

**MINISTERE DE LA SANTE  
REGION LORRAINE  
ECOLE DE KINESITHERAPIE DE NANCY**

**INFLUENCE DE LA CONTENTION SOUPLE  
DE CHEVILLE SUR LE DEPLACEMENT  
DU CENTRE DE GRAVITE  
LORS DE LA MARCHE**

**Rapport de travail écrit personnel  
présenté par MAGNESIO Nicolas  
étudiant en 3ème année de kinésithérapie  
en vue de l'obtention du diplôme d'état  
de masseur-kinésithérapeute  
1991-1992**

# SOMMAIRE

- 1 Introduction
- 2 Matériel et méthode
  - 2.1 Population
  - 2.2 Matériel
    - 2.2.1 La plateforme
    - 2.2.2 La contention utilisée
  - 2.3 Méthode
    - 2.3.1 Mise en place de la contention
      - 2.3.1.1 Préparation cutanée
      - 2.3.1.2 Mise en place des embases
      - 2.3.1.3 Le placement articulaire en bonne position
      - 2.3.1.4 Mise en place des attelles actives
      - 2.3.1.5 Bandes de maintien
    - 2.3.2 Méthode
      - 2.3.2.1 Saisies des mesures
      - 2.3.2.2 Technique d'analyse
- 3 Les résultats
- 4 Discussion
  - 4.1 Déplacement normal du centre de gravité, lors du déroulement du pas.
  - 4.2 Constations
  - 4.3 Quelques réserves
- 5 Conclusion

## 1 Introduction

H. NEIGER déclare :

“Les contentions souples adhésives doivent leur efficacité à quatre propriétés fondamentales, qui sont dans un ordre décroissant d’importance, mécanique, extéroceptive, psychologique, puis proprioceptive”. (1)

En effet, elles justifient leur action mécanique par le fait qu’elle limite d’une part la mobilité articulaire, et d’autre part parce qu’elle stabilise cette même articulation en renforçant son système capsulo-ligamentaire.

Les bandes les constituant sont collées au plan cutané et le sollicite en permanence. L’information tactile émise par les capteurs cutanés devient plus riche, le sujet prenant plus facilement conscience de sa cheville.

D’autre part, la sensation de confort qu’elles fournissent et le phénomène d’accoutumance rencontré chez les sportifs peuvent résumer leur action psychologique.

Enfin, le serrage que le montage engendre sur les éléments musculaires, tendineux, et capsulaires est à l’origine de leur vertu proprioceptive. Le tonus musculaire augmente, cela se traduit par un état de vigilance accru, le sujet déclarant se sentir maintenu.

L'étude se propose d'analyser l'influence d'une contention souple, réalisée au niveau de l'articulation tibio-tarsienne, sur le déplacement du centre de gravité, lors de la marche. Pour se faire, on utilise une plateforme de marche, informatisée, permettant de visualiser et analyser entre autre :

- la pression par centimètre carré au Newton près
- la surface d'appui
- la trajectoire du centre de gravité

## 2 Matériel et méthode

### 2.1 Population (Tableau 1)

Elle est composée de neuf membres dont un homme et huit femmes.

Afin de définir au mieux la population expérimentale, nous leur avons demandé leur âge, poids et taille, ainsi que l'activité sportive pratiquée.

Nous vérifions, d'autre part, qu'ils ne sont porteurs d'aucune boiterie, ni d'aucune pathologie des membres inférieurs.

### 2.2 Matériel

#### 2.2.1 La plateforme (Fig. 1)

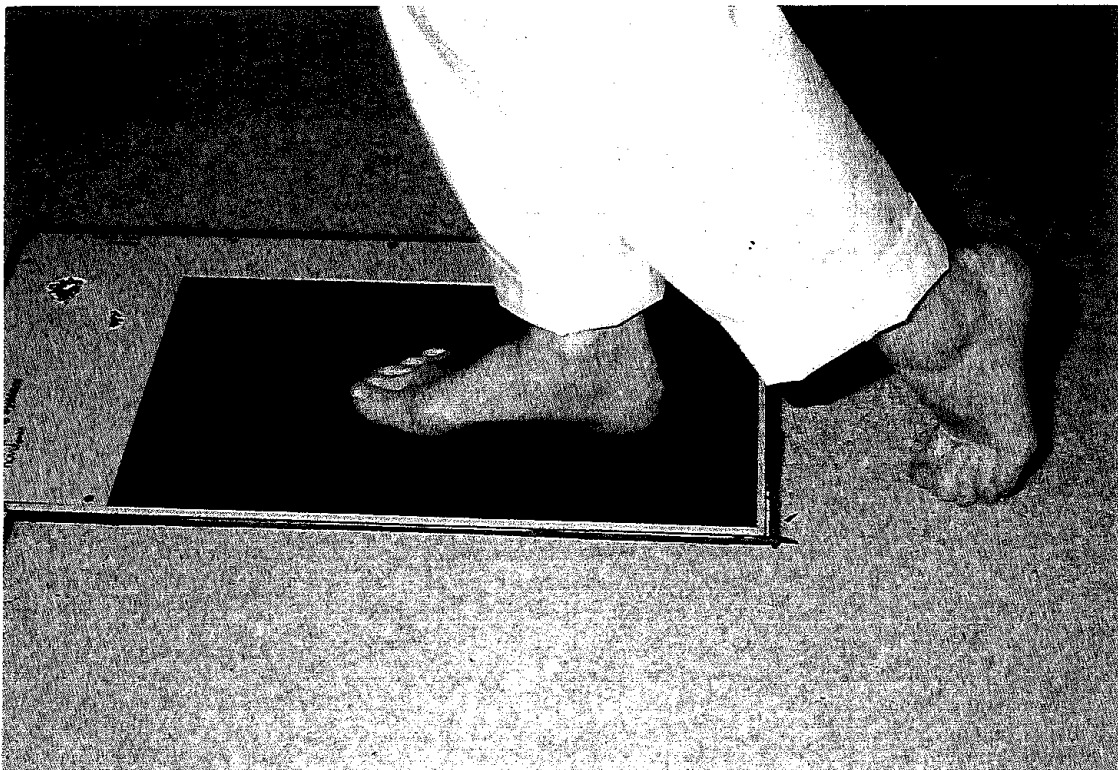


Figure 1 : La plateforme

C'est une plaque munie de capteurs de pression qui est insérée dans le sol de telle façon que la plaque et le sol soient au même niveau, ceci étant fait pour ne pas perturber la marche.

Ses dimensions sont de 30 cm de large pour 50 cm de long. Elle possède six capteurs de pression par centimètre carré qui sont sensibles au Newton près.

Cette plateforme est reliée à un complexe informatique. (Fig. 2). Celui-ci, lorsqu'il fonctionne en "Mode Fast", recueille 70 images à la seconde avec un maximum de 150 images, ce qui correspond environ à un enregistrement temporel de 2,1 s. Sachant que la durée d'un appui au sol est en moyenne de 1,25 s, nous avons la totalité des séquences du déroulement du pas mémorisées.

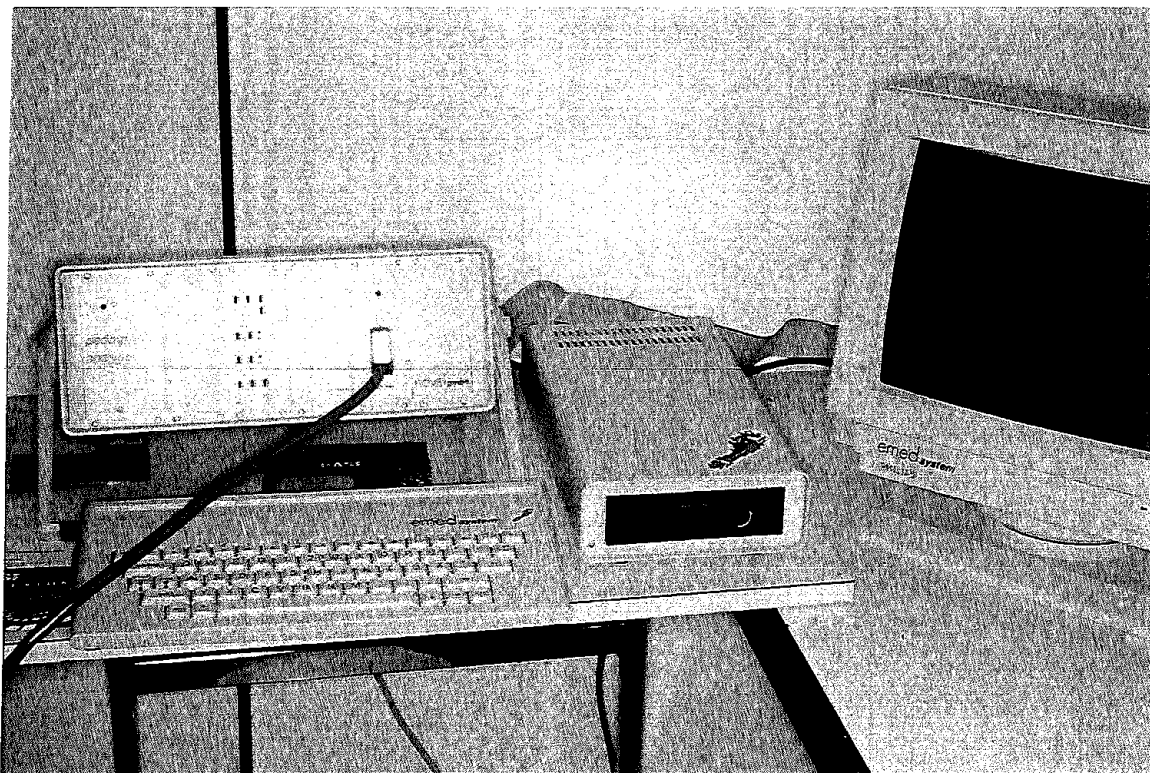


Figure 2 : Le complexe informatique

L'image que l'on visualise sur écran est appelée "Maximal Pic Pressure".  
(Annexe 1).

Elle correspond à une image virtuelle qui regroupe les maximums de pression détectés par chaque capteur lors du déroulement du pas. Ainsi, apparaît une empreinte plantaire avec un code de couleur précis en fonction de la pression maximale locale détectée. Il est aussi possible de faire apparaître sur écran une image réelle obtenue à un instant donné du cycle de marche.

D'autre part, tout en inscrivant l'image correspondante aux maximums de pression enregistrés, il s'inscrit aussi une ligne traduisant le déplacement du centre de gravité du corps lors des différentes phases du cycle de marche depuis l'attaque du talon au sol jusqu'au décolllement des orteils.

Par l'intermédiaire de la plateforme, nous pouvons visualiser sur écran la "trace Z" qui correspond aux forces de compression verticale enregistrées lors du déroulement du pas.

L'analyse de l'aspect de la force de compression nous permet de savoir si le pas que nous enregistrons s'inscrit dans une démarche naturelle ou pas.

Si c'est le cas, nous devons retrouver les éléments suivants :

- un décrochement juste après l'attaque du talon qui correspond à l'absorption du choc initial par les masses molles du talon.
- un pic correspondant à la frappe du talon. Il représente environ 120 % du poids corporel.
- une dépression due à l'accélération du membre inférieur controlatéral, délaissant ainsi celui en charge.

- un second pic lié à la propulsion de l'avant-pied.

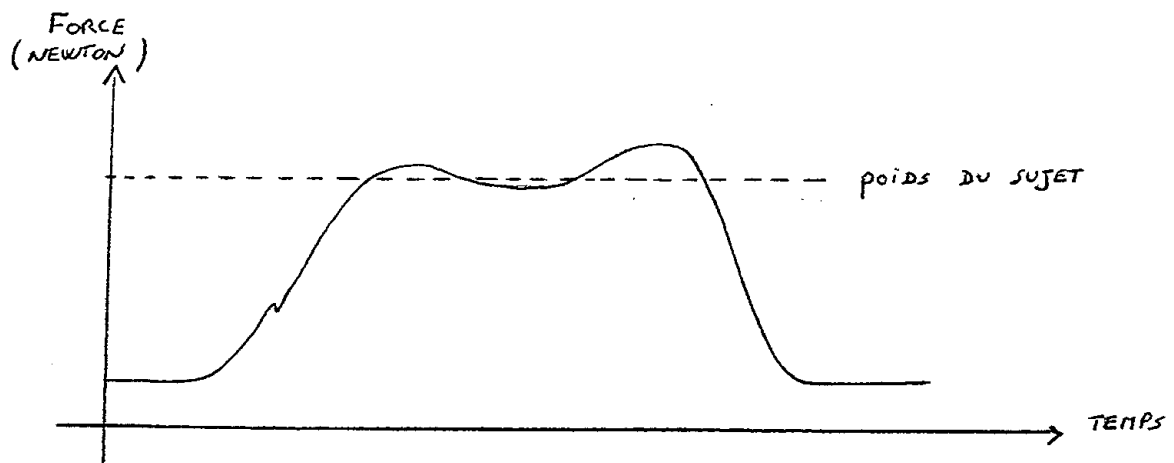


Figure 4 : Force de compression ; la bosse de chameau

### 2.2.2 La contention utilisée

La contention souple utilisée dans notre expérimentation est inspirée de celle proposée par H. NEIGER dans son livre intitulé : "Les contentions souples. Application en traumatologie du sport et en rééducation"(1). Elle est de type préventive et s'intéresse à la stabilisation de l'articulation tibio-tarsienne. Celle-ci est placée et maintenue dans une situation articulaire neutre. Son maintien est assuré par des bandes adhésives élastiques qui jouent un rôle de rappel constant par la mise en tension qu'on leur donne.



## 2.3 Méthode

### 2.3.1 Mise en place de la contention

#### 2.3.1.1 Préparation cutanée

Afin d'obtenir une adhérence de meilleure qualité, il faut contrôler l'état pileux du segment jambier et, si nécessaire, procéder au rasage de celui-ci.

D'autre part, la qualité de l'adhérence dépend aussi du dégraissage de la peau. On utilise pour cela de la teinture de benjoin qu'on badigeonne sur les téguments de toute la hauteur du segment jambier ainsi que ceux du pied.

Il est attribué, selon H. NEIGER, deux propriétés à la teinture de benjoin, la première étant une faculté isolante, ce qui protège le revêtement cutané, la seconde est liée au fait qu'elle soit à base de résine renforçant ainsi l'adhérence.

#### 2.3.1.2 Mise en place des embases

- L'embase jambière : (fig.5)

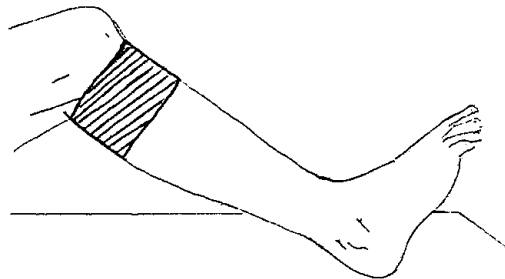


Figure 5 : embase jambière

L'embase jambière est réalisée en élastoplaste à élasticité longitudinale HB 6 cm. Elle est placée de façon circulaire à la partie proximale du segment jambier. Par la recherche du ballotement du mollet, genou fléchi, on s'assure qu'elle ne provoque pas une compression vasculaire.

- L'embase médio-tarsienne : (fig. 6)

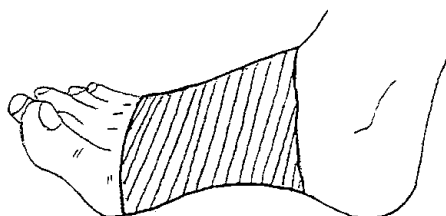


Figure 6 : embase médiotarsienne

L'embase médio-tarsienne est réalisée en élastoplaste à élasticité longitudinale HB 8 cm. Elle recouvre de façon circulaire le médio-pied.

Les embases servent à améliorer l'accrochage des attelles actives. Elles suppléent la peau afin que celle-ci ne soit pas sollicitée en traction trop intensive.

### 2.3.1.3 Le placement articulaire en bonne position

Comme il a été précisé précédemment, la contention est de type préventive, elle place donc la cheville dans une position intermédiaire. Cette contention a une action stabilisatrice essentiellement sur l'arrière-pied, elle intervient donc sur l'articulation tibio-tarsienne, mais aussi sur la sous astragalienne. Il va donc falloir placer la cheville dans une position neutre de flexion plantaire et dorsale mais

aussi d'abduction-adduction et pronosupination.

Pour cela, le sujet est installé confortablement sur une table, son segment jambier dépassant de celle-ci. L'expérimentateur est assis en bout de table de telle façon que le pied lui arrive au niveau de la poitrine. Il place une main au niveau du tiers inférieur de la face postérieure du segment jambier, l'autre sur le coup de pied, la face plantaire est plaquée contre son torse.

Ainsi, il possède un bon contrôle de la cheville qu'il peut mobiliser par des mouvements de son tronc. Il peut alors apprécier de façon convenable la position neutre de celle-ci.

#### 2.3.1.4 Mise en place des attelles actives

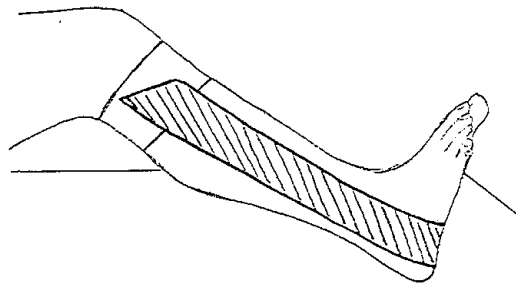


Figure 7 : première attelle longitudinale

- La première bande active mise en place est longitudinale (fig. 7). Son milieu est placé sous le talon. L'expérimentateur tient ainsi les chefs interne et externe de la bande tout en contrôlant la position de la cheville à l'aide de sa poitrine.

Ensuite, il exerce une traction équilibrée sur les deux chefs avant de les coller chacun sur la face latérale correspondante de la jambe. Ces deux chefs viennent s'accrocher sur l'embase jambière sans la dépasser.

- La seconde bande est transversale (fig.8) et (fig.9)

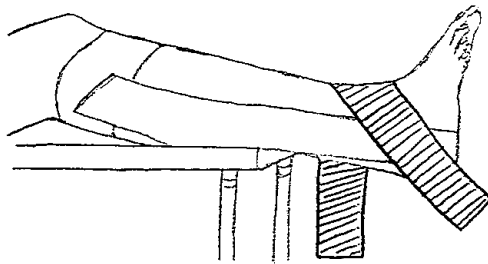


Figure 8 : attelle transversale ; le chef antérieur est rabattu sous le talon

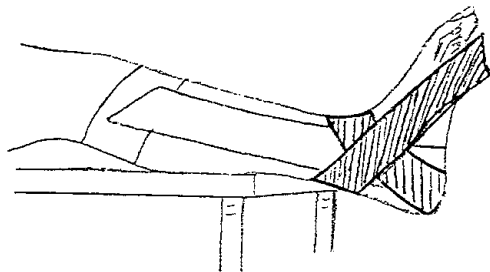


Figure 9 : attelle transversale ; le chef postérieur est rabattu sous les têtes métatarsiennes

Son milieu est posé sur la malléole tibiale, la lisière distale étant juste au contact avec l'extrémité osseuse. A partir de là, il existe deux chefs :

- un antérieur qui est rabattu sous le talon en croisant la face externe de la cheville

- un postérieur qui est rabattu sous les têtes métatarsiennes en croisant aussi la face externe de la cheville.

- vient ensuite la pose de la seconde bande longitudinale. Celle-ci est mise en place de la même façon que la première à la seule différence qu'elle est décalée en avant d'une demi-bande. Elle recouvre à la partie distale la bande transversale.

- enfin, est appliquée la seconde bande transversale qui elle, diffère de la première. En effet, son milieu est posé cette fois sur la malléole péronnière, la lisière distale effleurant l'extrémité osseuse. A partir de là, le chef antérieur est rabattu sous le talon en croisant la face interne de la cheville et le chef postérieur vient s'accrocher sous les têtes métatarsiennes en croisant la même face.

#### 2.3.1.5 Bandes de maintien (fig. 10)

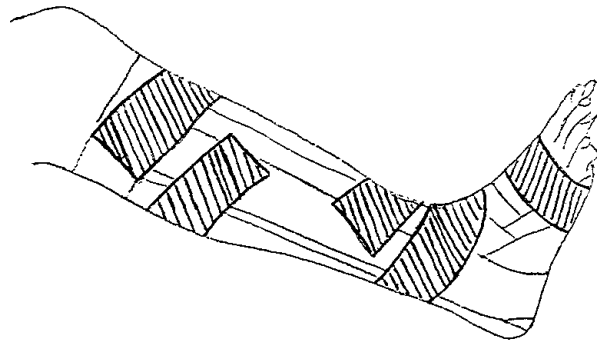


Figure 10 : bandes de maintien

Elles sont réalisées en extensoplast. Ces bandes ont la particularité de posséder deux degrés d'élasticité, ce qui permet de ne pas annuler les propriétés élastiques de la contention.

Elles sont placées de façon hélicoïdale, l'une à la partie supérieure, l'autre à la partie inférieure du segment jambier. Une est circulaire au niveau métatarsien et assure le maintien distal des bandes transversales. Elles ont pour rôle unique de maintenir la contention.

La contention est alors terminée, l'expérimentateur s'assure qu'il n'existe pas en charge de gêne excessive ainsi que de troubles trophiques.

## 2.3.2 Méthode

### 2.3.2.1 Saisies des mesures

On fait effectuer par le sujet un premier passage sur la plateforme. Le quatrième pas du pied d'appel est enregistré. Pour cela, il lui est demandé de prendre ses marques.

La marche est une fonction complexe qui, si elle est volontaire au départ, devient très vite sous contrôle automatique. En effet, on prend la décision de marcher puis on n'a plus à y penser. Ceci justifie le fait que le quatrième pas soit enregistré plutôt que le deuxième ou le premier. On considère qu'à partir du quatrième pas la marche est automatique.

Afin de systématiser le plus possible notre étude, nous avons choisi d'analyser le pied d'appel. Pour définir celui-ci, nous demandons d'effectuer un saut en suspension, tel un tir de hand-ball, et nous notons le pied utilisé pour l'appel.

Après le passage du sujet sur la plateforme, il est obtenu sur écran une image qui correspond aux maximums de pression enregistrés, dont on a parlé précédemment et qui était nommé "Maximal Pic Pressure".

Cette image est stockée sur disquette à condition que la trace Z fasse apparaître la "bosse de chameau" caractéristique d'un pas correct. Si ce n'est pas le cas, on recommence.

On lui donne le nom de MPP 1 A ; MPP voulant dire "Maximal Pic Pressure" ; 1 signifiant "enregistrement avant contention" ; A correspondant à la première personne expérimentale, B à la seconde, ainsi de suite jusqu'à I.

Il faut maintenant réaliser la contention suivant le protocole détaillé plus tôt. Le sujet est alors prêt pour un deuxième passage sur la plateforme. Celui-ci se déroule de façon similaire au premier. On obtient alors une seconde image sur écran qui, toujours à la même condition, est enregistrée sur disquette sous le nom MPP 2 A, le 2 signifiant "enregistrement après contention".

#### 2.3.2.2 Technique d'analyse

L'objectivation des résultats repose sur l'obtention des deux images nommées "Maximal Pic Pressure", l'une obtenue avant la réalisation de la contention, l'autre après. L'imprimante permet de les sortir en grandeur réelle, ce qui a pour avantage de gagner en précision et de rendre plus flagrantes les différences relevées lors du travail de comparaison des deux images.

De façon concrète, la technique d'objectivation se déroule de la façon suivante :

- Décalquage

Dans un premier temps, les empreintes plantaires MPP1 et MPP2 sont décalquées soigneusement. La ligne traduisant le déplacement du centre de gravité est, elle aussi, retranscrite sur le calque avec beaucoup de précautions car elle est à l'origine de l'objectivation d'éventuelles modifications.

- Superposition des calques

Le deuxième temps consiste en la superposition des deux calques obtenus précédemment. Toute la difficulté de cette étape est liée au fait que les deux empreintes plantaires ne sont pas semblables à 100%.

En effet, la surface d'appui du pied au sol diffère d'un pas à l'autre, on suppose aussi que la présence de la contention intervient dans cette modification.

En tout cas, il va falloir superposer avec un maximum de correspondance les deux empreintes en insistant particulièrement sur l'arrière-pied car c'est à ce niveau que nous nous intéressons.

Un fois que la superposition qui semble la plus satisfaisante est trouvée, les deux calques sont réunis entre eux par collage.

- Détermination d'une limite

La détermination d'une limite consiste à définir la portion de la superposition des deux calques qui est soumise à analyse. Cette limite est fixée arbitrairement à la jonction tiers-moyen, tiers-postérieur transversalement aux empreintes plantaires.



Ainsi, on s'intéresse au tiers postérieur du pied qu'on justifie par le fait que la contention mise en place fait intervenir ses propriétés essentiellement sur l'arrière pied et d'autre part dans un souci de précision, il est préférable de focaliser l'analyse sur l'arrière-pied que sur son ensemble.

Une fois les calques superposés, la limite déterminant le tiers postérieur du pied tracée, il ne reste plus qu'à constater les modifications entre les deux lignes représentant le déplacement de la gravité, l'une avant réalisation de la contention, l'autre après.

### 3 Les résultats

Après superposition des calques MPP1 et MPP2 correspondant respectivement à l'enregistrement avant et après contention et dans la limite pré-déterminée, on note quatre types de résultats.

Ces quatre groupes sont :

- l'appui avant contention est plus interne tout le long
- l'appui après contention est plus externe tout le long
- l'appui est plus interne au départ puis devient plus externe
- l'appui est plus externe au départ puis devient plus interne

Ces résultats sont regroupés dans un tableau (annexe 3)

## 4 Discussion

### 4.1 Déplacement normal du centre de gravité lors du déroulement du pas (fig. 11)

Plusieurs auteurs se sont penchés sur l'étude du déplacement de l'appui pendant le déroulement du pas.

De Doncker faisait remarquer que pendant l'appui, toutes les têtes métatarsiennes étaient au contact avec le sol.

Leduc a précisé cela en disant qu'il existait un appui préférentiel sur les têtes II, III, IV, et ceci car anatomiquement le deuxième métatarsien est le moins mobile de tous.

Schématiquement, on peut dire que le centre de pression aborde le pied par le talon et plus précisément par son bord postéro-externe, il longe ensuite le bord externe du pied, puis il ralentit pour croiser toutes les têtes métatarsiennes, enfin, il quitte le pied par la pulpe de l'hallux.

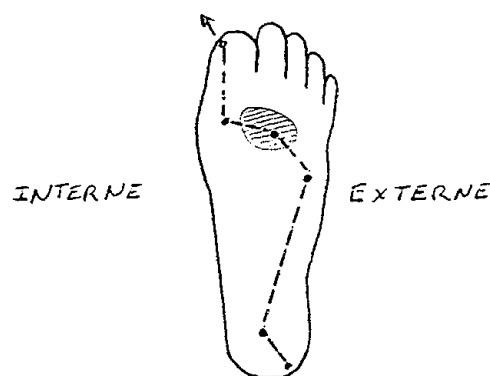


Figure 11 : Trajet suivi par le centre de pression au cours d'un pas

## 4.2 Constatations

Il est bien délicat, devant la diversité des résultats, de les interpréter.

Toutefois, nous pouvons constater que sur les neuf cas, quatre appartiennent à la même catégorie, plus précisément à celle où l'appui se retrouve plus externe après mise en place de la contention.

D'autre part, si on y ajoute le cas où l'appui est plus externe au départ puis plus interne ensuite, nous avons alors cinq résultats sur neuf qui mettent en évidence que lors de l'attaque du talon au sol, l'appui se trouve plus externe en présence de la contention.

Nous pouvons, à partir de là, émettre de nombreuses hypothèses pour expliquer cela, qu'elles soient d'origine anatomique, mécanique, psychologique, sans pouvoir les démontrer. Il faudrait pour cela prendre des dispositions particulières d'objectivation pour chaque hypothèse suggérée.

Il faut préciser aussi qu'il n'est pas improbable de trouver une prédominance d'une autre catégorie de résultats si on étendait l'expérimentation à de nombreux cas.

## 4.3 Quelques réserves

Malgré un protocole réalisé de façon pointilleuse, il faut tout de même émettre quelques réserves quant à l'étude.

La première est en relation avec la pose de la contention et le fait qu'elle doit placer la cheville en position articulaire neutre. Lors de la réalisation de la contention, le placement segmentaire en position intermédiaire ainsi que l'équilibre des tensions données aux bandes ne peuvent être assurés totalement car se sont des manoeuvres qui sont faites à l'appréciation de l'expérimentateur. Il est évident que si l'on écarte la cheville de sa position de référence, cela se répercute automatiquement sur les zones préférentielles d'appui plantaire lors du déroulement du pas.

Une seconde critique peut être émise au sujet de la phase de superposition des calques dans la technique d'objectivation. En effet, comme les empreintes plantaires sont différentes, leur superposition ne concorde pas totalement et il existe donc un certain pourcentage d'erreur. Ce pourcentage existe mais il semble négligeable.

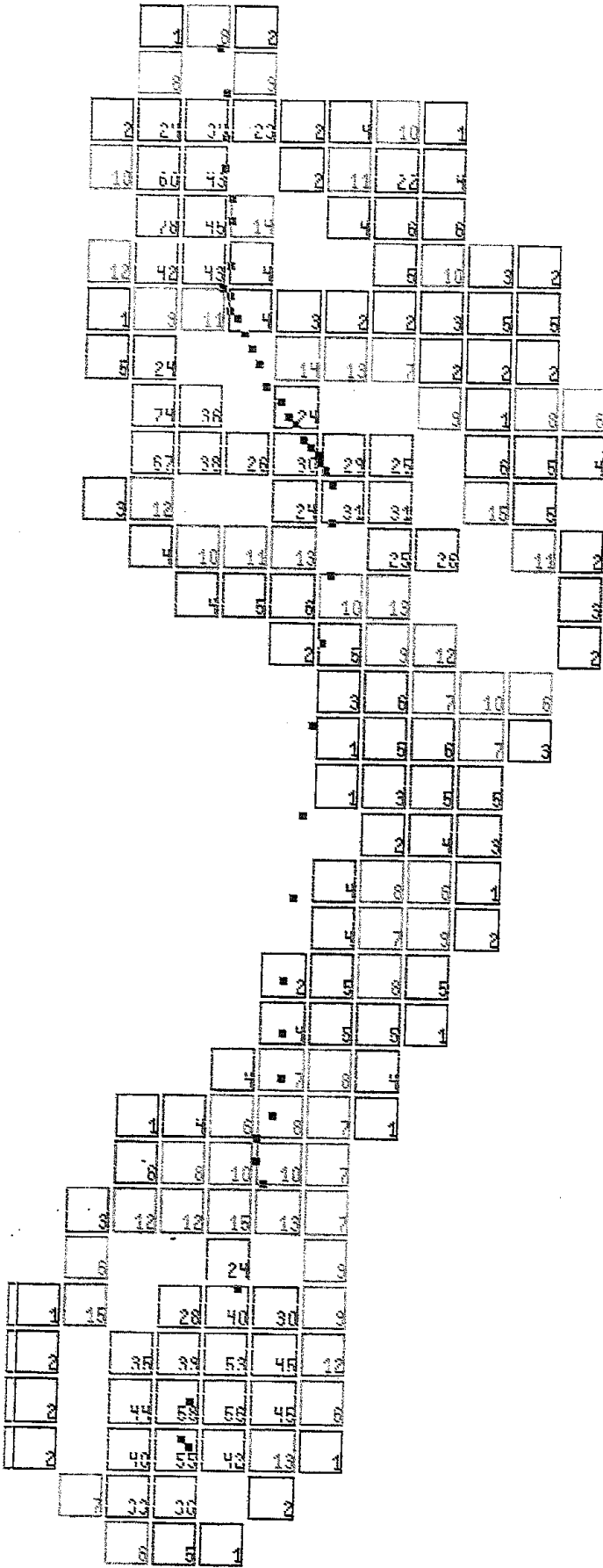
Enfin, une dernière critique est basée sur l'observation de la marche lors de l'expérimentation. Même si le sujet prend ses marques avant de se lancer, l'idée obsédante qu'à un moment donné il doit poser son pied sur un endroit précis, en outre la plateforme, influe forcément sur son comportement moteur. La marche n'est alors pas des plus naturelles. Par le contrôle de la trace Z, on essaye de minimiser ce phénomène.

## 5 Conclusion

Bien que cette expérimentation repose sur peu de cas, on aurait pu mettre en évidence une modification constante de la ligne de gravité qui aurait traduit une influence spécifique de la contention sur l'arrière pied et ceci pendant la marche.

Les résultats obtenus sont très variés. Sur les neufs sujets, nous avons objectivé à chaque fois une différence entre les deux lignes de gravité, ce qui nous porte à penser que la contention influence effectivement l'arrière pied par ses nombreuses propriétés.

Ces résultats, n'ayant pas de signification statistiquement valable sur l'effectif de la population, restent difficiles à interpréter en raison des risques d'erreurs inhérents au protocole expérimental et des multiples facteurs neurophysiologiques et biomécaniques intercurrents.



Maximal Pic Pressure ; MPP 2 C

Tableau 1 : population expérimentale

PRENOM	AGE	POIDS	TAILLE(cm)	PIED D'APPEL	ACTIVITE SPORTIVE
Jean- François (A)	35	60	174	gauche	course à pied
Marie (B)	22	57	169	gauche	footing
Silke (C)	21	49	159	droit	gymnast.
Ulrike (D)	25	50	160	gauche	/
Catherine(E):	26	60	170	gauche	natation
Patricia (F)	18	52	167	gauche	natation
Beate (G)	26	57	168	gauche	volley course
Caroline (H)	24	65	165	gauche	équitation ski
Martine (I)	36	55	162	gauche	natation

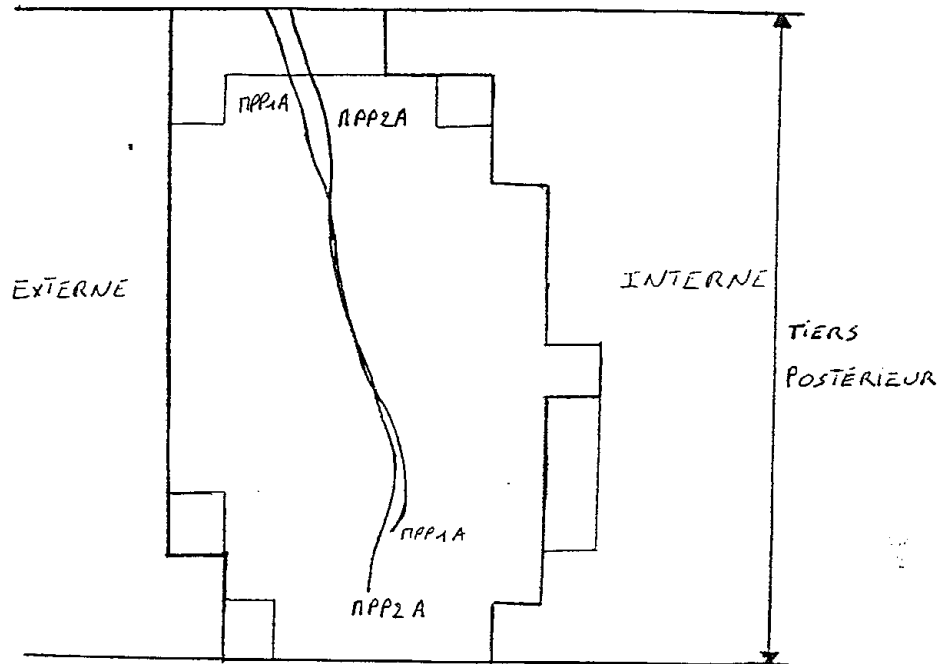
Tableau 2 : Regroupement des résultats

Ligne 2 par rapport à ligne 1	: plus interne tout : le long	: plus externe tout : le long	: plus interne au départ : puis plus externe	: plus externe au départ : puis plus interne
Cas correspondant	: B ; E	: C ; F ; G ; I	: H ; D	: A
Nombre	: 2	: 4	: 2	: 1



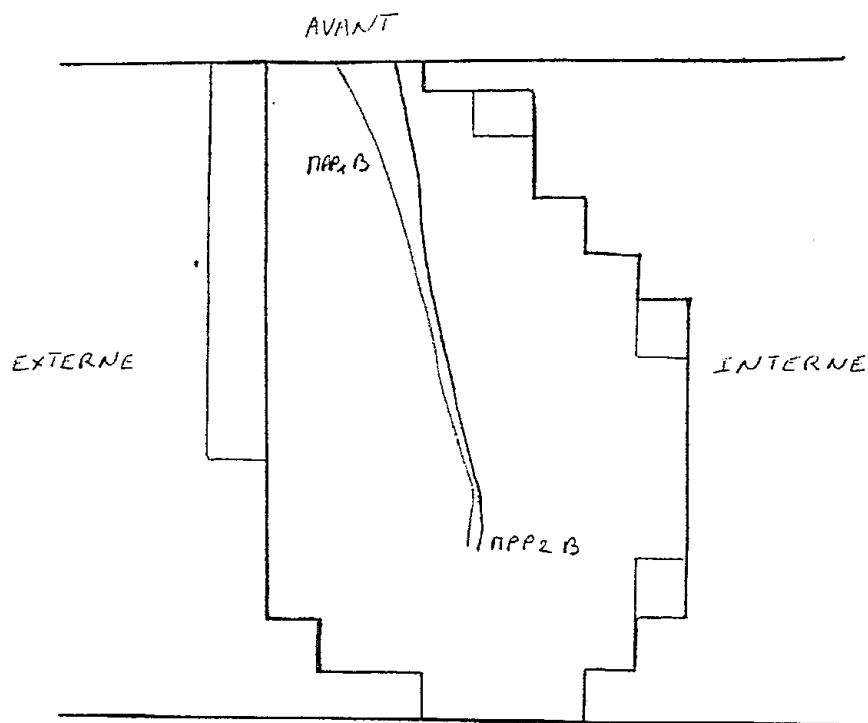
AVANT

Annexe 4



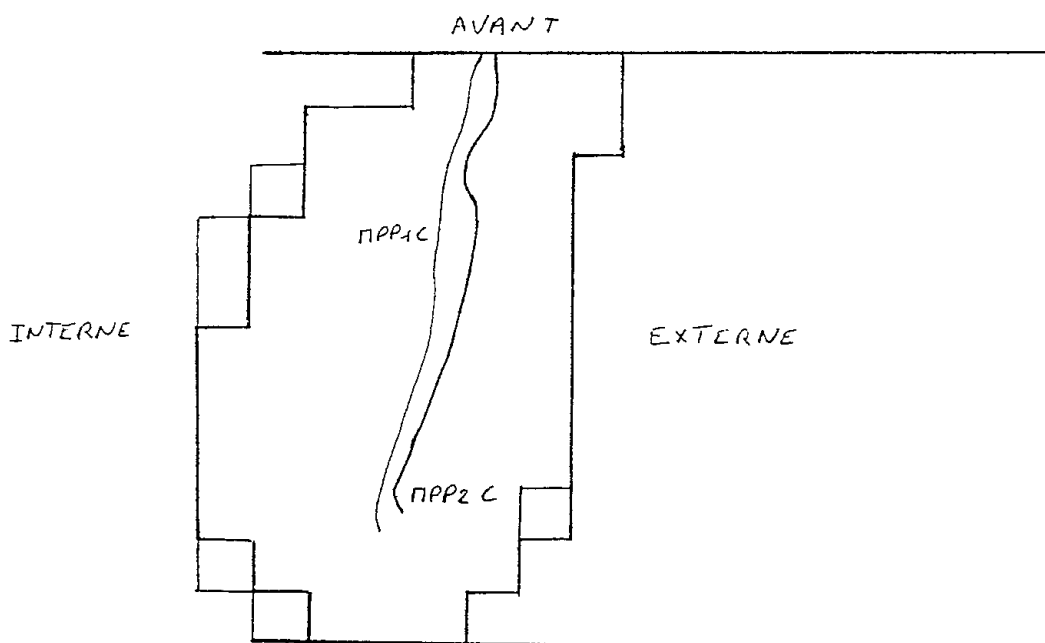
Sujet A :

La ligne 2 est plus externe de quelques millimètres sur deux centimètres, puis elle se confond avec la ligne 1 pour être, ensuite, plus interne.



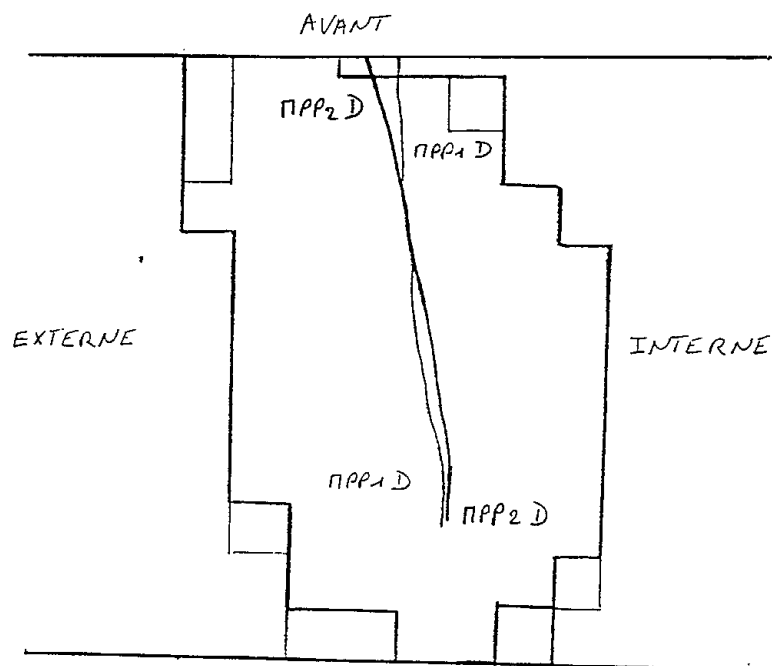
Sujet B :

La ligne 2 est plus interne par rapport à la ligne 1 et ceci tout le long du tiers postérieur de l'empreinte plantaire.



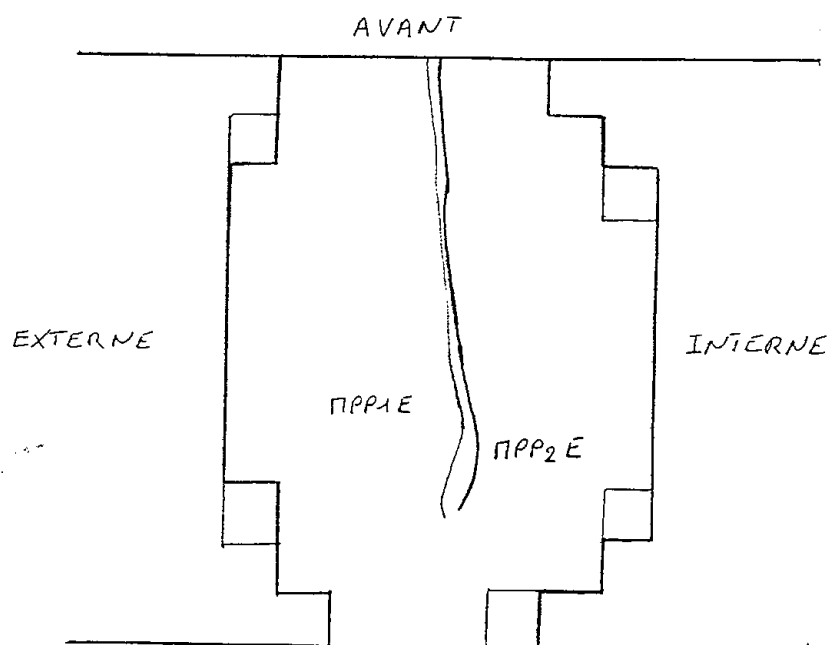
Sujet C :

La ligne 2 est ici plus externe par rapport à la ligne 1, tout le long.



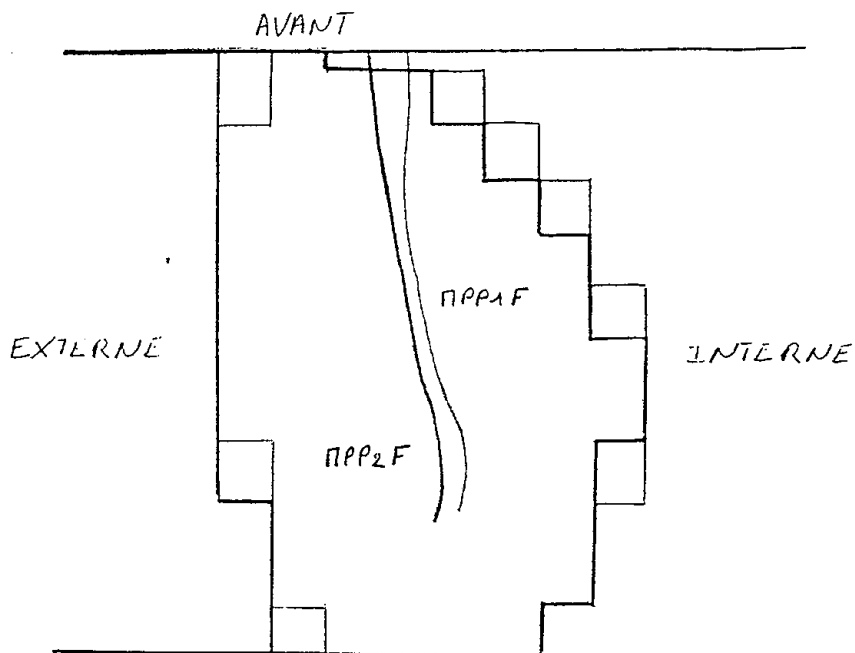
Sujet D :

La ligne 2 est pratiquement confondue à la ligne 1 au départ, puis devient plus interne, se reconfond puis devient plus externe



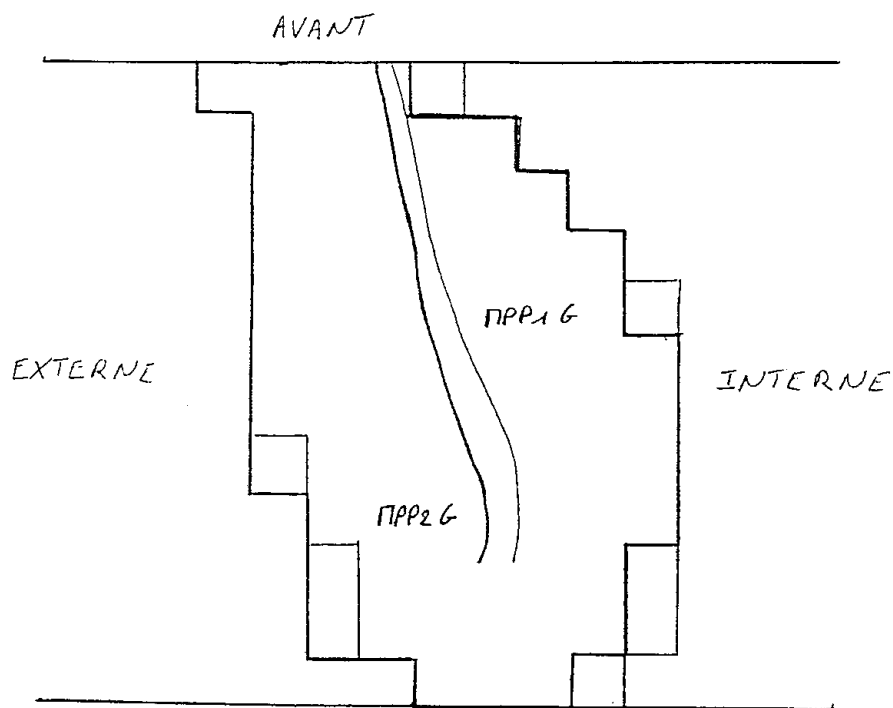
Sujet E :

La ligne 2 est tout le long plus interne que la ligne 1, elle l'est plus au départ au moment de l'attaque du talon.



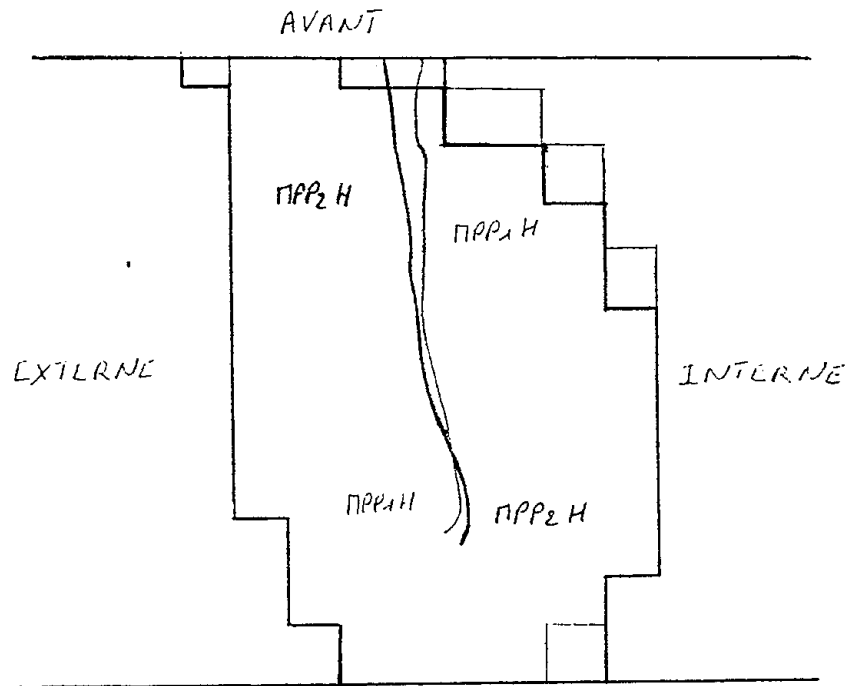
Sujet F :

La ligne 2 est plus externe tout le long.



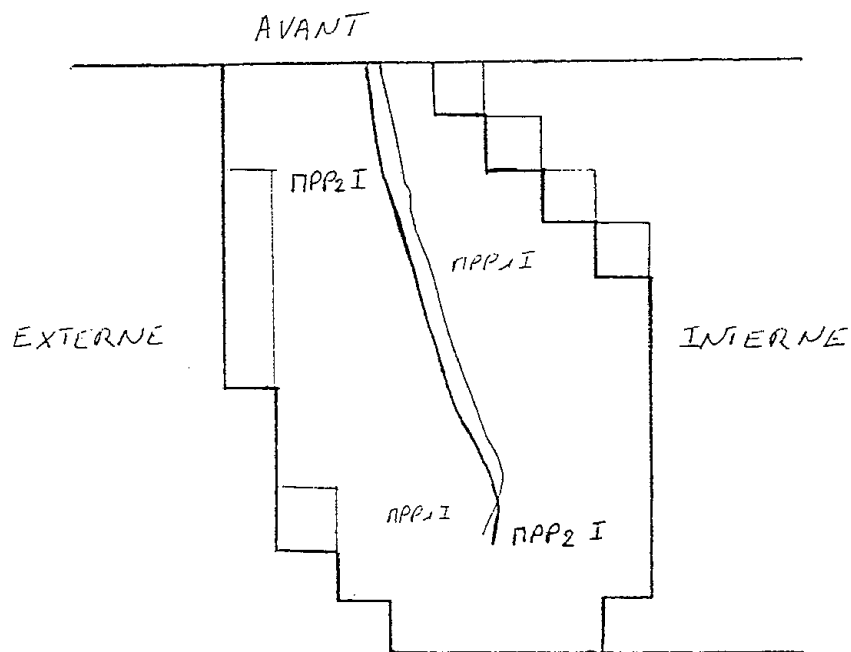
Sujet G :

La ligne 2 est plus externe tout le long.



Sujet H :

La ligne 2 est légèrement plus interne lors de l'attaque du talon, elle se confond ensuite à la ligne 1 puis lui devient plus externe.



Sujet I :

Lors de l'attaque du talon, la ligne 2 est sensiblement plus interne, puis elle devient tout le long plus externe.

## BIBLIOGRAPHIE

(1) Neiger, H

1. Neiger, H

Les contentions adhésives

Applications en traumatologie du sport et en kinésithérapie.

Monographies de Bois-Larris

Masson, Paris, 1988

2. Viel, E - Blanc, Y

La marche humaine

Kinésiologie dynamique, biomécanique et pathomécanique

Monographie de Borriss-Larris

Masson, Paris