

A collage of thermal images showing the soles of various feet. The colors range from blue (cooler) to red and yellow (warmer), indicating pressure points and temperature variations across different foot types and shoe conditions. The collage is arranged in a grid-like fashion, with some images showing full feet and others focusing on specific areas like the heel or arch.

UNE POSITION RESPONSABLE

Améliorer le confort des employés en position debout

Par Professeur Redha Taïar
Professeur Biomécanique, Ergonomie et Recherche Clinique
à l'Université de Reims Champagne Ardenne, France
www.redha-taiar.com

Table des matières

- 1. Objet de la recherche**
- 2. Protocole Expérimental**
- 3. Descriptif de la position debout : La Pression Plantaire**
- 4. Tests**
- 5. Résultats**
- 6. Témoignages & Conclusions**
- 7. Conseils aux travailleurs**
- 8. A propos de l'auteur : Professeur Redha Taiar**



UNE POSITION RESPONSABLE

Améliorer le confort des employés en position debout

Par Professeur Redha Taiar
Professeur Biomécanique, Ergonomie et Recherche Clinique
à l'Université de Reims Champagne Ardenne, France

Objet de la recherche

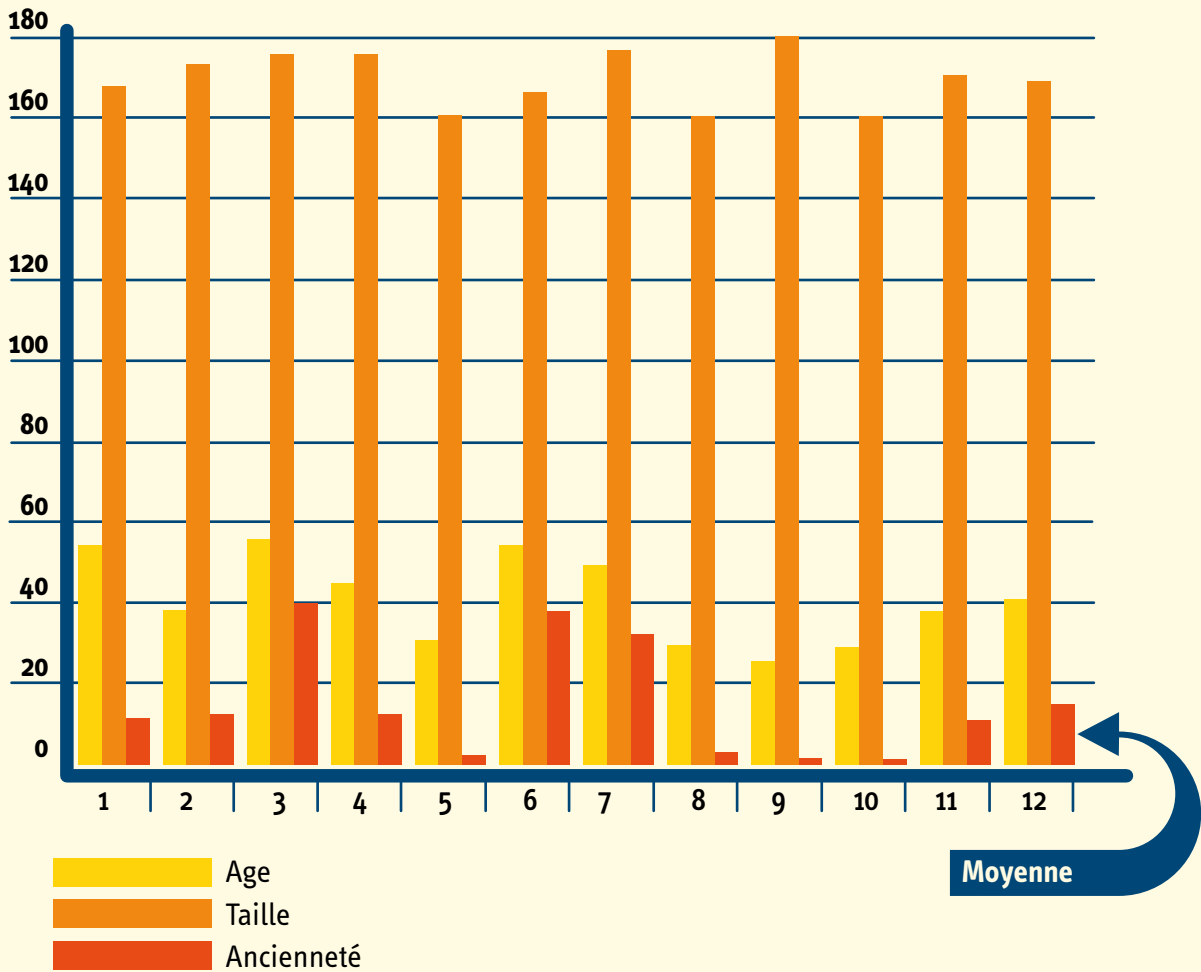
La recherche menée vise à améliorer le confort des utilisateurs au travail en étudiant l'ergonomie gestuelle et en minimisant les contraintes articulaires dans des situations expérimentales réelles.

Etudier la position debout du corps humain, ajuster ses segments pour le maintien de son équilibre, diminuer les TMS sont les principaux facteurs à mettre en évidence pour améliorer le quotidien des utilisateurs.

A partir de l'optimisation des nouveaux matériaux, le projet consiste à développer et à valider des prototypes destinés à l'amélioration ergonomique au travail et à optimiser le confort des utilisateurs (nouveaux tapis antifatigue).

- 1. Population
- 2. Période de test
- 3. Matériel de test
- 4. Echelle de mesure de référence : l'échelle de Borg

La population étudiée est composée de 10 sujets masculins et 10 féminins.





Période de test

QUESTIONNAIRES

2010

semaine 42

Ressenti des opérateurs sans les tapis antifatigue.

2011

semaine 2

Ressenti des opérateurs avec les tapis antifatigue.

2011

semaine 6

Ressenti des opérateurs en fonction du type de tapis antifatigue.

PÉRIODES DE TRAVAIL

Périodes de travail concernées par l'étude :

Le matin : de 8h00 à 12h00

L'après midi : de 13h00 à 17h00

Mesuré après 1, 2, 3, 4, 5, 6 heures de travail et en fin de journée.

Matériel de test

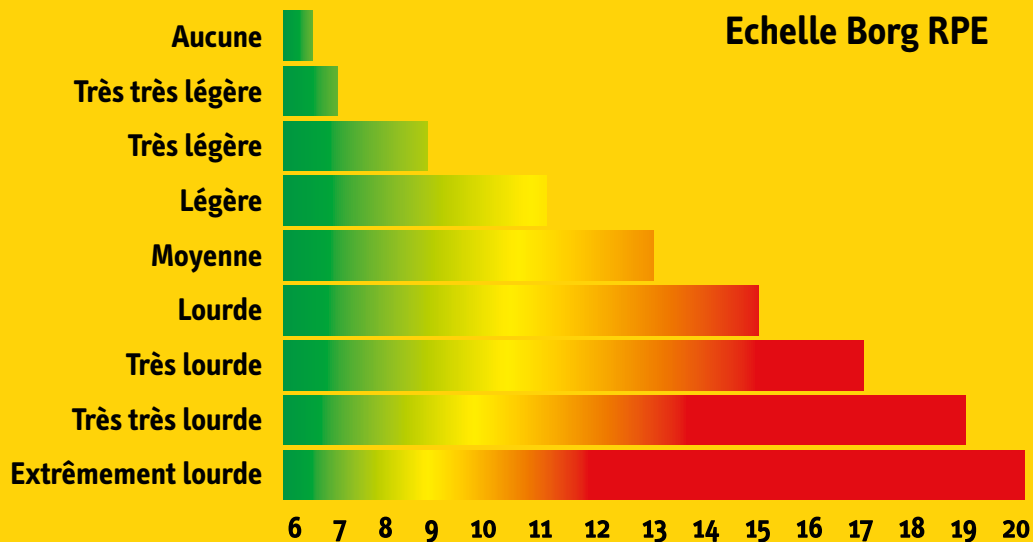
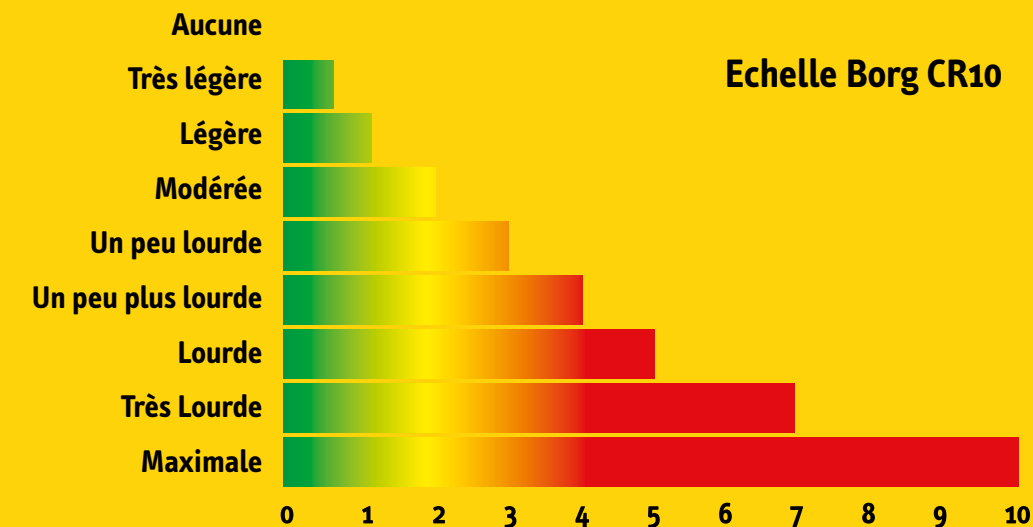


Les mesures sont effectuées à l'aide d'une plate-forme équipée de 1400 capteurs de pression. Cette plate-forme est placée devant la station de travail.

Pour ce test, j'ai utilisé une plate-forme de pression plantaire « Zébris ». Cette plate-forme possède une multitude de capteurs et va permettre de transcrire les pressions exercées par les pieds en dynamique ou en statique. Cette plaque est munie de 32×47 capteurs soit un total de 1504 capteurs. Un capteur mesure 1 cm^2 , a une précision de $0,5 \text{ N/cm}^2$ et une fréquence d'acquisition de 60Hz.

Echelle de mesure de référence : l'échelle de Borg

L'échelle de Borg permet de quantifier l'intensité des douleurs.



Méthode de test

Point de
jointures

Epaules

Coudes

Poignets

Mains

Hanches

Genoux

Chevilles

Pieds

Douleur colonne
vertébrale

Cervicales

Dos

Vertèbres lombaires

Autres signes

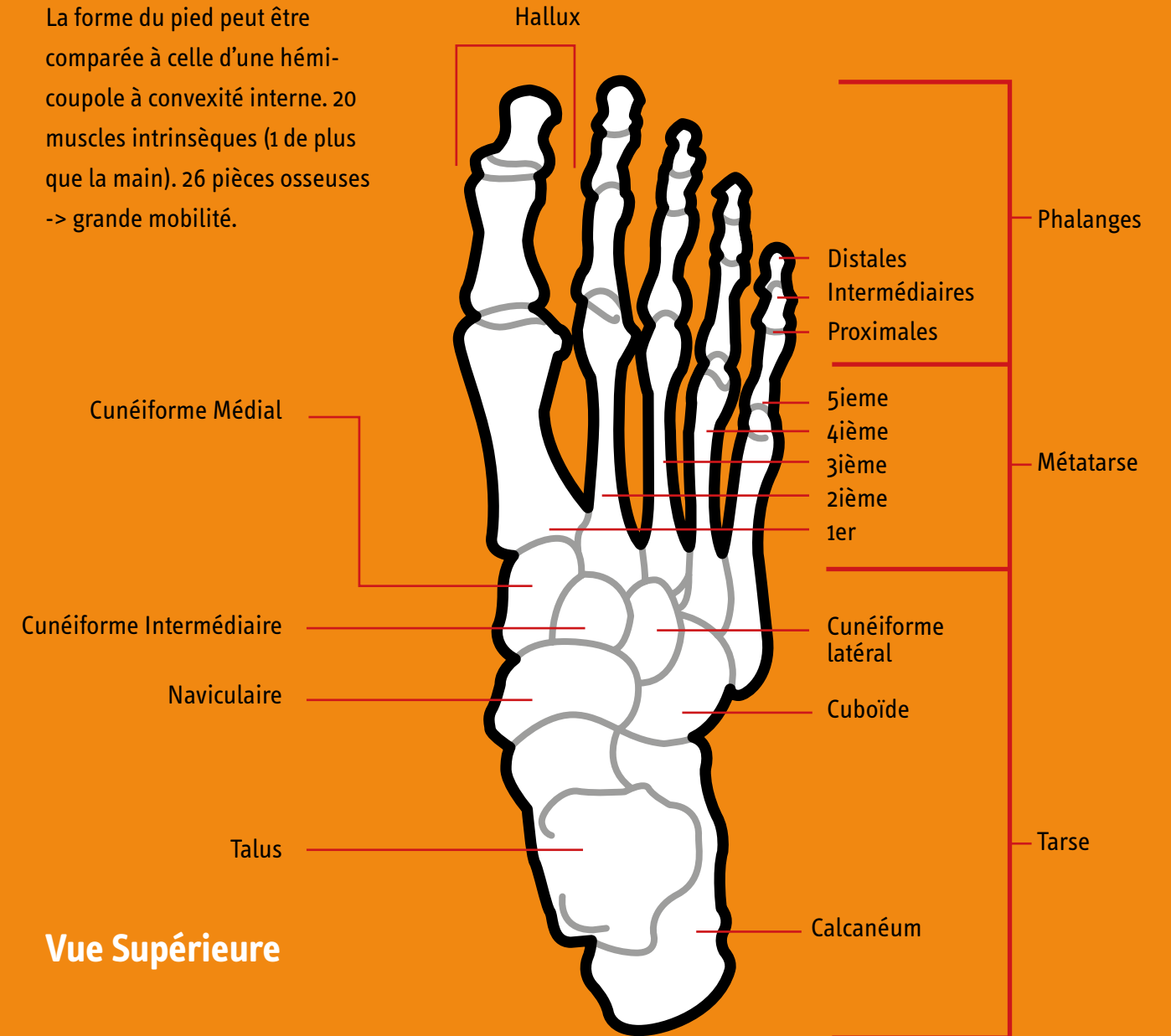
- Migraines
- Yeux
- Oreilles
- Estomac
- Jambes
- Stress

La Position Debout : La Pression Plantaire

1. Anatomie du Pied
2. La Pression Plantaire en marchant
3. La Pression Plantaire en position debout

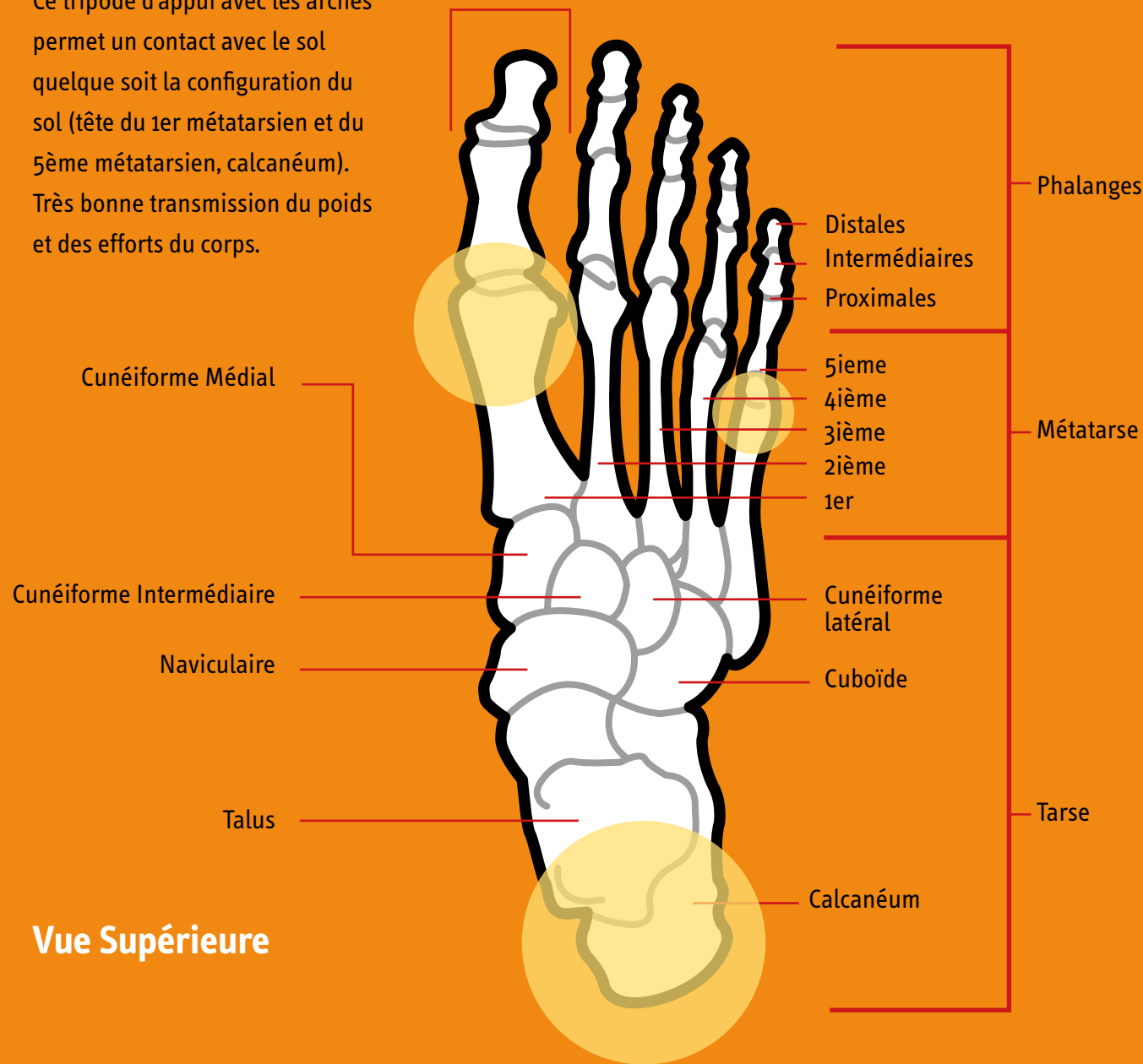
Anatomie du Pied

La forme du pied peut être comparée à celle d'une hémicoupole à convexité interne. 20 muscles intrinsèques (1 de plus que la main). 26 pièces osseuses -> grande mobilité.



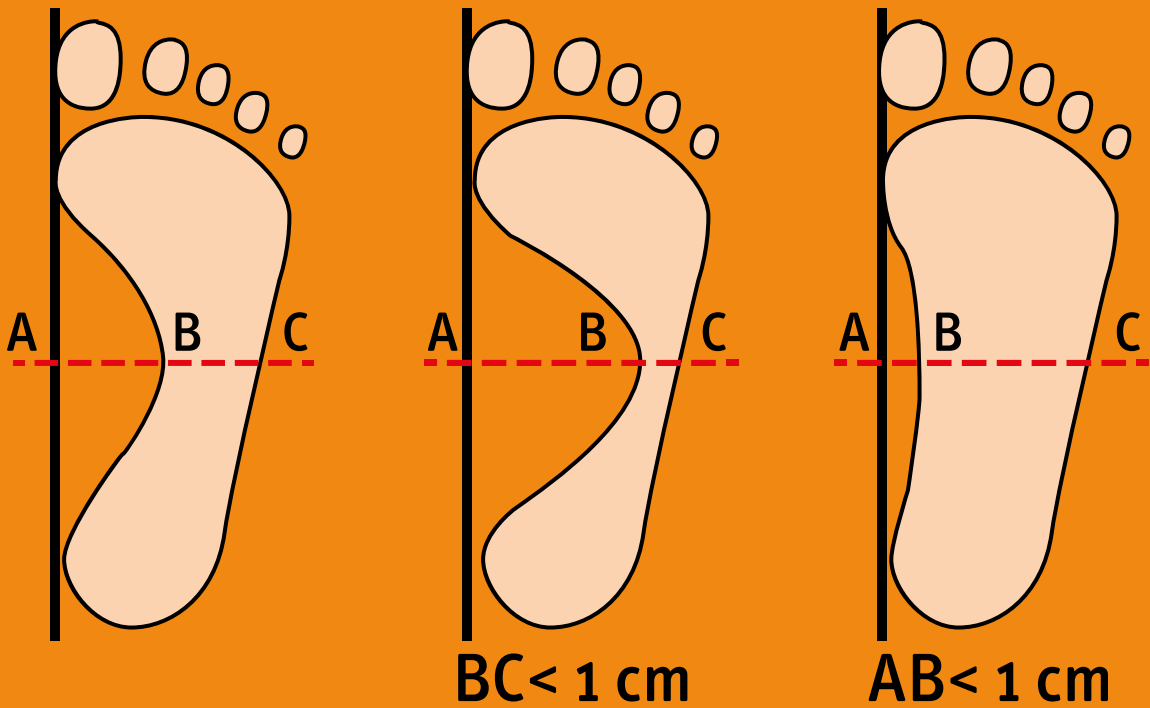
3 points de contact Sol

Ce tripode d'appui avec les arches permet un contact avec le sol quelque soit la configuration du sol (tête du 1er métatarsien et du 5ème métatarsien, calcanéum). Très bonne transmission du poids et des efforts du corps.



Vue Supérieure

Les formes de Pied



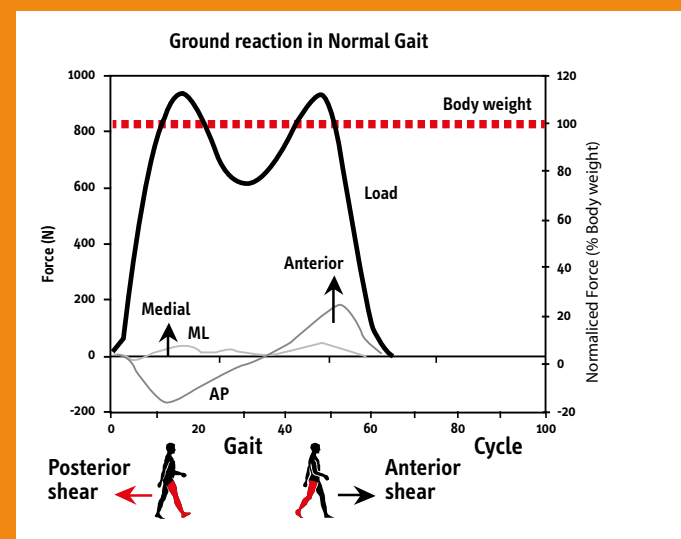
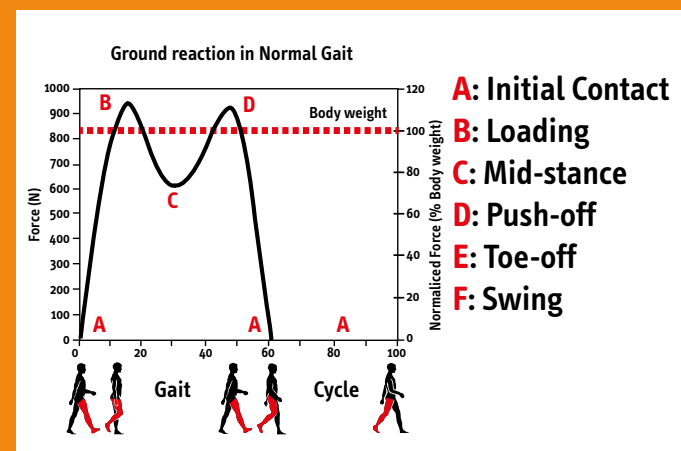
1. Le pied normal :
n'ayant pas de problème biomécanique majeur.

2. Le pied creux :
caractérisé par une exagération de la concavité de la voûte plantaire.

3. Le pied plat valgus
Présentant un affaissement de la voûte plantaire. A l'état statique, on peut constater une déviation qui risquera de s'accroître avec la reproductibilité du mouvement.



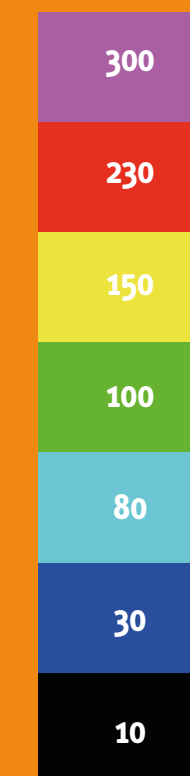
GRF Verticale : La marche normale



Pour une personne qui marche normalement il y a des phases de contacts caractérisées par des phases temporelles relativement réduites. Dans le cadre du travail nous nous retrouvons en face d'une situation de piétinement favorisant l'augmentation des contraintes articulaires et ainsi des troubles musculo-squelettiques (TMS).

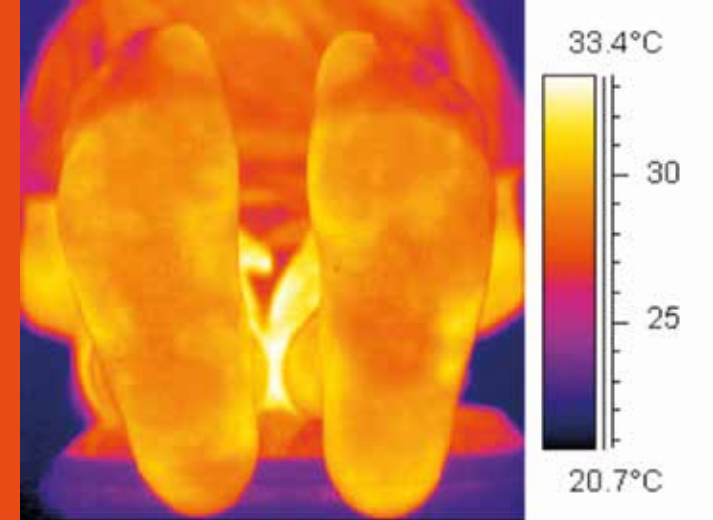


In Pen



La pression plantaire est dépendante de la zone de contact du pied avec le sol. Une pression importante sera prédominante dans la qualité du mouvement.

1. Les mesures en position debout
2. Statique sans Tapis
3. Statique avec Tapis
4. Dynamique avec Tapis

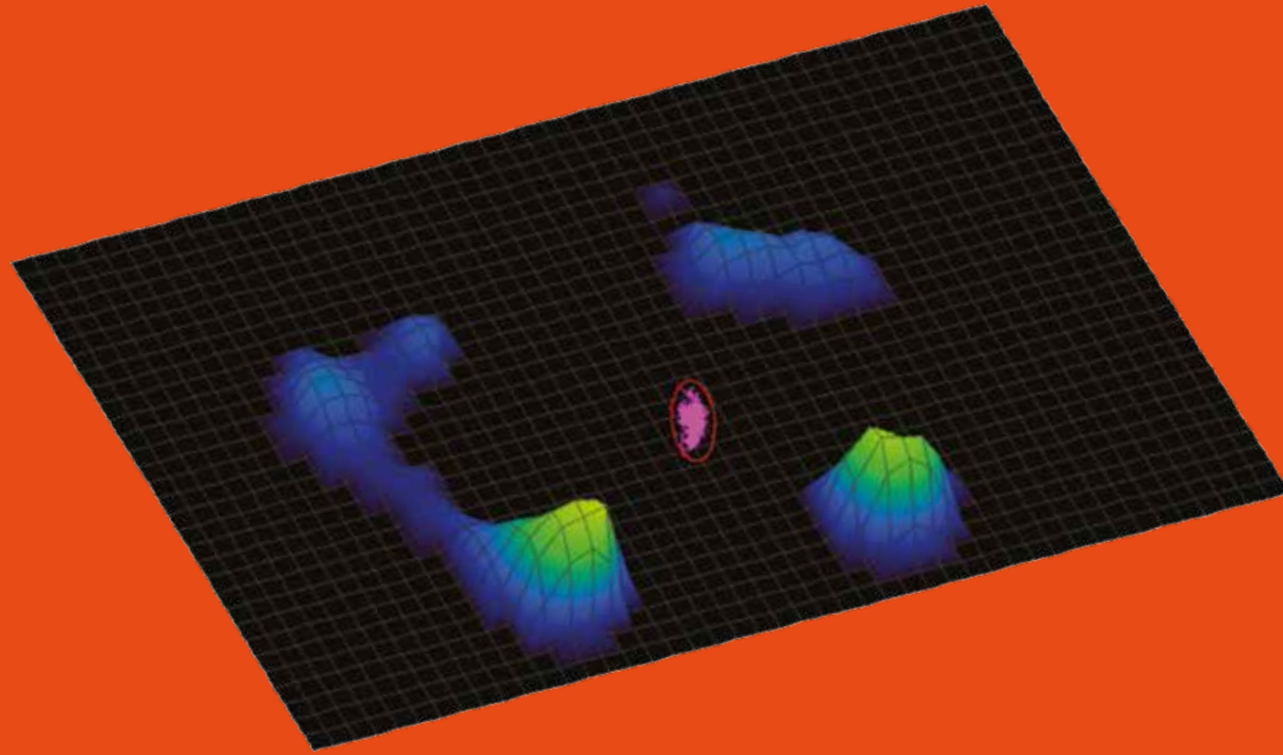


Cette expérimentation permet d'observer l'évolution de la pression du pied lors d'un mouvement défini. Le sujet maintient la position debout sur la plate-forme Zébris. On observe au même moment par un dégradé de couleur l'évolution des différentes pressions exercées par la surface du pied en contact avec la machine (du bleu au rouge la pression est croissante). Les acquisitions se font en position statique représentée par le maintien de la position debout et en position dynamique caractérisée par la mise en situation de travail en face de l'outil de production.



Lors de cette expérimentation, la plate-forme a été posée sur chaque tapis antifatigue. Le test consistait à rester debout pendant 3 min. Nous enregistrons ainsi l'évolution des pressions plantaires en fonction de l'apparition de la fatigue et nous quantifions l'impact des 7 heures de travail sur le comportement mécanique de l'utilisateur. Pour améliorer la fiabilité des résultats plusieurs tests ont été effectués. La même procédure expérimentale a été effectuée pour l'analyse dynamique.

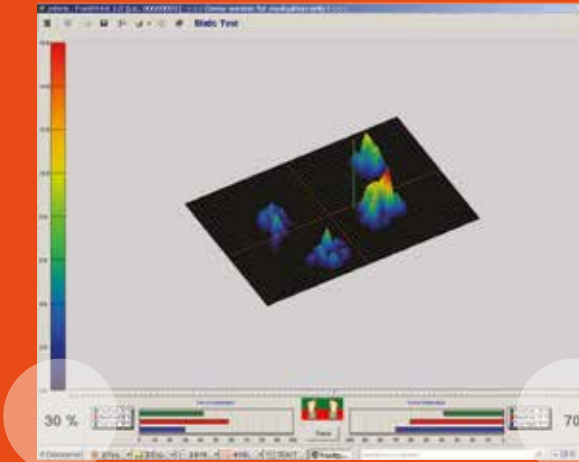
Test



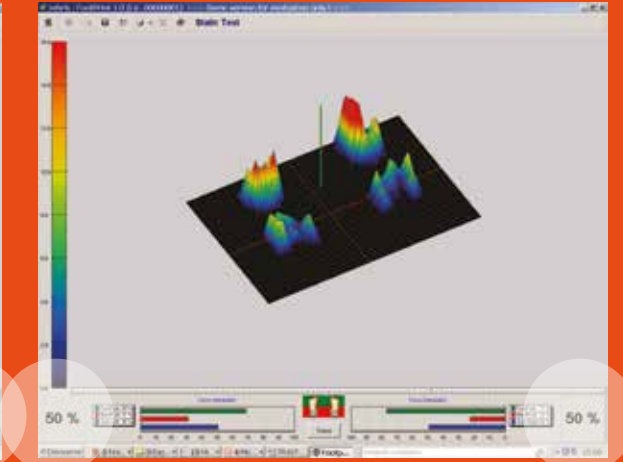
La figure montre la répartition des pressions sous le pied dans la position debout. J'ai effectué un enregistrement d'une minute pour déterminer l'évolution du centre de pression. Le cercle rouge indique comment ce dernier a évolué. On constate que les points de couleur rose sont repartis à l'intérieur de ce cercle. Ceci traduit que le corps a bougé pour maintenir l'équilibre. Plus le cercle est restreint moins le corps bougera pour maintenir l'équilibre.

J'ai pris dans ce cas quelques images pour illustrer la différence de la stabilité posturale avec et sans utilisation de tapis.

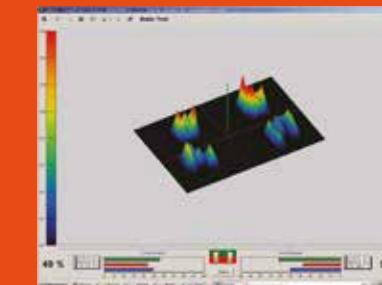
Statique sans tapis



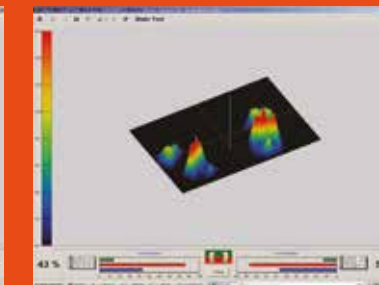
Statique avec tapis



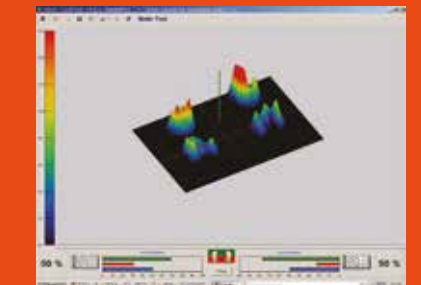
Statique en fonction du type de tapis



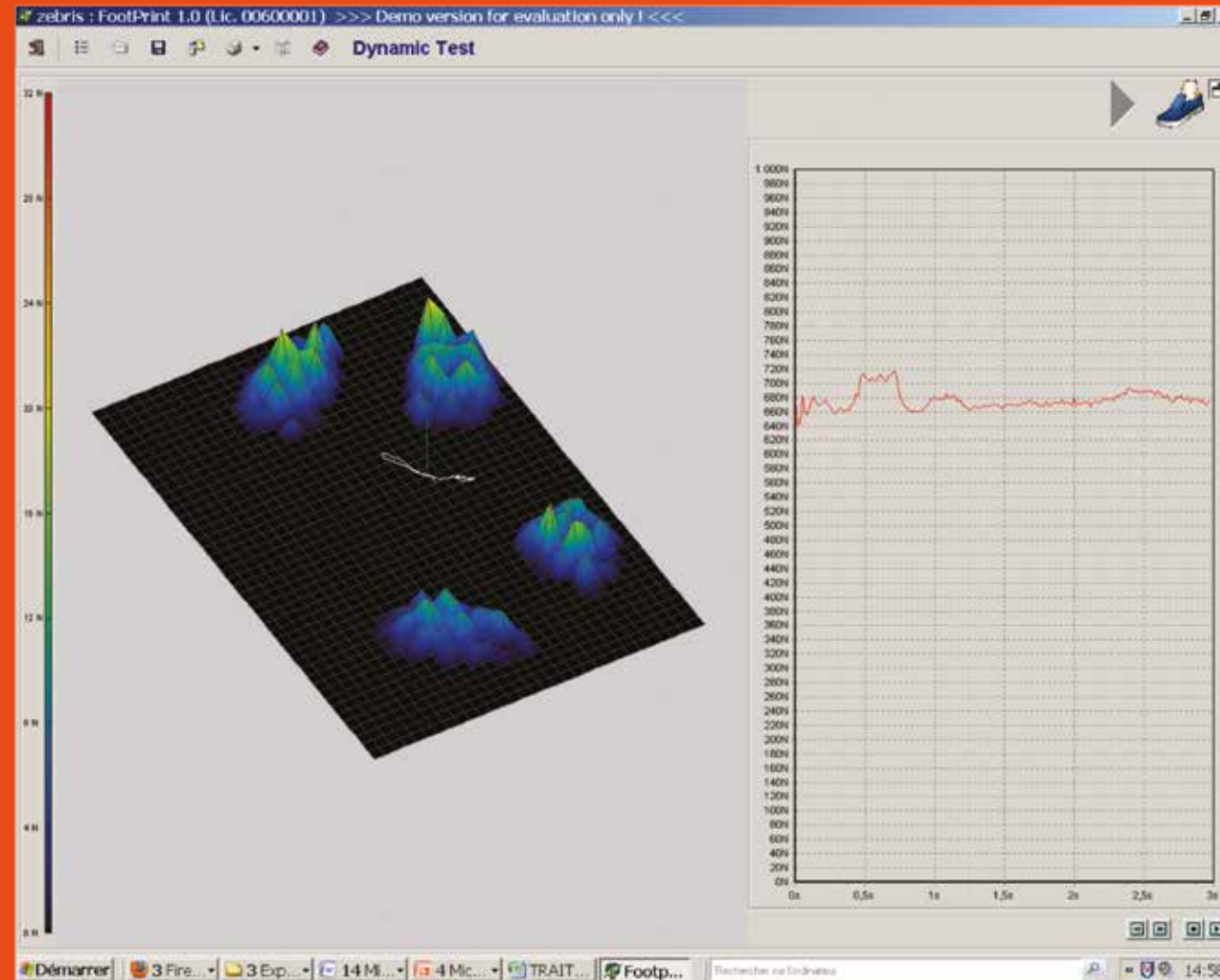
Statique ERI C
479 Cushion Trax®



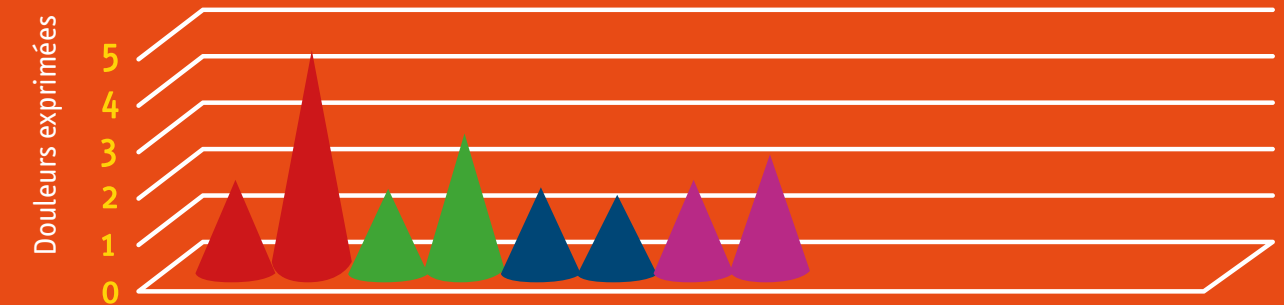
Statique ATIA A
450 Skywalker™ II PUR



Statique ERI B
556 Cushion Ease Solid™



Analyse des données qualitatives



- Nombre de douleurs articulaires exprimées en début de poste sans tapis
- Douleurs exprimées en fin de poste sans tapis
- Nombre de douleurs articulaires exprimées en début de poste avec ATIA A
- Douleurs exprimées en fin de poste avec ATIA A
- Nombre de douleurs articulaires exprimées en début de poste avec ERI B
- Douleurs exprimées en fin de poste avec ERI B
- Nombre de douleurs articulaires exprimées en début de poste avec ERI C
- Douleurs exprimées en fin de poste avec ERI C

**“Sans tapis,
un dysfonctionnement
de l'équilibre de la personne
est constaté.”**

Les résultats obtenus montrent que quelque soit la durée du test, le pied et donc le corps bouge afin de maintenir l'équilibre nécessaire au maintien de la position debout.

Sans Tapis

On remarque que sans tapis, il y a un dysfonctionnement de l'équilibre de la personne pouvant provoquer des pathologies, où répétitivité et autres facteurs de contraintes du travail peuvent accélérer le processus.



Avec Tapis

Nous observons que dans les situations de travail où les employés font constamment de petits mouvements, les tapis antifatigue testés ont la propriété d'améliorer le confort musculo-squelettique pour les postes en position debout.

Cela peut être vérifié par la constance de l'évolution de la courbe de la force pendant le mouvement.

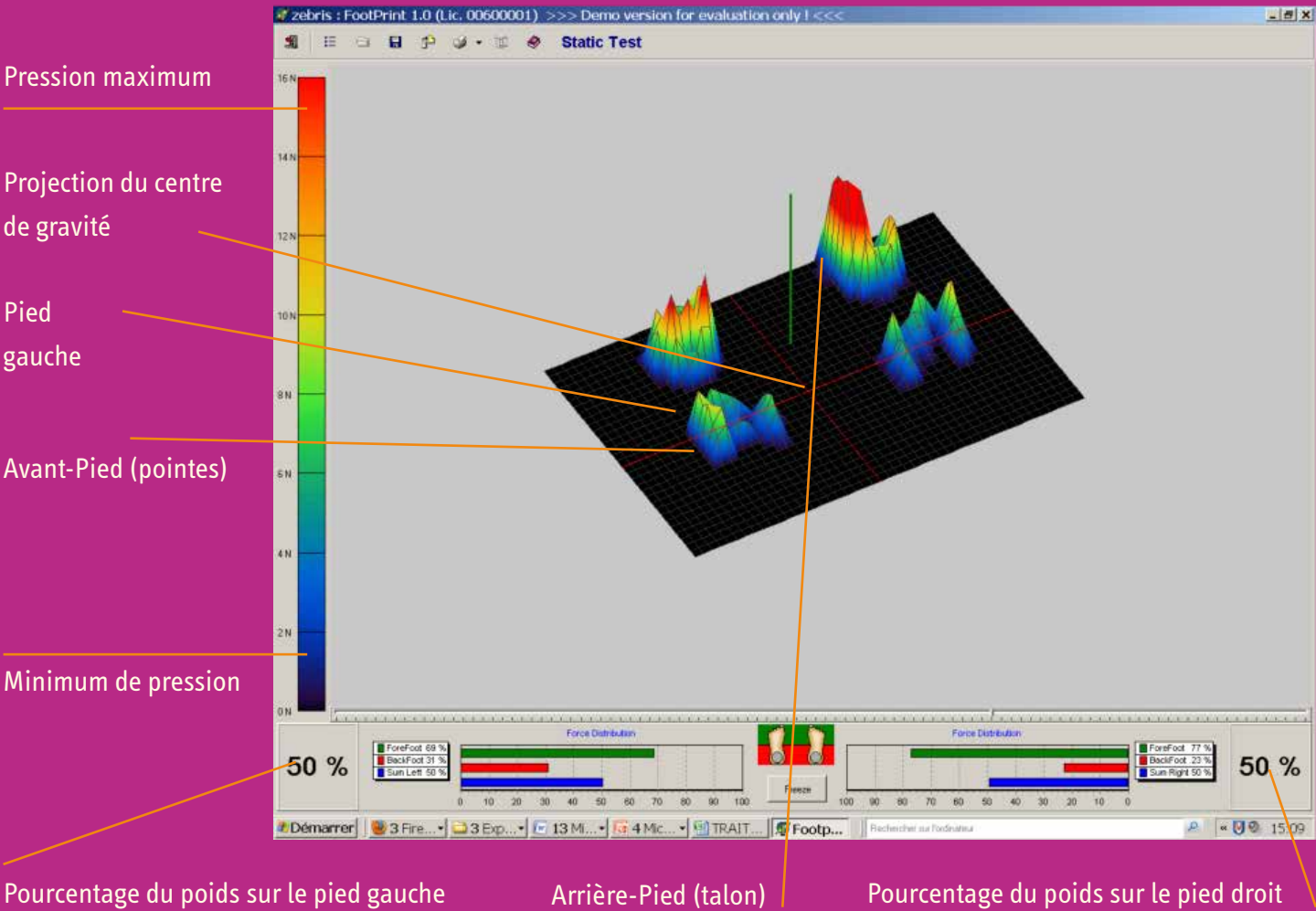
Nous observons, ici, qu'avec une répartition des pressions plantaires (30% et 70%) la charge du corps se trouve principalement du côté droit. Ce déséquilibre est très néfaste pour le corps humain.



En effet, maintenir la position debout nécessite un équilibre postural le plus adapté pour diminuer les pathologies et leurs conséquences sur le quotidien des utilisateurs.

Dans cette étude nous avons montré qu'en position statique le corps du sujet testé bouge pour maintenir son équilibre. Cette première manipulation « variation des pressions plantaires » a permis de mettre en évidence la mouvance du corps lors de la position statique.

Position debout sur un tapis antifatigue



Cushion Trax®



André: Très bien, mais je le trouve trop mou, j'ai l'impression de m'endormir dessus, autrement je n'ai pas de fatigue sur ce tapis.

Dolorès: J'aime bien, car il est bien relaxant pour les pieds et la fatigue est ressentie beaucoup plus tard, quand je quitte le travail, j'ai moins mal aux jambes.

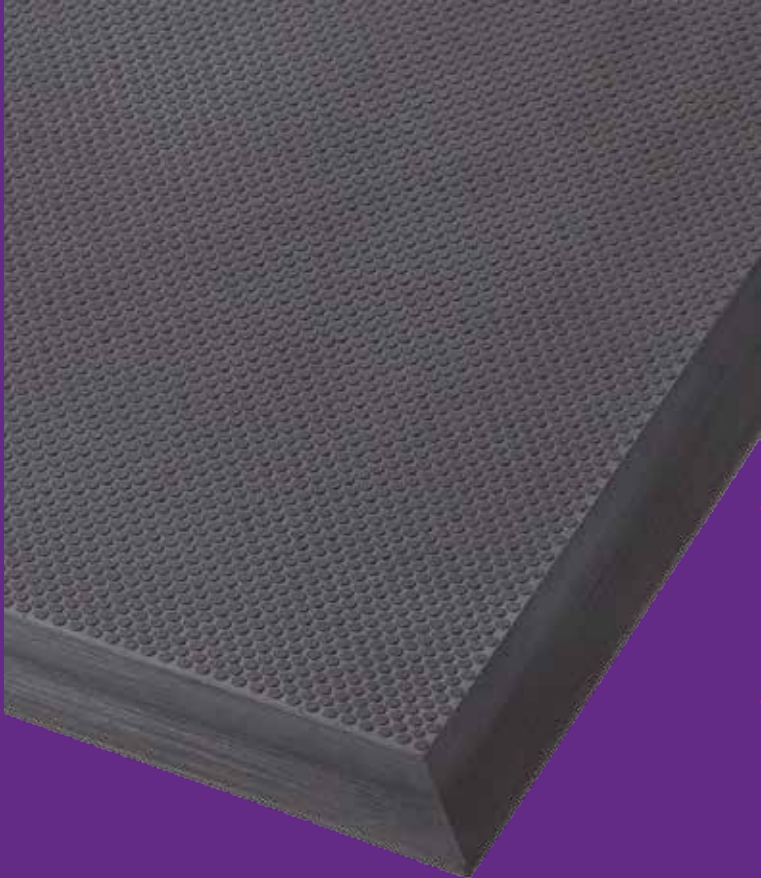
Adeline: C'est confortable et adapté: je ressens moins de fatigue au niveau des jambes, en fin de journée.

Estelle: Le plus mou, mais perception gênante des picots au niveau de l'appui.

Ghislaine: Le mieux

Témoignages

Skywalker™ II PUR



- André:

Trop dur, « j'ai toujours mal au niveau de la plante des pieds ».
- Dolorès:
- Adeline:

C'est le moins bon : il n'est pas du tout approprié, j'ai toujours aussi mal aux jambes qu'avant.
- Estelle:

En 2ème position : il amortit moins bien, plus de douleurs dans les mollets et les cuisses.
- Ghislaine:

Moins confortable : sensations plus dures de l'appui.

Témoignages

Cushion Ease™



- André:

Parfait, c'est le meilleur, je n'ai pratiquement pas de douleurs.
- Dolorès:

J'aime bien aussi ce tapis, l'échauffement au niveau de la plante des pieds et les douleurs de jambes sont beaucoup plus tardifs qu'avant.
- Adeline:

C'est le meilleur : sans doute grâce à l'épaisseur du tapis, je me sens mieux, j'ai moins mal aux jambes.
- Estelle:

C'est le meilleur : paraît plus dur au premier abord, mais plus et sans irrégularités, moins de fatigue au niveau des jambes en fin de journée et moins cassé au niveau musculaire et articulaire, meilleur absorption des charges.
- Ghislaine:

C'est le moins bon : impression d'appuyer plus du côté droit, d'être déséquilibré, douleur lombaire, douleur dans les jambes.



Conclusions

1. Biomécanique de la Position Debout
2. Un Système Automatique
3. La Modification du Fonctionnement Automatisé

Conclusions



Biomécanique de la position debout

Les muscles assurent le maintien de nos segments squelettiques dans la position verticale et corrigent en permanence l'équilibre de l'ensemble. Les deux pieds représentent le point de départ de l'équilibre.

Les zones de pression de la plante du pied sur le sol traduisent les différentes stratégies mises en place par chacun pour "tenir debout" : appui plus important sur l'arrière du pied ou sur l'avant du pied ; plus sur le pied droit ou plus sur le pied gauche.

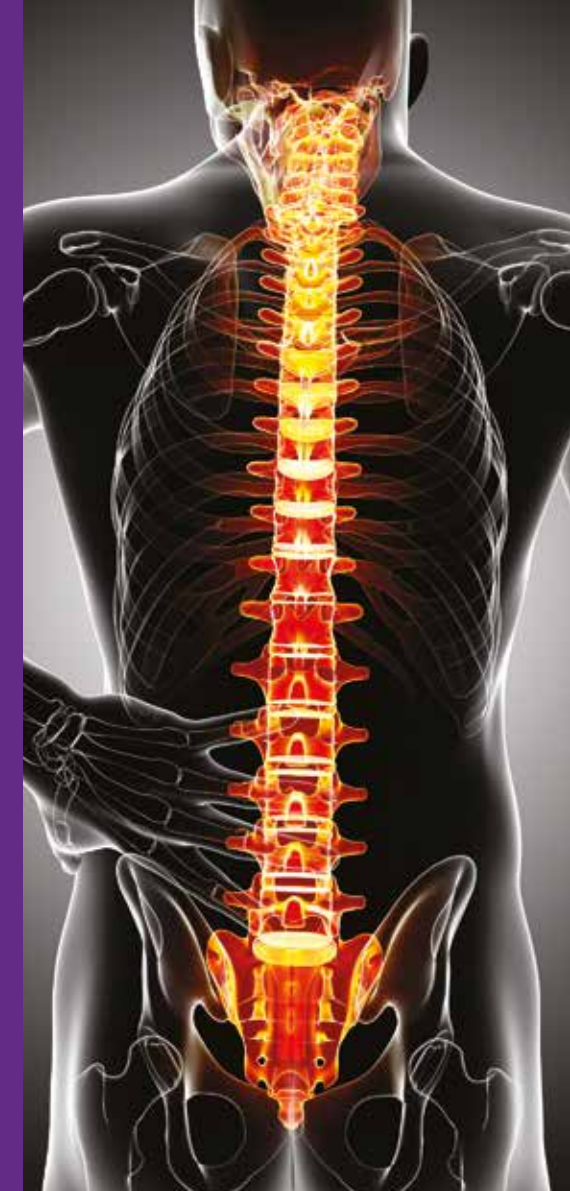
Un système automatique :

Un système automatique : cet état postural (debout) est installé dans notre programme neuro-musculaire, et ce sont toujours les mêmes muscles qui effectuent le travail, sans que nous en ayons conscience. Cette "robotisation" du fonctionnement musculaire est enregistrée au niveau du cerveau et sera appliquée systématiquement dans toutes les situations (même en dehors du travail). Les fibres musculaires concernées par cette programmation sont aussi appelées « fibres cendrillons », car même fatiguées elles effectuent le travail... C'est le début des troubles musculo-squelettiques (douleurs, contractures, tendinites...).



L'appui des plantes de pieds sur le sol, peut donner des indications sur le fonctionnement des chaînes musculaires employées. On constate que l'empreinte de nos pieds sur le sol est marquée par des pressions plus ou moins fortes (soit l'appui est plus important en ARRIÈRE (les talons), ou en AVANT (la pointe des pieds) ; soit vers l'EXTÉRIEUR, soit vers l'INTÉRIEUR, soit à DROITE, soit à GAUCHE...).

La modification de ce fonctionnement automatisé est possible...



en reprenant le contrôle de la commande des muscles au niveau du cerveau. L'apprentissage d'un nouveau modèle gestuel ou postural demande une attention et une concentration particulière pendant quelques semaines. L'ancien modèle sera alors remplacé par le nouveau et fonctionnera aussi de manière inconsciente et automatique. Tout système gestuel ou postural est commandé par le cerveau, qui permet le compromis entre rapidité d'exécution et économie. Quand le système se déséquilibre, la rapidité est conservée au détriment d'une dépense d'énergie accrue (fatigue). En résumé, pour retrouver l'équilibre « rapidité / économie / efficacité », il est nécessaire de reprendre conscience des différents appuis au sol et du travail musculaire le plus opportun (des pieds à la tête). Cela peut se faire simplement en modifiant les appuis au sol : se forcer de temps en temps à déplacer l'appui vers l'avant pied, ou vers l'arrière pied; vers le bord externe du pied ou vers le bord interne; ou encore plus à droite puis plus à gauche.

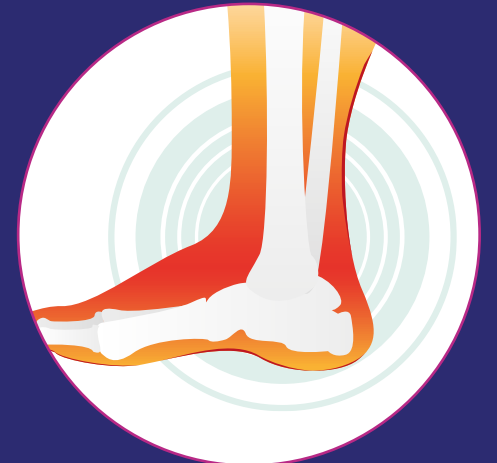
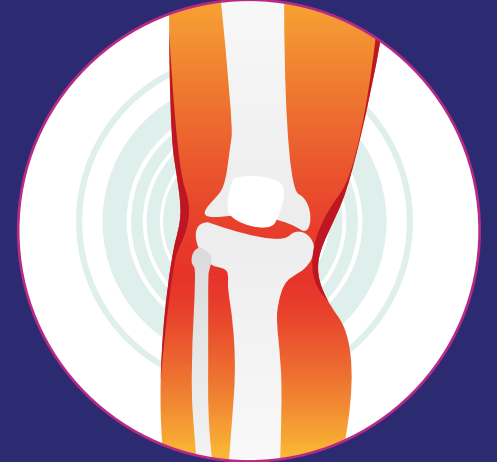
Conseils aux travailleurs

1. Varier des appuis sur les pieds
2. Utiliser les tapis antifatigues

Conseils aux travailleurs

Proposition d'une méthode pour rééquilibrer le fonctionnement musculaire

L'explication de la biomécanique et la visualisation sur écran des appuis au sol permettent de proposer et de justifier l'utilité de changer les appuis en position debout. Régulièrement, pendant une période d'un mois, il est recommandé de changer la surface d'appui à l'intérieur de la chaussure.



Varier les appuis des pieds

La variation des appuis est le premier volet d'amélioration de la position debout, initiée par la personne elle-même :

- Appuyer en avant (plier légèrement les orteils, en griffant la semelle des chaussures)
- Appuyer en arrière sur les talons (lever légèrement la pointe des pieds, en touchant la chaussure avec les ongles des orteils)
- Appuyer sur le bord externe du pied
- Appuyer sur le bord interne du pied
- Appuyer plus à droite
- Appuyer plus à gauche

Utiliser les tapis antifatigue

Le deuxième volet d'amélioration sera apporté par le sol, par l'utilisation de tapis antifatigue constitués de matériaux issus des derniers progrès de la technologie.

L'utilisation du tapis antifatigue permet une équilibration correcte et une répartition uniforme entre le pied droit et le pied gauche. Cette constatation peut se faire pour l'ensemble des tapis. Il est à noter que cet équilibre va s'accroître en fonction de l'adaptation du tapis utilisé.

Des recommandations ont été données à chaque utilisateur pour bénéficier des meilleurs conseils de cette expérimentation.

L'utilisation des tapis antifatigue a permis de mettre en évidence les bienfaits des matériaux nouveaux pour l'optimisation de la mécanique humaine.

A propos de l'auteur



Prof. Redha Taïar

Email: redha.taïar@univ-reims.fr

Tel : +33 067 794 4628

Fax : +33 032 691 3806

www.redha-taïar.com



Prof. Dr. Redha Taïar est un expert en biomécanique, en locomotion humaine, en analyse cinématique et en technologies biomédicales à l'Université de Reims en France.

- Professeur à l'université de Reims Champagne Ardenne,
- Responsable du Master Européen de « Biomécanique, Ergonomie et Recherche Clinique »,
- Responsable de l'axe biomécanique dans le laboratoire « Groupe de Recherche en Sciences pour l'Ingénieur, GRESPI »,
- Vice doyen de l'unité de formation et recherche en science et techniques des activités physique

Pour plus d'information concernant son travail :

www.redha-taïar.com



MATS FOR PROFESSIONAL USE

www.notrax.eu