui (s) ou % cycle de marche

Simple appui : 40 % du cycle

Double appui : 2 x 10 % du cycle

Phase oscillante : 40 % du cycle

# La cadence

Promenade du dimanche 60 à 66 pas/mn

Se diriger sans se hâter 80 à 100 pas/mn

Se rendre à son travail 120 pas/mn

En moyenne 90 à 110 pas/mn

Cadence féminine ( 117 pas/mn) > cadence masculine

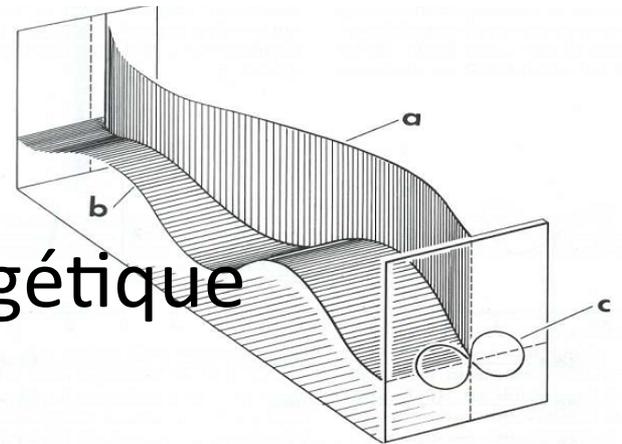
Cadence enfant : diminue avec l'âge

**FONCTIONNALITÉ DE LA MARCHE**

# Les 6 déterminants de la marche

Saunders et al. 1953

- Translation du centre de masse (CM) du corps
- Minimisation du débattement du CM
  - Latéralement (a)
  - Verticalement (b)
- Réduction de la dépense énergétique



# Les 5 déterminants de la marche

Gage, 1991

- stabilité de l'appui,
- aisance du passage du pas,
- Positionnement correct du pied à la fin de l'oscillation
- Longueur adéquate du pas
- efficacité.

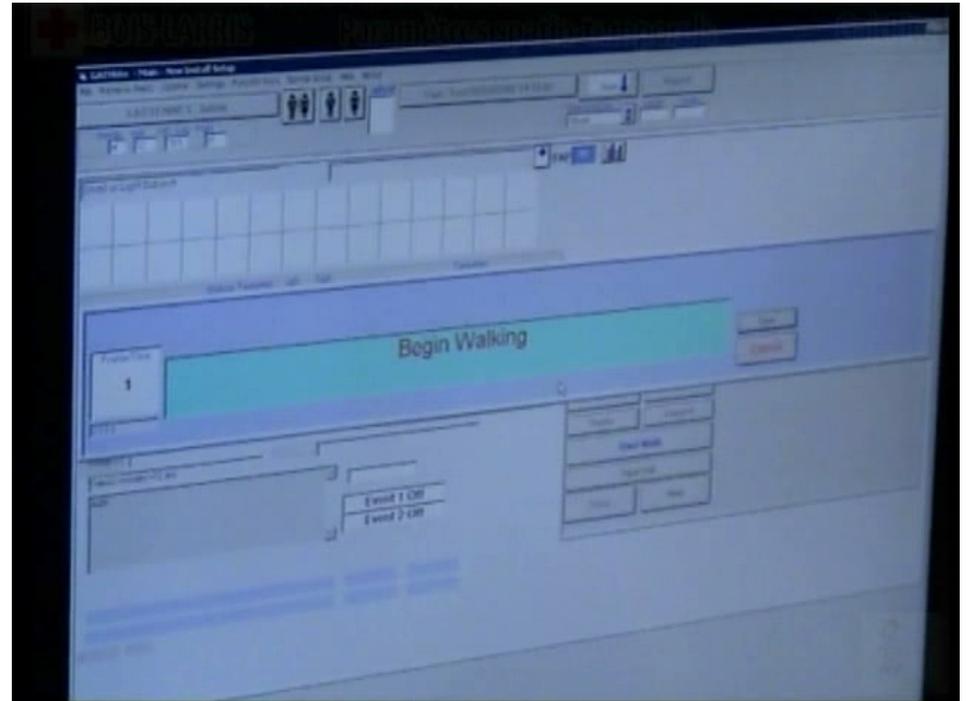
# **LES OUTILS DE MESURE**

# Piste de marche électronique

- Système GaitRite,
- Tapis de marche électronique comprenant plusieurs milliers de capteurs de pression



# Piste de marche électronique



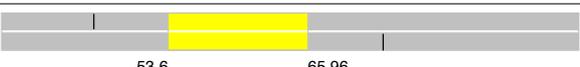
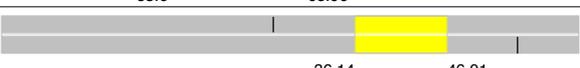
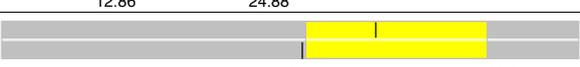
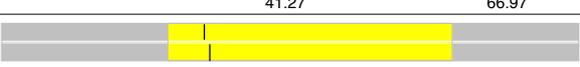
# Piste de marche électronique

## Paramètres

Distance (cm)	964.4
Temps d'ambulation(s)	15.48
Vitesse (cm/s)	62.3
Vitesse moyenne normalisée	.93

## Profil de déambulation fonctionnelle (FAP): 76

Cadence (pas/mn)	81.4
Différentiel de temps pas (seg)	.29
Différentiel de longueur pas (cm)	9.95
Différentiel de temps cycle(s)	.00

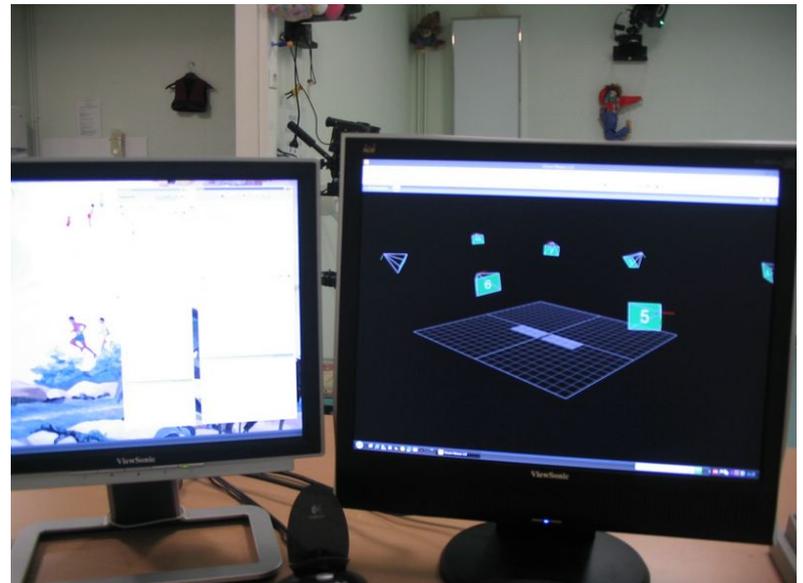
N° passages / n° contacts pied	G/D	Moyenne(%CV)	Valeurs normales 8-9 ans
Temps pas (s)	G	.874(5.0)	
	D	.587(7.0)	
Temps cycle(s)	G	1.461(4.0)	
	D	1.457(4.0)	
Temps phase oscillante (s)	G	.763(9.0) /52.2	
	/ %CM	D .403(6.0) /27.7	
Appui (s)	G	.698(5.0) /47.8	
	/ %CM	D 1.053(6.0) /72.3	
Simple appui (s)	G	.403(6.0) /27.6	
	/ %CM	D .763(9.0) /52.4	
Double appui(s)	G	.298(11.0) /20.4	
	/ %CM	D .301(8.0) /20.7	
Longueur pas (cm)	G	50.663(6.0)	
	D	40.713(6.0)	
Longueur enjambée (cm)	G	90.915(6.0)	
	D	91.709(5.0)	
Base de support (cm)	G	9.41(14.0)	
	D	9.61(13.0)	
Pied en dedans/en dehors (deg)	G	5(.0)	
	D	6(.0)	

# Les systèmes de capture 3D du mouvement

## Matériel



Systeme Vicon MX+



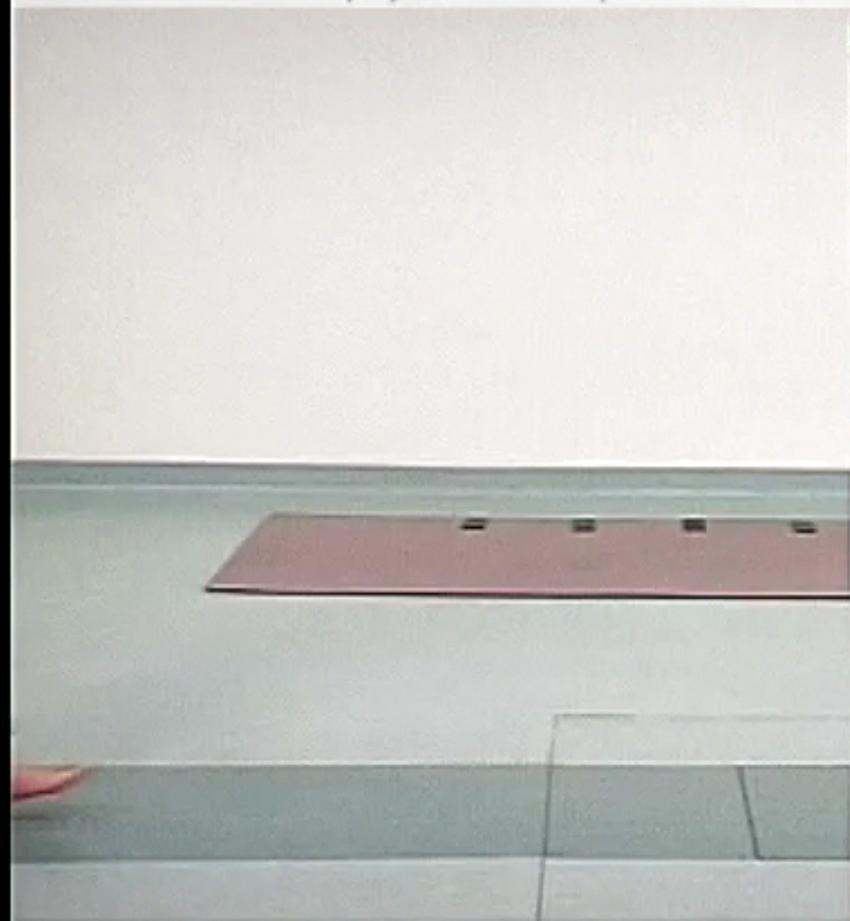
le 05 mars 2012

Louise 10 ans

Centre de Médecine Physique et de Réadaptation de Bois-Larris



croix-rouge française

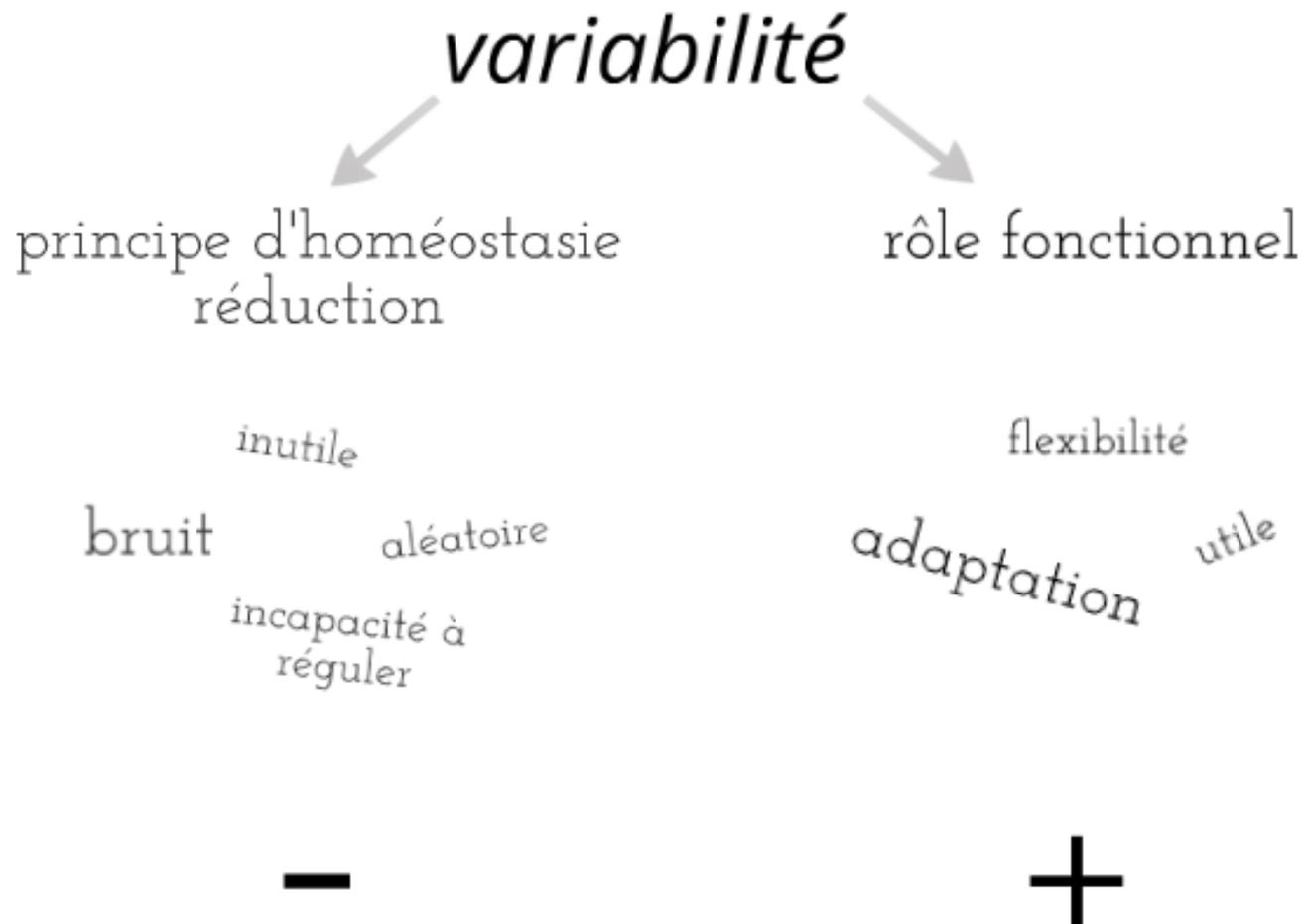


**STABILITÉ – RISQUE DE CHUTE**

# Terminologie



Reproductibilité parfaite d'un mouvement est impossible du fait des variations physiologiques (Hatze, 1986)



Approche classique : la modification des PST\* moyens reflète l'instabilité du sujet



Peur de chuter sans historique de chute : instable ou non ? Marche lente : toujours plus stable ?

Nécessité de différencier "aspect fonctionnel" vs "stabilité"

↓  
Changements du pattern de marche qui tendent à minimiser les déséquilibres et faciliter le contrôle

↓  
Faculté à conserver l'équilibre dynamique en dépit des perturbations  
*d'avantage en lien avec le risque de chute*

\*PST : paramètres spatiotemporels

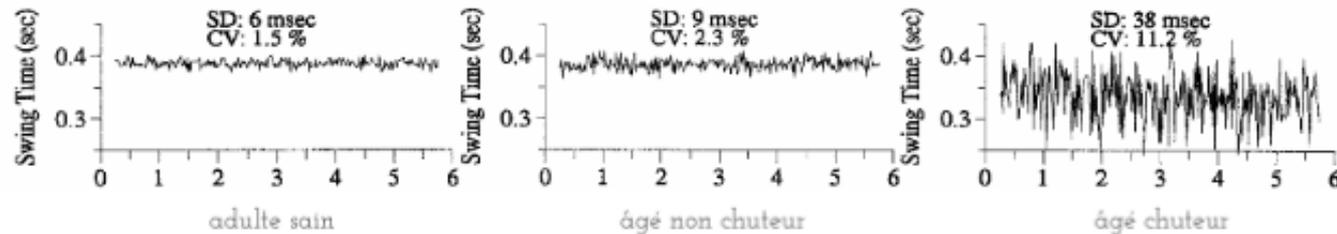
# Etude de la variabilité : "fluctuation magnitude" (Hausdorff, 2001)

Quantification de la dispersion des mesures autour de la moyenne via SD\* et/ou CV\*

Quelques % chez les adultes sains,

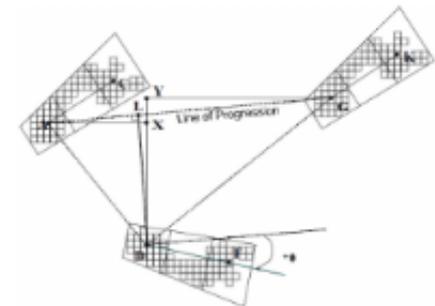
↑ avec l'âge, la pathologie, le risque de chute

↑ en conditions destabilisantes et de double tâche



Base de support (CV=25%)

- variabilité incapacité à modifier la largeur de pas
- + variabilité manque de compensation



\*SD : écart-type

\*CV: coefficient de variation

# LES SCORES

<http://www.analysedelamarche.fr>

**FIN**