

(12) DEMANDE INTERNATIONALE PUBLIÉE EN VERTU DU TRAITÉ DE COOPÉRATION EN MATIÈRE DE BREVETS (PCT)

(19) Organisation Mondiale de la
Propriété Intellectuelle
Bureau international



(43) Date de la publication internationale
16 février 2023 (16.02.2023)

(10) Numéro de publication internationale
WO 2023/017228 A1

(51) Classification internationale des brevets :

A61B 5/11 (2006.01) *A43B 13/00* (2006.01)
A61B 5/103 (2006.01) *A43B 23/00* (2006.01)
A43B 3/40 (2022.01) *A63B 22/00* (2006.01)
A43B 3/42 (2022.01) *A63B 22/02* (2006.01)
A43B 3/44 (2022.01) *A63B 71/06* (2006.01)
A43B 3/48 (2022.01)

FR2108603 10 août 2021 (10.08.2021) FR

(71) **Déposant : DIGITSOLE** [FR/FR] ; 13 rue Héré, 54000 NANCY (FR).

(72) **Inventeur : OUMNIA, Karim** ; 52, rue Stanislas, 54000 NANCY (FR).

(74) **Mandataire : A.P.I. CONSEIL** ; Immeuble Newton, 4 rue Jules Ferry, 64000 PAU (FR).

(21) Numéro de la demande internationale :

PCT/FR2022/051576

(22) Date de dépôt international :

10 août 2022 (10.08.2022)

(25) Langue de dépôt :

français

(26) Langue de publication :

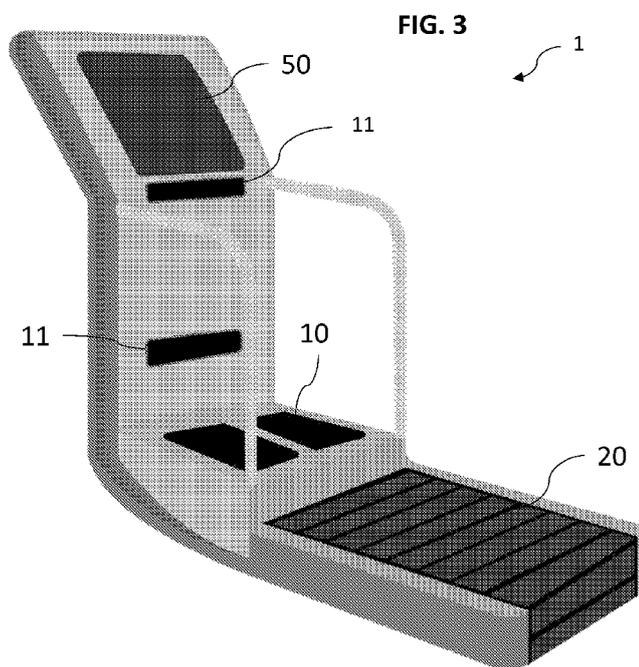
français

(30) Données relatives à la priorité :

(81) **États désignés** (*sauf indication contraire, pour tout titre de protection nationale disponible*) : AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CV, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IQ, IR, IS, IT, JM, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA,

(54) **Title:** SYSTEM AND METHOD FOR ANALYSING THE PHYSIOLOGICAL STATE OF A USER

(54) **Titre :** SYSTEME ET PROCÉDE POUR L'ANALYSE DE L'ÉTAT PHYSIOLOGIQUE D'UN UTILISATEUR



(57) **Abstract:** The invention relates to an electronic system (1) for analysing the physiological state of a user, comprising: • at least one acquisition device (10) arranged to generate one or more representations of a foot sole of the user, • a treadmill (20) arranged to allow the user to walk or run; • at least one mobility analysis device (30) configured to generate motion data; • at least one data memory (70) configured to store one or more representations of a foot sole, the motion data and at least one morphological parameter value of the user; and • one or more processors (40) configured to: • calculate at least one sole morphology parameter value of at least one foot of the user; • calculate at least one mobility parameter value of the user; and to • calculate at least one parameter value of physiological state.



WO 2023/017228 A1

MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI,
NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU,
RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, ST, SV, SY, TH, TJ, TM,
TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, ZA, ZM,
ZW.

(84) États désignés (*sauf indication contraire, pour tout titre de protection régionale disponible*) : ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasién (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), européen (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Publiée:

— avec rapport de recherche internationale (Art. 21(3))

(57) Abrégé : L'invention concerne un système électronique (1) d'analyse de l'état physiologique d'un utilisateur comportant : • Au moins un dispositif d'acquisition (10) agencé pour générer une ou plusieurs représentations d'une plante de pied de l'utilisateur, • Un tapis roulant (20) agencé pour permettre à l'utilisateur de marcher ou de courir; • Au moins un dispositif d'analyse de la mobilité (30) configuré(s) pour générer des données de mouvement; • Au moins une mémoire de données (70) configurée pour mémoriser une ou plusieurs représentations d'une plante de pied, les données de mouvement et au moins une valeur de paramètre morphologique de l'utilisateur; • Un ou plusieurs processeurs (40) configurés pour : • Calculer au moins une valeur de paramètre de morphologie plantaire d'au moins un pied de l'utilisateur; • Calculer au moins une valeur de paramètre de mobilité de l'utilisateur; • Calculer d'au moins une valeur de paramètre d'état physiologique.

SYSTEME ET PROCEDE POUR L'ANALYSE DE L'ETAT PHYSIOLOGIQUE D'UN UTILISATEUR

Domaine technique

[0001] L'invention concerne le domaine du suivi de paramètres attachés aux individus et en particulier de leur état physiologique. L'invention peut par exemple trouver une application dans le diagnostic d'une pathologie, dans le suivi de l'évolution d'une pathologie ou encore dans le suivi de l'efficacité d'un traitement. L'invention porte en particulier sur un système et un procédé de calcul de valeurs de paramètres relatif à l'état physiologique d'un utilisateur.

Technique antérieure

[0002] Ci-après, nous décrivons l'art antérieur connu à partir duquel l'invention a été développée.

[0003] Le pied constitue une partie du corps humain particulièrement complexe et revêt également un rôle particulièrement important puisqu'il est la clef de voute, essentielle à la bipédie, permettant à un être humain de se mouvoir. Ainsi, il a été proposé de nombreux systèmes pour l'analyse du centre de pression (US9687712), du temps de vol (US2015151160) ou encore du type de démarche (KR20190105867). Par exemple, il a été proposé un système qui utilise une surface sensible à la pression pour enregistrer une ligne de marche du centre de pression exercée par le pied de l'utilisateur sur une surface sous-jacente pendant une période de pas (US9687712).

[0004] Alors que ces systèmes se bornent généralement à étudier des métriques de performance de marche ou de course, il revêt une importance capitale pour la physiologie d'un individu et la moindre atteinte à ce dernier peut rapidement avoir un impact sur le reste du corps par effet de biomécanique pouvant perturber par conséquent le fonctionnement des organes. Par exemple, les orthèses plantaires peuvent avoir un effet sur les déformations du genou, de la hanche et de la colonne vertébrale. Plus encore, ces orthèses ont même été montrées efficaces pour résoudre des problèmes de dos (Cambron et al., 2017; "Shoe Orthotics for the Treatment of Chronic Low Back Pain: A Randomized Controlled Trial"; Archives of Physical Medicine and Rehabilitation 2017;98:1752-62). En outre, certaines pathologies présentent une symptomatologie spécifique du pied du point de sa morphologie ou de son état général, qui peut en retour

affecter le déplacement et avoir des effets biomécaniques sur diverses parties du corps. C'est notamment le cas du diabète ou de certaines neuropathies. Ainsi, il a été proposé d'analyser le pied de patient atteint de la maladie de Charcot-Marie-Tooth (Bernasconi et al. 2021 ; *Foot and Ankle Surgery*. Volume 27, Issue 2, February 2021, Pages 186-195) et il a été trouvé des différences morphologiques par rapport à des pieds de personnes saines. En outre, il a été proposé de suivre l'impact de stimulation du pallidum sur les ajustements posturaux anticipatoires tels que mesuré par des capteurs de pression dans le cas de dystonies (Jakob et al. Hypometric anticipatory postural adjustments in dystonia are not affected by deep brain stimulation of globus pallidus internus. *Neurosci Lett*. 2017 Jan 1;636:151-157. doi: 10.1016/j.neulet.2016.11.015.).

[0005] Venant confirmer l'importance des pieds, il a été montré qu'une action sur le pied et en particulier sur la voute plantaire peut avoir un effet bénéfique pouvant compléter les interventions thérapeutiques conventionnelles chez des patients souffrant de différents maux tels que : la réduction de la douleur des nouveau-nés (Yilmaz et al 2021 ; *Archives de Pédiatrie*. Volume 28, Issue 4, May 2021, Pages 278-284) ; la réduction des coliques chez les nourrissons (Karatas et al. 2021 ; *Complementary Therapies in Medicine*. Volume 59, June 2021, 102732) ; la réduction de l'anxiété et la stabilisation des paramètres physiologiques dans le cadre de la réanimation (Abbaszadeh et al. 2018 ; *Complementary Therapies in Clinical Practice*. Volume 31, May 2018, Pages 220-228) ou encore l'amélioration du niveau de bilirubine sanguin chez les enfants (Jazayeri et al. 2021 ; *Complementary Therapies in Medicine*. Volume 59, June 2021, 102684).

[0006] Certaines pathologies ont également un impact direct ou indirect sur la démarche. Par exemple, les personnes atteintes de rétinopathie diabétique peuvent présenter une instabilité de la posture ou de la démarche par rapport aux sujets sains (Piras et al 2020 ; *The effect of diabetic retinopathy on standing posture during optic flow stimulation*. *Gait & Posture* 2020). De même la démarche parkinsonienne (par exemple, bradikinsie, rigidité musculaire, tremblements au repos et/ ou foulée raccourcie) est une caractéristique de la pathologie.

[0007] Ainsi, il existe de nombreuses études faisant des associations entre la morphologie des pieds, la démarche ou mobilité et des pathologies ou des traitements. Toutefois, ces études sont avant tout observationnelles, et les études de l'art antérieur sont soit trop générales et donc mal adaptées ou trop spécifiques d'une pathologie ou d'un dysfonctionnement. En outre, l'utilisateur doit souvent faire appel à un ou plusieurs spécialistes, utilisant plusieurs dispositifs spécialisés.

[0008] Ainsi, il n'est pas proposé de système capable de mettre en œuvre de façon simple et rapide de telles analyses. Ainsi, il existe un besoin pour un système d'analyse de l'état physiologique d'un utilisateur qui, sans pratique invasive, est en mesure de prendre en compte efficacement tous les paramètres permettant de faire des recommandations adaptées à un utilisateur.

Résumé de l'invention

[0009] L'invention vise à pallier ces inconvénients.

[0010] L'invention vise en particulier un système électronique d'analyse de l'état physiologique d'un utilisateur comportant :

- Au moins un dispositif d'acquisition agencé pour générer une ou plusieurs représentations d'une plante de pied de l'utilisateur, la ou lesdites représentations étant de préférence associée(s) à des données de profondeur, en particulier de la voute plantaire ;
- Un tapis roulant agencé pour permettre à l'utilisateur de marcher ou de courir sur ledit tapis roulant ;
- Au moins un dispositif d'analyse de la mobilité comportant au moins une plateforme inertielle et/ou au moins un capteur de pression configuré(s) pour générer des données de mouvement lorsque l'utilisateur marche ou court sur le tapis roulant ;
- Au moins une mémoire de données configurée pour mémoriser les une ou plusieurs représentations d'une plante de pied, les données de mouvement, et au moins une valeur de paramètre morphologique de l'utilisateur ;
- Un ou plusieurs processeurs configurés pour :
 - o Calculer, à partir des une ou plusieurs représentations générées, au moins une valeur de paramètre de morphologie plantaire d'au moins un pied de l'utilisateur ;
 - o Calculer au moins une valeur de paramètre de mobilité de l'utilisateur à partir des données de mouvement générées lorsque l'utilisateur marche ou court, de préférence sur le tapis roulant ;
 - o Calculer au moins une valeur de paramètre d'état physiologique à partir des au moins une valeur de paramètre morphologique de l'utilisateur, au moins une valeur de paramètre de morphologie plantaire et au moins une valeur de paramètre de mobilité.

[0011] La demanderesse a développé un système électronique, intégrant de nombreux capteurs, capable de calculer un état physiologique d'un individu sans mesure invasive, ni intervention d'un spécialiste, ni recours à une pluralité de dispositifs spécifiques. La demanderesse a développé en particulier un système regroupant l'essentiel des fonctions permettant le calcul de valeurs de paramètre d'état physiologique représentatives, car notamment générés en situation et pouvant être utilisée pour générer une information ou une recommandation adaptée à un utilisateur .

[0012] Comme cela sera détaillé, la combinaison dans un même système d'un dispositif d'acquisition de représentation du pied pouvant donner en particulier la position, la forme et la hauteur de la voûte plantaire avec une analyse dynamique de la mobilité de l'utilisateur permettra d'identifier de manière bien plus précise des valeurs d'un état physiologique caractéristique d'un utilisateur à un instant donné. En particulier, le tapis roulant permet d'offrir un terrain de marche et de course pour déterminer des valeurs de paramètres de mobilité et/ou des valeurs de paramètres physiologiques pour identifier l'état physiologique réel de l'utilisateur.

[0013] Selon d'autres caractéristiques optionnelles du système, ce dernier peut inclure facultativement une ou plusieurs des caractéristiques suivantes, seules ou en combinaison :

- les un ou plusieurs processeurs sont en outre configurés pour générer une ou plusieurs recommandations en fonction de l'au moins une valeur de paramètre d'état physiologique calculée et de préférence il comporte une interface homme-machine configurée pour afficher la ou les recommandations. Les recommandations peuvent prendre plusieurs formes telles que des conseils sur des exercices adaptés à l'état physiologique de l'utilisateur, ou des conseils sur son alimentation ou encore des conseils relatifs à des risques pathologiques accrus. De préférence, la ou les recommandations comportent un programme d'entraînement comportant un ou plusieurs exercices à faire pour améliorer la santé de l'utilisateur, la démarche de l'utilisateur, réduire les risques de pathologie cardiovasculaire ou réduire les risques de blessure.
- les paramètres d'état physiologique sont sélectionnés parmi : un score de santé, un score de risque pathologique, un score d'évolution de pathologie et/ou un score d'efficacité de traitement thérapeutique.

- les un ou plusieurs processeurs sont en outre configurés pour calculer des valeurs de paramètre d'état physiologique en prenant en compte en outre au moins une valeur de paramètres de profil de l'utilisateur, lesdits paramètres de profil de l'utilisateur pouvant comporter le genre, l'âge, et/ou une pathologie affectant l'utilisateur.
- le système comporte au moins un capteur physiologique configuré pour générer des valeurs de paramètre physiologique de l'utilisateur, notamment lorsque l'utilisateur marche ou court sur le tapis roulant, et les un ou plusieurs processeurs sont en outre configurés pour calculer des valeurs de paramètre d'état physiologique en prenant en compte en outre au moins une valeur de paramètre physiologique générée, ledit paramètre physiologique pouvant comporter la fréquence cardiaque, la pression artérielle, la température corporelle, la fréquence respiratoire, et/ou la saturation partielle en oxygène.
- la ou les représentations d'une plante de pied de l'utilisateur comportent une représentation en trois dimensions d'au moins une partie du pied de l'utilisateur, de préférence de la voûte plantaire. Une telle image en trois dimensions incluant une représentation de la plante du pied permet de rapidement extraire des données pertinentes pour le calcul de valeurs de paramètres de semelle telles que la longueur, la largeur, la hauteur du coup de pied, et éventuellement sa forme géométrique.
- la ou les représentations d'une plante de pied de l'utilisateur comportent au moins une représentation réalisée lorsque l'utilisateur est debout et au moins une représentation réalisée lorsque l'utilisateur est assis et les un ou plusieurs processeurs sont en outre configurés pour calculer l'au moins une valeur de paramètres de morphologie plantaire à partir d'au moins une représentation réalisée lorsque l'utilisateur est debout et d'au moins une représentation réalisée lorsque l'utilisateur est assis. Ainsi, il est possible d'analyser la plante des pieds et plus particulièrement la géométrie de la voûte plantaire lorsqu'elle est au repos et lorsque le corps est en appui sur celle-ci. Cela permet d'améliorer l'appréciation de l'état physiologique de l'utilisateur.
- l'au moins une valeur de paramètre de morphologie comporte une valeur de paramètre de morphologie de voûte plantaire sélectionnée parmi : une valeur de largeur de voûte plantaire, une valeur de hauteur de voûte plantaire, et/ou une valeur d'indice de l'isthme.
- le ou les processeurs sont en outre configurés pour calculer les valeurs de paramètre d'état physiologique en prenant en compte en outre au moins une

valeur de paramètres d'activité de l'utilisateur. Ainsi, le système permet d'adapter finement analyse ou sa ou ses recommandations aux activités déjà pratiquées par un utilisateur. En outre, le système selon l'invention permet, de façon automatique, de considérer des valeurs de paramètres générées dans différentes situations telles qu'une marche et/ou une course.

- le système électronique comporte en outre une interface homme-machine indiquant à l'utilisateur des exercices spécifiques à réaliser, en particulier sur le tapis roulant, lesdits exercices spécifiques étant déterminés en fonction d'au moins une valeur de paramètres d'activité, de paramètres morphologiques et/ou de paramètres de profil de l'utilisateur ; et le système électronique étant configuré pour que l'au moins une valeur de paramètre de mobilité calculée utilisée pour calculer les valeurs de paramètre d'état physiologique soit calculée à partir de données de mouvement générées lors de la réalisation des exercices spécifiques par l'utilisateur. En effet, en fonction de caractères propres à l'utilisateur, le système pourra automatiquement déterminer quels sont les exercices qui permettront de calculer avec le plus de justesse les paramètres d'état physiologique de l'utilisateur.
- l'au moins un dispositif d'acquisition comporte une caméra à détection de profondeur, en particulier une caméra 3D à détection de profondeur.
- l'au moins un dispositif d'acquisition comporte un dispositif d'acquisition d'image agencé pour générer une ou plusieurs représentations du dessus du pied de l'utilisateur.
- l'au moins un dispositif d'acquisition comporte un dispositif d'acquisition d'image agencé pour générer une ou plusieurs représentations des membres inférieurs, de préférence agencé pour générer une cinématique de mouvement des membres inférieurs de l'utilisateur lors d'une marche ou d'une course sur le tapis roulant.
- l'au moins un dispositif d'analyse de la mobilité comporte des capteurs de pressions et/ou des capteurs de force intégrés au tapis roulant, et qui sont configurés pour générer les données de mouvement de l'utilisateur lorsque l'utilisateur marche ou court sur le tapis roulant.
- l'au moins un dispositif d'analyse de la mobilité comprend au moins deux boîtiers électroniques chacun comportant une plateforme inertielle et qui, une fois couplés chacun à un pied de l'utilisateur, sont configurés pour générer les données de mouvement de l'utilisateur.
- les un ou plusieurs processeurs sont en outre configurés pour calculer des valeurs de paramètre d'état physiologique de l'utilisateur en prenant en compte en outre :

- au moins une valeur de paramètre de profil de l'utilisateur, ledit paramètre de profil de l'utilisateur pouvant comporter le genre, l'âge, et/ou une pathologie affectant l'utilisateur ;
- au moins une valeur de paramètre d'activité de l'utilisateur, ladite valeur de paramètre d'activité de l'utilisateur pouvant comporter une typologie du terrain de course ou de marche, une typologie de sport, un nombre de kilomètres moyen réalisé par semaine, un nombre de kilomètres moyen réalisé par sortie, et/ou une vitesse moyenne de marche ou de course ; et/ou
- au moins une valeur de paramètre physiologique de l'utilisateur, ledit paramètre physiologique de l'utilisateur pouvant comporter la fréquence cardiaque, la pression artérielle, la température corporelle, la fréquence respiratoire, et/ou la saturation partielle en oxygène.

Cela permet d'ajuster au mieux les paramètres d'état physiologique et/ou les recommandations. De préférence, l'au moins une valeur de paramètre physiologique de l'utilisateur est mesurée lorsque l'utilisateur marche ou court sur le tapis roulant.

- Le système électronique comprend un dispositif informatique distant, ledit dispositif informatique distant comprenant une partie des un ou plusieurs processeurs, et étant configuré pour communiquer avec un dispositif intégrant le tapis roulant et le dispositif d'acquisition, de préférence par un réseau de communication. Cela permet d'alléger les traitements et la mémoire du système électronique comportant le dispositif d'acquisition et le tapis roulant d'une part et de centraliser au moins une partie des analyses d'autre part.

[0014] Selon un deuxième objet, l'invention porte sur un procédé d'analyse de l'état physiologique d'un utilisateur mis en œuvre par un ou plusieurs processeurs couplés à au moins une mémoire de données configurée pour mémoriser une ou plusieurs représentations d'une plante de pied, des données de mouvement générées lorsque l'utilisateur marche ou court, et au moins une valeur de paramètre morphologique de l'utilisateur, ledit procédé comportant les étapes suivantes :

- Calculer, à partir des une ou de plusieurs représentations d'une plante de pied de l'utilisateur générées par un dispositif d'acquisition, au moins une valeur de paramètre de morphologie plantaire d'au moins un pied de l'utilisateur ;
- Calculer des valeurs de paramètre de mobilité de l'utilisateur à partir des données de mouvement générées lorsque l'utilisateur marche ou court, lesdites données de

mouvement ayant été générées par un dispositif d'analyse de la mobilité, l'au moins un dispositif d'analyse de la mobilité comportant au moins une plateforme inertielle et/ou au moins un capteur de pression ;

- Calculer des valeurs de paramètre d'état physiologique à partir des au moins une valeur de paramètre morphologique de l'utilisateur, au moins une valeur de paramètre de morphologie plantaire et au moins une valeur de paramètre de mobilité.

Le procédé selon l'invention peut comporter en outre une étape, mise en œuvre par les un ou plusieurs processeurs, de génération d'une ou plusieurs recommandations à partir des valeurs de paramètres d'état physiologique calculées.

Brève description des dessins

[0015] D'autres caractéristiques et avantages de l'invention seront mieux compris à la lecture de la description qui va suivre et en référence aux dessins annexés, donnés à titre illustratif et nullement limitatif.

La Figure 1 représente une illustration fonctionnelle d'un système électronique selon un mode de réalisation de la présente invention. Les éléments en pointillés ne sont pas essentiels.

La Figure 2 représente des illustrations d'une représentation d'une plante de pied de l'utilisateur selon la présente invention.

La Figure 3 représente un système électronique selon un mode de réalisation.

La Figure 4 représente des positionnements possibles d'un dispositif d'analyse de la mobilité lorsqu'il prend la forme d'un boîtier électronique.

La Figure 5 représente une illustration d'un procédé d'analyse de l'état physiologique d'un utilisateur selon la présente invention.

[0016] Les figures ne respectent pas nécessairement les échelles, notamment en épaisseur, et ce à des fins d'illustration.

[0017] Des aspects de la présente invention sont décrits en référence à des organigrammes et / ou à des schémas fonctionnels de procédés, d'appareils (systèmes) et de produits de programme d'ordinateur selon des modes de réalisation de l'invention.

Sur les figures, les organigrammes et les schémas fonctionnels illustrent l'architecture, la fonctionnalité et le fonctionnement d'implémentations possibles de systèmes, de procédés et de produits de programme d'ordinateur selon divers modes de réalisation de la présente invention. À cet égard, chaque bloc dans les organigrammes ou blocs-diagrammes peut représenter un système, un dispositif, un module ou un code, qui comprend une ou plusieurs instructions exécutables pour mettre en œuvre la ou les fonctions logiques spécifiées. Dans certaines implémentations, les fonctions associées aux blocs peuvent apparaître dans un ordre différent que celui indiqué sur les figures. Par exemple, deux blocs montrés successivement peuvent, en fait, être exécutés sensiblement simultanément, ou les blocs peuvent parfois être exécutés dans l'ordre inverse, en fonction de la fonctionnalité impliquée. Chaque bloc des schémas de principe et/ou de l'organigramme, et des combinaisons de blocs dans les schémas de principe et/ou l'organigramme, peuvent être mis en œuvre par des systèmes matériels spéciaux qui exécutent les fonctions ou actes spécifiés ou effectuer des combinaisons de matériel spécial et d'instructions informatiques.

Description des modes de réalisation

[0018] Ci-après, nous décrivons une partie du vocabulaire associé à l'invention, avant de présenter les inconvénients de l'art antérieur, puis enfin de montrer plus en détail comment l'invention y remédie dans le cadre d'un ou plusieurs modes de réalisation.

[0019] L'expression « données de mouvement » correspond généralement à des données générées par des capteurs lorsque l'utilisateur est en mouvement.

[0020] Les expressions « données brutes » et « données brutes de mouvement » correspondent généralement à des données générées par des capteurs et n'ayant pas encore fait l'objet d'une transformation. Cela peut par exemple correspondre aux données générées par une plateforme inertielle. Le traitement des données brutes peut permettre d'obtenir des valeurs de paramètre biomécanique.

[0021] L'expression « analyse d'un mouvement », « analyse de la mobilité » ou « analyse de la démarche » peut correspondre, au sens de l'invention, à l'attribution d'une ou de plusieurs valeurs par exemple un score, un classement ou une note à une trajectoire ou au déplacement d'un pied d'un utilisateur. Cette caractérisation de la démarche permet d'obtenir une ou plusieurs valeurs numériques ou alphanumériques de paramètres biomécaniques représentatifs de la démarche, qui peuvent être appelés paramètres de mobilité.

[0022] L'expression « analyse de l'état physiologique d'un utilisateur » peut correspondre, au sens de l'invention, à l'attribution d'une ou de plusieurs valeurs par exemple un score, un classement ou une note à l'état physiologique d'un utilisateur. Cet état physiologique correspond en particulier à un état du corps ou des fonctions corporelles. Il peut également être considéré comme une caractéristique de la santé d'un animal ou d'un humain.

[0023] L'expression « paramètres de mobilité » peut correspondre à des paramètres biomécaniques identifiés en position dynamique.

[0024] Par « paramètre biomécanique », on entend de préférence au sens de l'invention une caractéristique de la posture ou de la mobilité de l'utilisateur. Un paramètre biomécanique peut être déterminé par diverses opérations de calcul à partir de données de mouvement.

[0025] On entend par « semelle » un objet permettant de séparer le pied de l'utilisateur du sol. Une chaussure peut comporter une couche de semelle supérieure en contact direct avec le pied de l'utilisateur et une couche de semelle inférieure en contact direct avec le sol ou plus généralement l'environnement extérieur. Une chaussure peut aussi comporter une semelle interne amovible, prenant le rôle de semelle supérieure.

[0026] On entend par « amovible » la capacité à être détachée, enlevée ou démontée aisément sans avoir à détruire des moyens de fixation soit parce qu'il n'y a pas de moyen de fixation soit parce que les moyens de fixation sont aisément et rapidement démontables (e.g. encoche, vis, languette, ergot, clips). Par exemple, par amovible, il faut comprendre que l'objet n'est pas fixé par soudure ou par un autre moyen non prévu pour permettre de détacher l'objet.

[0027] On entend par « sensiblement identique » au sens de l'invention une valeur variant de moins de 30 % par rapport à la valeur comparée, de préférence de moins de 20 %, de façon encore plus préférée de moins de 10 %.

[0028] On entend par « traiter », « calculer », « déterminer », « afficher », « transformer », « extraire », « comparer » ou plus largement « opération exécutable », au sens de l'invention, une action effectuée par un dispositif ou un processeur sauf si le contexte indique autrement. À cet égard, les opérations se rapportent à des actions et/ou des processus d'un système de traitement de données, par exemple un système informatique ou un dispositif informatique électronique, qui manipule et transforme les données

représentées en tant que quantités physiques (électroniques) dans les mémoires du système informatique ou d'autres dispositifs de stockage, de transmission ou d'affichage de l'information. Ces opérations peuvent se baser sur des applications ou des logiciels.

[0029] Les expressions « cycle de marche » ou « cycle de course » au sens de l'invention peuvent correspondre à l'intervalle de temps se situant entre deux appuis du talon d'une même jambe sur le sol, ou plus généralement deux événements identiques répétés dans le cadre d'une marche ou d'une course.

[0030] Par « modèle de corrélation », il faut comprendre au sens de l'invention une suite finie d'opérations ou d'instructions permettant de calculer une valeur à partir d'une ou plusieurs valeurs d'entrée. La mise en œuvre de cette suite finie d'opérations permet par exemple d'attribuer une valeur Y, telle qu'une étiquette Y, à une observation décrite par un ensemble de caractéristiques ou paramètres X grâce par exemple à la mise en œuvre d'une fonction f, susceptible de reproduire Y en ayant observé X.

$$Y = f(X) + e$$

où e symbolise le bruit ou erreur de mesure.

[0031] On entend par « modèle de prédiction », tout modèle mathématique permettant d'analyser un volume de données et d'établir des relations entre des facteurs permettant par exemple l'évaluation de risques ou d'opportunités associées à un ensemble spécifique de conditions, afin d'orienter la prise de décision vers une action spécifique. Un modèle de prédiction est généralement généré dans le cadre d'un processus d'apprentissage automatique. Dans le cadre de la présente invention, l'apprentissage peut être avantageusement utilisé pour le calcul d'une ou de plusieurs valeurs de paramètres d'état physiologique.

[0032] Par « modèle d'apprentissage automatique supervisé », on entend au sens de l'invention un modèle de corrélation généré automatiquement à partir de données, appelées observations, qui ont été étiquetées.

[0033] Par « modèle d'apprentissage automatique non supervisée », on entend au sens de l'invention un modèle de corrélation généré automatiquement à partir de données, appelées observations, qui n'ont pas été étiquetées.

[0034] L'expression « valeurs d'angles du pied » au sens de l'invention peut correspondre à des valeurs d'angle permettant de représenter la position d'un pied de l'individu dans

son environnement, c'est-à-dire par exemple par rapport à un référentiel prédéterminé. Cette position pouvant être relative à des membres de l'individu avec par exemple l'angle formé par l'axe du tibia et l'axe antéropostérieur du pied. Cette position peut aussi être relative à des éléments extérieurs à l'individu avec par exemple l'angle formé par l'axe antéropostérieur du pied et le sol. Enfin, cette position peut aussi être relative à un angle formé par l'axe antéropostérieur du pied et une ligne de marche calculée ou une trajectoire calculée du pied.

[0035] L'expression « référentiel prédéterminé » au sens de l'invention peut correspondre à un référentiel inertiel tel qu'un repère terrestre ou un référentiel non inertiel comme un ou plusieurs membres de l'individu ou encore un repère généré à partir de données de mouvement de l'individu.

[0036] Les termes ou expressions « application », « logiciel », « code de programme », et « code exécutable » signifient toute expression, code ou notation, d'un ensemble d'instructions destinées à provoquer un traitement de données pour effectuer une fonction particulière directement ou indirectement (e.g. après une opération de conversion vers un autre code). Les exemples de code de programme peuvent inclure, sans s'y limiter, un sous-programme, une fonction, une application exécutable, un code source, un code objet, une bibliothèque et/ou tout autre séquence d'instructions conçues pour l'exécution sur un système informatique.

[0037] Au sens de l'invention, le terme « processeur » désigne au moins un circuit matériel configuré pour exécuter des instructions contenues dans le code de programme. Le circuit matériel peut être un circuit intégré. Des exemples d'un processeur comprennent, sans s'y limiter, une unité de traitement central (CPU), un processeur de réseau, un processeur de vecteur, un processeur de signal numérique (DSP), un réseau de grille programmable sur le terrain (FPGA), un ensemble logique programmable (PLA), un circuit intégré spécifique à l'application (ASIC), un circuit logique programmable et un contrôleur.

[0038] On entend par « couplé », au sens de l'invention, connecté, directement ou indirectement avec un ou plusieurs éléments intermédiaires. Deux éléments peuvent être couplés mécaniquement, électriquement ou liés par un canal de communication.

[0039] L'expression « interface homme-machine » au sens de l'invention peut en particulier correspondre à tout élément permettant à un être humain de communiquer avec un ordinateur en particulier et sans que cette liste soit exhaustive, un clavier et des

moyens permettant en réponse aux ordres entrés au clavier d'effectuer des affichages et éventuellement de sélectionner à l'aide de la souris ou d'un pavé tactile des éléments affichés sur un écran. Un autre exemple de réalisation est un écran tactile permettant de sélectionner directement sur l'écran les éléments touchés par le doigt ou un objet et éventuellement avec la possibilité d'afficher un clavier virtuel.

[0040] Dans la suite de la description, les mêmes références sont utilisées pour désigner les mêmes éléments. En outre, les différentes caractéristiques présentées et/ou revendiquées peuvent être avantageusement combinées. Leur présence dans la description ou dans des revendications dépendantes différentes, n'excluent pas cette possibilité.

[0041] Bien qu'il existe de plus en plus de moyens pour étudier l'état physiologique d'un individu, la plupart des méthodes s'attachent seulement à un aspect, et sont avant tout observationnelles. En effet, les études de l'art antérieur sont soit trop générales et donc mal adaptées ou trop spécifiques d'une pathologie ou d'un dysfonctionnement. Ainsi, un individu doit souvent faire appel à un ou plusieurs spécialistes, utilisant plusieurs dispositifs spécialisés.

[0042] Pour résoudre ce problème, la demanderesse a développé un nouveau système pouvant être utilisé pour réaliser en une seule séance toutes les mesures nécessaires à la détermination de l'état physiologique d'un utilisateur. Un tel système permet la définition de valeurs de paramètre d'état physiologique automatiquement en particulier en se basant sur des paramètres de mobilité de l'utilisateur, de paramètre de morphologie de l'utilisateur et des paramètres de morphologie plantaire dudit utilisateur.

[0043] Ainsi, selon un premier aspect, l'invention porte sur un système électronique 1 d'analyse de l'état physiologique d'un utilisateur.

[0044] Comme cela sera détaillé, un tel système peut être utilisé pour générer des informations sur l'état de santé de l'utilisateur, l'évolution d'une pathologie, le risque de développer une pathologie, l'efficacité d'un traitement thérapeutique ou encore des conseils sur son alimentation ou encore des conseils sur des exercices à réaliser.

[0045] Comme illustré à la figure 1, un tel système électronique 1 comportera : un dispositif d'acquisition 10 ; un tapis roulant 20 ; au moins un dispositif d'analyse de la démarche 30 ; un ou plusieurs processeurs 40 ; et au moins une mémoire de données 70.

[0046] En outre, comme cela sera détaillé par la suite, un tel système électronique pourra

comporter une interface homme-machine 50 et des moyens de communication 60. En outre, il pourra être configuré pour établir une communication avec un ou plusieurs dispositifs informatiques de présentation 80 et un ou plusieurs dispositifs informatiques tiers 90.

[0047] Comme cela a été indiqué, un système électronique 1 selon la présente invention comporte un dispositif d'acquisition 10.

[0048] En particulier, le dispositif d'acquisition 10 pourra correspondre à une caméra à détection de profondeur, en particulier une caméra 3D à détection de profondeur. Ainsi, un dispositif d'acquisition 10 à détection de profondeur selon l'invention pourra par exemple correspondre à un dispositif de prise de vue capable de capturer des données tridimensionnelles.

[0049] Le dispositif d'acquisition 10 pourra par exemple intégrer une technologie de profilage laser, de projection de franges, d'imagerie stéréo et/ou de temps de vol. Le dispositif d'acquisition 10 pourra également correspondre à un scanner.

[0050] En fonction des technologies utilisées, le dispositif d'acquisition 10 pourra comporter un ou plusieurs objectifs, un détecteur de couleur, et/ou un émetteur infrarouge, par exemple de type laser.

[0051] Un tel dispositif d'acquisition 10 sera avantageusement agencé pour être capable de générer une ou plusieurs représentations d'une plante du pied de l'utilisateur. Un exemple d'image est illustré en lien avec la figure 2. La figure 2 représente une illustration d'une représentation d'une plante de pied 31 de l'utilisateur associée à des données de profondeur. Ainsi, il sera possible de calculer à partir de cette représentation la forme de voûte plantaire 32 de l'individu. Cette ou ces représentations seront de préférence associées à des données de profondeur.

[0052] Le dispositif d'acquisition 10 pourra en outre générer des mesures en trois dimensions des deux pieds de l'utilisateur. Il pourra en particulier générer une représentation en trois dimensions d'au moins une partie des pieds de l'utilisateur. Il pourra par exemple être agencé pour générer une ou plusieurs représentations du dessus du pied de l'utilisateur. Une telle représentation en trois dimensions incluant une image de la plante du pied permet de rapidement extraire des données pertinentes pour le calcul de valeurs de paramètres de semelle telles que la longueur, la largeur, la hauteur du coup de pied, et éventuellement sa forme géométrique.

[0053] Par exemple, les une ou plusieurs images d'une plante de pied générées par un dispositif d'acquisition d'image à détection de profondeur pourront comporter au moins une image réalisée lorsque l'utilisateur est debout. De même, les une ou plusieurs images d'une plante de pied générées par le dispositif d'acquisition d'image à détection de profondeur pourront comporter au moins une image réalisée lorsque l'utilisateur est assis. Ainsi, il est possible d'analyser la plante des pieds et plus particulièrement la géométrie de la voûte plantaire lorsqu'elle est au repos et lorsque le poids du corps en appuie sur celle-ci. Cela permet d'améliorer l'appréciation de l'état physiologique de l'utilisateur. De façon à faciliter ce mode de réalisation, le système électronique 1 de recommandation selon l'invention peut comporter un support, de préférence escamotable, permettant à l'utilisateur de se mettre en position assise avec les pieds positionnés de façon à ce que le dispositif d'acquisition d'image à détection de profondeur puisse générer une ou plusieurs images d'une plante de pied lorsque l'utilisateur est assis.

[0054] De façon préférée, le dispositif d'acquisition 10 pourra être positionné comme illustré à la figure 3 en dessous d'un emplacement sur lequel vient se positionner l'utilisateur en position debout.

[0055] En outre, le dispositif d'acquisition 10 pourra être associé à un ou plusieurs capteurs de force. Une telle association peut permettre de déterminer le centre de pression de l'utilisateur et éventuellement l'évolution du centre de pression en fonction de mouvements réalisés par l'utilisateur ou lors d'une mesure de l'équilibre statique. Ainsi, le système électronique 1 pourra calculer d'autres valeurs pouvant être utiles dans le cadre du calcul des valeurs de paramètres d'état physiologique de l'utilisateur.

[0056] De même, le dispositif d'acquisition 10 à détection de profondeur pourra être associé à des capteurs d'appuis plantaires. Une telle association peut permettre de déterminer la répartition des pressions au niveau des pieds de l'utilisateur et en particulier en fonction de zones plantaires. Ainsi, le système pourra calculer d'autres valeurs pouvant être utiles dans le cadre du calcul des valeurs de paramètres d'état physiologique de l'utilisateur.

[0057] L'analyse des appuis plantaires pourra être réalisée par l'intermédiaire de systèmes optiques pouvant être aisément couplés au dispositif d'acquisition 10 ou encore à partir de systèmes résistifs ou capacitifs.

[0058] Le dispositif d'acquisition 10 agencé pour une ou plusieurs représentations d'une plante du pied de l'utilisateur pourra être complété par un ou plusieurs autres dispositifs

d'acquisition. De façon avantageuse, le système selon l'invention pourra comporter un autre dispositif d'acquisition 11 qui pourra en outre être agencé pour générer une ou plusieurs représentations d'au moins une partie des membres inférieurs. On entend par membre inférieur la partie du corps allant du pied à la hanche de l'utilisateur. Ainsi, un dispositif d'acquisition 11 pourra générer une ou plusieurs représentations de la hanche, du ou des genoux, de la ou des chevilles, de la position de la hanche ou de la position du ou des genoux et/ou de la position de la ou des chevilles. De préférence, le dispositif d'acquisition 11 est agencé pour générer une cinématique de mouvement des membres inférieurs de l'utilisateur lors d'une marche ou d'une course sur un tapis roulant 20. De façon avantageuse, le dispositif d'acquisition 11 pourra en outre être agencé pour générer une ou plusieurs représentations d'au moins une partie des membres supérieurs. On entend par membre supérieur la partie du corps allant des doigts à l'épaule. Ainsi, le dispositif d'acquisition 11 pourra générer une ou plusieurs représentations de l'épaule, du coude, et/ou du poignet. De préférence, le dispositif d'acquisition 11 est agencé pour générer une cinématique de mouvement des membres supérieurs de l'utilisateur lors d'une marche ou d'une course sur un tapis roulant 20. Avantageusement, le dispositif d'acquisition 11 pourra en outre être agencé pour générer une ou plusieurs représentations des membres inférieurs et supérieurs et permettre une représentation à la fois des membres inférieurs et supérieurs.

[0059] En outre, le système électronique 1 selon la présente invention pourra comporter d'autres systèmes de mesure venant fournir des informations sur l'utilisateur permettant d'améliorer la pertinence de la valeur de paramètre d'état physiologique calculée ou de la recommandation générée. Par exemple, le système électronique 1 pourra en outre comporter des capteurs permettant des mesures sélectionnées parmi : le rythme cardiaque, la pression sanguine, le poids, et/ou le pourcentage de masse grasseuse.

[0060] Un système électronique 1 selon la présente invention comportera également de préférence un tapis roulant 20.

[0061] En effet, dans le cadre de ses études, la demanderesse a déterminé que plusieurs cycles de marches ou de courses étaient nécessaires pour convenablement analyser la mobilité d'un utilisateur. En effet, les données de mobilité obtenues à partir d'un seul cycle de marche/course, ou de plusieurs cycles de marche/course réalisés sur une distance faible ne permettent pas d'obtenir des valeurs de paramètre de mobilité idéales. L'intégration d'un tapis roulant dans le système selon l'invention permet d'obtenir des données de mouvement des pieds de l'utilisateur ainsi que des données de déplacement

du tapis roulant (e.g. vitesse de défilement).

[0062] En particulier, le tapis roulant 20 pourra être agencé pour permettre à l'utilisateur de marcher ou de courir. Le tapis roulant 20 pourra être un tapis roulant motorisé. Ainsi, il sera possible de configurer la vitesse de course ou de marche pour être au plus proche des pratiques habituelles de l'utilisateur. Alternativement, le tapis roulant 20 pourra être un tapis roulant non motorisé.

[0063] En outre, le tapis roulant 20 pourra être agencé de façon à pouvoir sélectionner un angle formé entre le sol et la surface de marche ou de course. En effet, pour certaines activités il peut être avantageux de pouvoir incliner le tapis roulant de façon à imposer à l'utilisateur un angle de marche ou de course prédéterminé par rapport au sol.

[0064] La présence d'un tapis roulant 20 dans le système électronique 1 selon l'invention permet d'offrir à l'utilisateur un terrain de marche et de course. Cela permet de déterminer les paramètres de mobilité sur une durée et une distance suffisante pour identifier la mobilité réelle et naturelle de la personne. En effet, selon la demanderesse, il est souhaitable de disposer d'un certain nombre de cycles de pas pour déterminer avec justesse les paramètres de mobilité d'un utilisateur dans le cadre d'une marche ou d'une course.

[0065] De façon préférée, le tapis roulant 20 est configuré pour être contrôlé par l'intermédiaire d'une interface homme-machine 50 par exemple accessible via un écran tactile intégré au système électronique 1.

[0066] Un tel mode de réalisation est présenté à la figure 3. La figure 3 illustre en particulier un système électronique 1 comportant un dispositif d'acquisition 10, un tapis roulant 20 et une interface homme-machine (IHM) 50.

[0067] De préférence, selon un mode de réalisation de l'invention, tel qu'illustré sur la figure 3, le système électronique 1 présente une partie sensiblement parallèle au sol et une partie sensiblement perpendiculaire au sol. Bien évidemment, l'invention ne se limite pas à une forme particulière du système électronique 1. Toutefois, de préférence un système électronique 1 selon un mode de réalisation de l'invention présente sensiblement une forme de L, lorsque celui-ci est en contact avec le sol. En outre, un système selon l'invention intègre dans un même ensemble physiquement solidaire un dispositif d'acquisition 10, un tapis roulant 20 et une interface homme-machine (IHM) 50.

[0068] Un tel système électronique 1 peut présenter différente longueur, hauteur ou largeur, ce qui permet de pouvoir être adapté à différent utilisateur (de grande ou petite taille, de jeune âge ou plus âgé). Par exemple, un système électronique 1 peut présenter une hauteur pour sa partie perpendiculaire comprise entre 50 cm et 200 cm, une longueur pour sa partie parallèle au sol comprise entre 50 cm et 200 cm. De manière plus générale, le système électronique 1 comprend une longueur totale (i.e. longueur de la partie parallèle et de la partie perpendiculaire) comprise entre 70 cm et 200 cm. Enfin, la partie parallèle au sol comprend de préférence une largeur suffisante pour accueillir un tapis roulant 20.

[0069] De préférence, un tel système électronique 1 présente une partie sensiblement parallèle au sol comprenant le tapis roulant 20 et le dispositif d'acquisition 10. De préférence, la partie sensiblement perpendiculaire au sol comprend l'IHM 50. De façon avantageuse, la zone de liaison entre la partie parallèle au sol et la partie perpendiculaire au sol comprend le dispositif d'acquisition 10. Ainsi, un système électronique 1 selon l'invention est un système intégré comprenant de préférence le dispositif d'acquisition 10, le tapis roulant 20 et une IHM 50.

[0070] Ainsi, de façon préférée, le dispositif d'acquisition est disposé entre la partie perpendiculaire et le tapis roulant 20. Ceci permet au système électronique de directement intégrer un dispositif d'acquisition 10 en lien avec le tapis roulant 20 de sorte à générer une ou plusieurs images d'une plante de pied de l'utilisateur, de préférence associées à des données de profondeur puis à l'utilisateur de pouvoir courir ou marcher sur le tapis roulant 20 par exemple.

[0071] En outre le dispositif d'acquisition comprend de préférence au moins un bloc, de manière plus préférée au moins deux blocs agencés pour accueillir chacun un pied de l'utilisateur. De préférence, ces blocs sont disposés en regard l'un de l'autre.

[0072] De manière avantageuse, la ou les images d'une plante de pied peuvent être visualisées sur l'IHM 50. Par ailleurs, l'IHM 50 est disposée en partie haute (i.e. éloignée du sol) de la partie perpendiculaire au sol du système électronique. Ceci permet de faciliter l'interaction et la visualisation de l'utilisateur à sa hauteur.

[0073] De façon particulièrement avantageuse, la zone de liaison peut comprendre d'autres dispositifs, tel que la présence d'une barre d'appui reliant la zone de liaison à la partie perpendiculaire au sol ou la partie parallèle au sol avec la partie perpendiculaire au sol, afin de faciliter l'équilibre de l'utilisateur ou la montée sur le système électronique 1 de

l'utilisateur par exemple. De préférence, il s'agit de deux barres d'appui disposées chacune de part et d'autre du système électronique 1 afin de laisser libre d'accès le passage de l'utilisateur de la zone de liaison comprenant le dispositif d'acquisition 10 au tapis roulant en arrière de la zone de liaison, i.e. au niveau de la partie parallèle. D'autres moyens de maintien, de stabilités, de montée, de maintien de l'équilibre peuvent également être prévus.

[0074] Comme illustré à la figure 3, le système pourra comporter un autre dispositif d'acquisition 11 pouvant générer des images, dont des images sous la forme d'une vidéo.

[0075] Un système électronique 1 selon la présente invention comportera également au moins un dispositif d'analyse de la mobilité 30.

[0076] Un dispositif d'analyse de la mobilité 30 selon l'invention pourra comporter un ou plusieurs processeurs dédiés coopérant avec une ou plusieurs mémoires de données dédiées, éventuellement une ou plusieurs mémoires de programme, lesdites mémoires pouvant être dissociées. Le ou les processeurs, ainsi que la ou les mémoires de données sont alors de préférence configurés pour coopérer de façon à transformer les données de mouvement en des valeurs de paramètres de mobilité.

[0077] Alternativement, les données de mouvement générées par le ou les dispositifs d'analyse de la mobilité sont envoyées à un ou plusieurs processeurs du système électronique 1 déjà impliqués dans d'autres fonctions et qui sont également configurés pour transformer les données de mouvement en des valeurs de paramètres de mobilité.

[0078] Avantageusement, le dispositif d'analyse de la mobilité 30 comportera au moins une plateforme inertielle et/ou au moins un capteur de pression. Ces capteurs seront en particulier configurés pour générer des données de mouvement lorsque l'utilisateur marche ou court sur le tapis roulant 20.

[0079] De façon préférée, les paramètres de mobilité de l'utilisateur pour lesquelles des valeurs sont calculées par le système électronique 1 de recommandation selon la présente invention comportent : des valeurs de pronation/supination, des valeurs de force d'impact, des valeurs de longueur des pas, des valeurs de temps de contact, des valeurs d'accélération, des valeurs de vitesse angulaire, des valeurs d'orientation de la semelle, une vitesse de propulsion, un taux de fatigue, un angle de Fick, une direction de propulsion, une durée de temps de contact, une durée de temps de vol et/ou une direction de décélération.

[0080] De façon préférée, les paramètres de mobilité de l'utilisateur pour lesquelles des valeurs sont calculées par le système électronique 1 de recommandation selon la présente invention comportent des valeurs de pronation/supination.

[0081] Il existe plusieurs modes de réalisation pour obtenir des données de mouvement de l'utilisateur lorsqu'il marche ou court sur le tapis roulant 20.

[0082] L'au moins un dispositif d'analyse de la mobilité 30 pourra comporter des capteurs de pressions et/ou des capteurs de forces intégrés au tapis roulant 20 et configurés pour générer les données de mouvement de l'utilisateur lorsque l'utilisateur marche ou court sur le tapis roulant 20. Ce mode de réalisation permet d'avoir un suivi de l'appui plantaire de l'utilisateur dans le cadre d'exercices menés sur le tapis roulant 20. Toutefois, il ne permet pas d'acquérir des données de mouvements générées en dehors du tapis roulant 20.

[0083] Selon un mode de réalisation préféré, l'au moins un dispositif d'analyse de la mobilité 30 pourra comporter au moins deux semelles intégrant des capteurs de pression, les capteurs de pression étant configurés de façon à générer les données de mouvement de l'utilisateur une fois les semelles utilisées par l'utilisateur. L'avantage de ce mode de réalisation est qu'il est possible de configurer le système électronique 1 de façon à ce qu'il puisse prendre en compte des données de mouvement générées par l'utilisateur alors qu'il n'est pas sur le tapis roulant 20. Toutefois, l'utilisation d'une semelle intérieure amovible pourrait présenter des problématiques d'hygiène et de robustesse du système.

[0084] Selon un mode de réalisation plus préféré, l'au moins un dispositif d'analyse de la mobilité 30 comprend au moins deux boîtiers électroniques 35 qui comportent des plateformes inertielles et qui, une fois couplés chacun à un pied de l'utilisateur, sont configurés pour générer les données de mouvement de l'utilisateur. Les boîtiers électroniques 35 peuvent ainsi être intégrés dans des semelles ou tout simplement à poser (via un système de clips) sur un article chaussant (par exemple sur le dessus d'un article chaussant) que l'utilisateur envisage d'acheter ou d'un article chaussant de calibrage. En outre, de tels dispositifs permettent de suivre la cinétique du pied lors de la phase oscillante. Ainsi, il est possible de baser une recommandation de semelle ou d'article chaussant au moins sur la base de données de mouvement générées durant la phase oscillante.

[0085] Comme illustré à la figure 4, les boîtiers électroniques 35b peuvent être intégrés dans une semelle d'un article chaussant. Néanmoins, les boîtiers électroniques 35a, 35c

peuvent également être configuré de façon à pouvoir être fixé sur un article chaussant. Le positionnement d'un boîtier électronique sur un article chaussant pourra être fonction de l'agencement des plateformes inertielles. Un boîtier électronique pourra par exemple être configuré de façon à être fixable sur l'arrière d'un article chaussant ou sur le coup de pied. Par exemple, la figure 4 illustre un pied d'un individu couplé à des plateformes inertielles positionnées en trois emplacements différents : au niveau du contrefort - boîtier électronique 35a ; dans la semelle extérieure ou intérieure - boîtier électronique 35b ; ou encore sur le devant du pied - boîtier électronique 35c, par exemple au niveau des lacets ou de la languette. Ces différents modes de réalisation pourraient être considérés comme des couplages indirects, car le boîtier électronique n'est pas au contact du pied de l'utilisateur, mais au contact d'un article chaussant lui-même au contact du pied de l'utilisateur.

[0086] Les boîtiers électroniques 35 pourront également être directement positionnés contre le pied de l'individu. Pour illustrer cela, la figure 4 montre également que l'invention peut être mise en œuvre à partir d'un boîtier électronique 35d directement couplé au pied de l'individu. Ce couplage peut utiliser une matière adhésive permettant de coller le boîtier électronique temporairement sur le pied ou encore grâce à un accessoire capable de maintenir le boîtier électronique contre le pied de l'individu. Avantagusement, ce positionnement peut être maintenu grâce à des matières adhésives, des bandes élastiques ou par tout autre moyen permettant de fixer de manière ponctuelle (i.e. amovible) le boîtier électronique sur le pied de l'individu. L'accessoire pourra par exemple être élastique et prendre la forme d'une chevillère ou d'un strap.

[0087] Chaque boîtier électronique 35 comporte une plateforme inertielle qui comporte par exemple au moins un accéléromètre et au moins un gyroscope. De façon préférée, elle comporte plusieurs accéléromètres et plusieurs gyroscopes. De façon plus préférée, la plateforme inertielle comporte au moins un accéléromètre (de préférence accéléromètres 3 axes) et au moins un gyroscope (de préférence gyroscopes 3 axes), et peut être complétée par d'autres capteurs. En particulier, chaque boîtier électronique 35 peut également comporter un ou plusieurs magnétomètres de façon à acquérir trois signaux bruts supplémentaires correspondant aux valeurs de champs magnétiques sur trois dimensions.

[0088] Chaque boîtier électronique 35 peut comporter par ailleurs d'autres capteurs, notamment un inclinomètre, un baromètre, un capteur de température, un capteur d'humidité et un altimètre pour bénéficier d'une précision accrue. En outre, le boîtier

électronique peut être couplé à d'autres capteurs par exemple répartis dans une semelle tels que des capteurs de pressions ou des capteurs de force. En particulier, les capteurs de pressions et/ou de force peuvent comporter des électrodes et être constitués de matériaux piézoélectriques.

[0089] En outre, chaque boîtier électronique 35 peut comporter un module de traitement de données configuré pour transformer l'ensemble des données de mouvement générées grâce à des algorithmes prédéfinis. Ainsi, les boîtiers électroniques 35 peuvent être configurés pour réaliser un traitement des signaux générés par la plateforme inertielle de façon à faciliter le traitement ultérieur par d'autres processeurs du système électronique 1 selon l'invention. Le module de traitement est avantageusement configuré pour réaliser un prétraitement des données générées et éventuellement pour réaliser un traitement suffisant pour générer une information sur la mobilité de l'utilisateur, information que le boîtier électronique transmet à un autre processeur du système de recommandation, en temps réel ou de manière différée.

[0090] Le module de traitement d'un boîtier électronique 35 permet d'analyser en trois dimensions la posture, les mouvements, la locomotion, l'équilibre et l'environnement de l'utilisateur, et plus généralement tout ce qui sera qualifié comme étant sa marche, à partir des données recueillies par la plateforme inertielle et les éventuels capteurs complémentaires placés dans une semelle. En particulier, le module de traitement peut être configuré pour générer des valeurs de paramètres de mobilité de l'utilisateur. Avantageusement, le module de traitement est configuré pour transformer les données de mouvement en au moins une valeur de paramètres de mobilité de l'utilisateur.

[0091] En outre, un boîtier électronique 35 peut comporter des moyens de communication. Ainsi, en particulier, chacun des boîtiers électroniques est conçu de manière à pouvoir communiquer indépendamment avec un ou plusieurs autres composants du système électronique 1 de recommandation afin de pouvoir par exemple transmettre ses propres informations sur les données de mouvement du pied auquel il est couplé ou des valeurs de paramètres de mobilité de l'utilisateur.

[0092] En outre, le boîtier électronique peut comporter une source d'énergie. La source d'énergie est de préférence de type batterie, rechargeable ou non. De préférence, la source d'énergie est une batterie rechargeable. En outre, elle peut être associée à un système de recharge par le mouvement ou par une énergie extérieure. Le système de recharge par une énergie extérieure peut notamment être un système de recharge par

connexion filaire, un système de recharge par induction ou encore photovoltaïque. Le boîtier électronique 35 peut comporter une source d'énergie de type batterie rechargeable, dont la recharge peut être réalisée selon différentes technologies : par chargeur, avec un connecteur affleurant au niveau de la semelle ; avec un dispositif de recharge mécanique intégré à la semelle, comme par exemple un dispositif piézoélectrique apte à fournir une énergie électrique à partir de la marche ; avec un dispositif sans contact, par exemple par induction ; ou avec un dispositif photovoltaïque.

[0093] En outre, le boîtier électronique 35 selon l'invention peut comporter un moyen de connexion filaire, de préférence protégé par une languette amovible. Une telle languette peut de préférence être réalisée en polymère de type élastomère ou polyuréthane. Ce moyen de connexion filaire peut être par exemple un port USB ou firewire. Avantageusement, le port USB est également résistant à l'eau ou l'humidité. Ce moyen de connexion filaire peut être utilisé comme évoqué ci-dessus pour recharger la batterie, mais également pour échanger des données et par exemple mettre à jour le micrologiciel de la carte électronique portant les différents composants du boîtier électronique.

[0094] Un système électronique 1 selon la présente invention comportera également un ou plusieurs processeurs 40. Lorsque le système électronique 1 comporte plusieurs processeurs 40, ils pourront être disposés sur une même carte électronique du système électronique ou bien être positionnés sur différentes cartes électroniques. Par exemple, lorsque le dispositif d'analyse de la mobilité 30 prend la forme de deux boîtiers électroniques 35 alors le système électronique 1 comporte au moins trois processeurs, deux positionnés chacun au niveau d'un boîtier électronique 35 et au moins un positionné au niveau d'un dispositif intégrant le tapis roulant 20 et le dispositif d'acquisition. En outre, ce ou ces processeurs 40 peuvent être positionnés sur un serveur distant du reste du dispositif intégrant le tapis roulant et le dispositif d'acquisition 10.

[0095] Ce ou ces processeurs 40 sont généralement couplés de manière communicante à une ou plusieurs mémoires de données. En outre, dans un mode de réalisation préféré, au moins une partie des processeurs sont positionnés sur un serveur informatique distant. Ils appartiennent toujours au système de recommandation selon l'invention, mais ne sont pas intégrés dans le dispositif intégrant le tapis roulant 20 et le dispositif d'acquisition 10.

[0096] Ce ou ces processeurs 40 sont avantageusement configurés pour exécuter des instructions permettant de mettre en œuvre tout ou partie des modes de réalisation du procédé selon l'invention.

[0097] En particulier, ils pourront être configurés pour calculer une pluralité de valeurs de paramètres. Pour cela, ce ou ces processeurs 40 pourront être configurés pour mettre en œuvre des instructions basées sur des règles métiers et des référentiels prédéterminés. Toutefois, le ou les processeurs 40 pourront également mettre en œuvre un ou plusieurs modèles de corrélation. Un modèle de corrélation pourra par exemple correspondre à un modèle mathématique, en particulier à un modèle d'apprentissage automatique.

[0098] L'apprentissage automatique peut être un apprentissage supervisé ou non supervisé. Ainsi, avantageusement, le système électronique 1 selon l'invention est configuré pour mettre en œuvre un ou plusieurs algorithmes. Ces algorithmes peuvent avoir été construits à partir de différents modèles d'apprentissage, notamment de partitionnement, supervisés ou non supervisés. L'algorithme peut être issu de l'utilisation d'un modèle d'apprentissage statistique supervisé sélectionné par exemple parmi les méthodes à noyau (e.g. Séparateurs à Vaste Marge - Support Vector Machines SVM, Kernel Ridge Regression) décrites par exemple dans Burges, 1998 (Data Mining and Knowledge Discovery. A Tutorial on Support Vector Machines for Pattern Recognition), les méthodes d'ensembles (e.g. arbres de décision) décrites par exemple dans Brieman, 2001 (Machine Learning. Random Forests), partitionnement en k-moyenne, arbres de décision, régression logique ou les réseaux de neurones décrits par exemple dans Rosenblatt, 1958 (The perceptron: a probabilistic model for information storage and organization in the brain) ou encore d'apprentissage profond (Les méthodes à base noyaux- Kernel Methods for Pattern Analysis Hardcover – Illustrated, Cambridge University Press, 2004 ; Techniques de machine apprenantes sur microcontrôleur à énergie ultra faible: TinyML, Machine Learning with TensorFlow Lite on Arduino and Ultra-Low-Power Microcontrollers, O'Reilly ,2020; Techniques réduction de dimensionnalité pour données hyper-dimensionnelles, Topological Methods in Data Analysis and Visualization V: Theory, Algorithms, and Applications Mathematics and Visualization, Springer Verlag, 2020.).

[0099] En particulier, le ou les processeurs 40 peuvent être configurés pour calculer au moins une valeur de paramètre de morphologie plantaire d'au moins un pied de l'utilisateur.

[0100] Le calcul se fait en particulier à partir des une ou plusieurs représentations générées par le dispositif d'acquisition. Ainsi, le ou les processeurs 40 pourront être configurés pour mettre en œuvre un traitement d'image, par exemple au moyen de masques prédéterminés, de règles prédéterminées ou encore de modèle de corrélation

permettant à partir d'une image de générer au moins une valeur de paramètre de morphologie plantaire. Avantageusement, le ou les processeurs peuvent être configurés pour calculer l'au moins une valeur de paramètre de morphologie plantaire à partir d'au moins une image réalisée lorsque l'utilisateur est debout et d'au moins une image réalisée lorsque l'utilisateur est assis.

[0101] L'au moins une valeur de paramètre de morphologie plantaire pourra avantageusement inclure au moins une valeur de paramètre de voute plantaire. En particulier, l'au moins une valeur de paramètre de morphologie plantaire pourra inclure des valeurs de caractéristiques sélectionnées parmi la longueur du pied, la largeur du pied, la hauteur du coup de pied et des caractéristiques géométriques du pied. En fonction du type de dispositif d'acquisition utilisé, l'au moins une valeur de paramètre de morphologie plantaire pourra inclure des valeurs de température de la plante du pied.

[0102] Avantageusement, l'au moins une valeur de paramètre de morphologie de voute plantaire comporte : une valeur de largeur de voute plantaire, une valeur de hauteur de voute plantaire, et/ou une valeur d'indice de l'isthme.

[0103] En particulier, le ou les processeurs 40 peuvent être configurés pour calculer au moins une valeur de paramètres de mobilité de l'utilisateur.

[0104] Le calcul se fait en particulier à partir des données de mouvement générées par les capteurs de pression ou la plateforme inertielle. Ainsi, le ou les processeurs 40 pourront être configurés pour mettre en œuvre un traitement de données, par exemple au moyen de règles prédéterminées, de filtrage ou encore de modèle de corrélation permettant à partir d'une série temporelle de générer au moins une valeur de paramètre de mobilité.

[0105] Le dispositif d'analyse de la mobilité 30 peut être configuré pour générer des données de mouvement brutes à partir desquelles il est possible de calculer des valeurs de paramètres de mobilité. De telles données brutes pourront être envoyées directement à des processeurs 40 qui seront alors configurés pour calculer les valeurs de paramètres de mobilité à partir des données de mouvement brutes reçues et pour les stocker dans une mémoire de données. Il peut être également prévu que les données de mouvement brutes générées par un dispositif d'analyse de la mobilité 30 soient directement traitées par le dispositif d'analyse de la mobilité 30.

[0106] Ainsi, le calcul de l'au moins une valeur de paramètre de mobilité de l'utilisateur à

partir des données de mouvement pourra être réalisé par le même processeur que celui configuré pour calculer des valeurs de paramètre d'état physiologique. Alternativement, l'au moins une valeur de paramètre de mobilité de l'utilisateur pourra être calculée au niveau de l'au moins un dispositif d'analyse de la mobilité 30. Avantageusement, une ou plusieurs valeurs de paramètre de morphologie plantaire peuvent être utilisée(s) pour calculer les valeurs de paramètre de mobilité. Les paramètres de morphologie plantaire pouvant être utilisés sont notamment la hauteur du coup de pied, son inclinaison, et/ou la géométrie générale du pied. Cela peut être utile pour affiner certains paramètres de mobilité.

[0107] Le calcul se fait en particulier à partir des données de mouvement générées par le dispositif d'analyse de la mobilité 30. En outre, il se fait de préférence sur des données de mouvement générées lorsque l'utilisateur marche ou court sur le tapis roulant 20.

[0108] Toutefois, de façon avantageuse, le ou les processeurs 40 peuvent être configurés pour calculer au moins une valeur de paramètre de mobilité de l'utilisateur à partir de données de mouvement générée lorsque l'utilisateur réalise des mouvements en dehors du tapis roulant 20.

[0109] Ainsi, avantageusement, des données de mouvement acquises pendant une course ou une marche peuvent être complétées par des données de mouvement générées dans le cadre d'exercice spécifique ne nécessitant pas une marche ou une course sur le tapis roulant 20.

[0110] Les valeurs de paramètres de mobilité calculées à partir de données de mouvement sont généralement générées en lien avec des paramètres biomécaniques identifiés de l'utilisateur en position dite dynamique, c'est-à-dire que l'utilisateur effectue au moins un mouvement.

[0111] Les valeurs de paramètres de mobilité peuvent être déterminées à partir d'exercices spécifiques réalisés par l'utilisateur. De tels exercices sont par exemple des étapes de marche ou de course. Ainsi, une valeur de paramètre de mobilité de type dynamique peut représenter un mouvement d'un utilisateur tel qu'à titre d'exemple non limitatif, un « pas » et une valeur de paramètre de mobilité de type statique peut, de manière avantageuse, mais non limitative, représenter une posture de type « à genou » d'un utilisateur. Il existe différents types d'exercices tels que le pas, la montée d'une marche, la descente d'une marche, une foulée, un saut, un plat, un statisme, un piétinement, un agenouillement... De ce fait, il est possible de déterminer une pluralité de valeurs de

paramètres de mobilité à partir de tels exercices comme notamment le mouvement du pied par rapport à un référentiel et ainsi mesurer la rotation de la cheville de l'utilisateur et en particulier le niveau souplesse du couple pied / cheville de l'utilisateur. D'autres exercices pour identifier plus d'informations sur les capacités d'extension, flexion ou rotation de la cheville peuvent également être mis en œuvre.

[0112] Les paramètres de mobilité peuvent correspondre à des paramètres biomécaniques. Ainsi, les paramètres de mobilité pourront être sélectionnés par exemple parmi : des valeurs de pronation/supination, des valeurs de force d'impact, des valeurs de longueur des pas, des valeurs de temps de contact, des valeurs d'accélération, des valeurs de vitesse angulaire, des valeurs d'orientation de la semelle, une vitesse de propulsion, un taux de fatigue, un angle de Fick, une durée de temps de contact, une durée de temps de vol, une direction de propulsion et une direction de décélération. De tels paramètres peuvent également correspondre à la longueur des pas, le temps de contact, le temps de vol, la boiterie, la force de propulsion, l'équilibre et plusieurs autres paramètres relatifs à l'utilisateur et décrivant sa démarche, ses postures et ses mouvements.

[0113] En particulier, les paramètres de mobilité peuvent comporter des angles formés par le pied dans un référentiel prédéterminé. En référence à la figure 4, parmi les angles pouvant être utilisés dans le cadre de l'invention, nous pouvons par exemple citer l'angle de frappe correspondant à une mesure de l'angle entre la base du pied et le sol au contact initial. Cet angle peut continuer à être mesuré durant la phase d'attaque du pas jusqu'à la phase de pas antérieur. Comme illustré, l'angle 46 entre la base du pied 45 et le sol peut également être mesuré lors de la phase de propulsion.

[0114] Avantageusement, les paramètres de mobilité les plus pertinents dans le cadre de la présente invention sont les paramètres de pronation et/ ou supination et/ou une boiterie.

[0115] De façon encore plus préférée, les paramètres de mobilité comportent au moins : le paramètre de force d'impact, le paramètre de pronation et/ou le paramètre de supination.

[0116] Avantageusement, le système électronique 1 selon l'invention est configuré pour calculer des valeurs de paramètres de mobilité à partir d'au moins 10 répétitions d'un mouvement, de préférence d'au moins 15 répétitions et de façon encore plus préférée d'au moins 20 répétitions. En outre, les valeurs de paramètres de mobilité sont calculées de préférence à partir d'une sélection de répétition et ne prennent en compte que 90 % des répétitions réalisées par l'utilisateur, de façon plus préférée que 85 % des répétitions réalisées par l'utilisateur et de façon encore plus préférée que 80 % des répétitions

réalisées par l'utilisateur.

[0117] En particulier, le ou les processeurs 40 peuvent être configurés pour calculer au moins une valeur de paramètre d'état physiologique de l'utilisateur. De façon préférée, le ou les processeurs 40 configurés pour calculer des valeurs de paramètre d'état physiologique ne sont pas positionnés dans le dispositif intégrant le tapis roulant 20 et le dispositif d'acquisition 10.

[0118] Le calcul se fait en particulier à partir des au moins une valeur de paramètre de morphologie plantaire, de l'au moins une valeur de paramètre morphologique de l'utilisateur et de l'au moins une valeur de paramètre de mobilité. Ainsi, le ou les processeurs 40 pourront être configurés pour mettre en œuvre un traitement de données, par exemple au moyen de règles prédéterminées ou encore de modèle de corrélation permettant à partir d'une pluralité de valeurs de générer au moins une valeur de paramètre d'état physiologique de l'utilisateur.

[0119] De façon préférée, le calcul de l'au moins une valeur de paramètre d'état physiologique de l'utilisateur se fait à partir des valeurs d'au moins deux paramètres de morphologie plantaire, de façon plus préférée à partir des valeurs d'au moins trois paramètres de morphologie plantaire, et de façon encore plus préférée à partir des valeurs d'au moins quatre paramètres de morphologie plantaire.

[0120] De façon préférée, le calcul de l'au moins une valeur de paramètre d'état physiologique de l'utilisateur se fait à partir des valeurs d'au moins deux paramètres de mobilité, de façon plus préférée à partir des valeurs d'au moins trois paramètres de mobilité, et de façon encore plus préférée à partir des valeurs d'au moins quatre paramètres de mobilité.

[0121] De façon préférée, le calcul de l'au moins une valeur de paramètre d'état physiologique de l'utilisateur se fait à partir des valeurs d'au moins deux paramètres de morphologie de l'utilisateur, de façon plus préférée à partir des valeurs d'au moins trois paramètres de morphologie de l'utilisateur, et de façon encore plus préférée à partir des valeurs d'au moins quatre paramètres de morphologie de l'utilisateur.

[0122] L'au moins une valeur de paramètre d'état physiologique de l'utilisateur pourra comporter des valeurs de score de mobilité, un score de risque pathologique, un score d'évolution de pathologie et/ou un score d'efficacité de traitement notamment thérapeutique.

[0123] En outre, les un ou plusieurs processeurs peuvent être configurés pour générer une ou plusieurs recommandations en fonction de l'au moins une valeur de paramètre d'état physiologique calculée. Le système électronique 1 pourra alors comporter une interface homme-machine configurée pour afficher la ou les recommandations.

[0124] Dans un mode de réalisation, le système électronique 1 selon l'invention pourra être configuré pour acquérir des informations relatives à l'activité de l'utilisateur. Ces informations relatives à l'activité de l'utilisateur pourront correspondre à des valeurs de paramètre d'activité. Les valeurs de paramètre d'activité pourront correspondre à des activités que l'utilisateur réalise le plus fréquemment (e.g. basket, tennis, randonnées running court, running long, marche urbaine...).

[0125] En particulier, le système électronique 1 pourra être configuré pour acquérir une valeur de paramètres d'activité de l'utilisateur. La valeur de paramètres d'activité de l'utilisateur pourra correspondre à la ou aux activités que l'utilisateur réalise et/ou envisage de principalement réaliser. De façon préférée, lors du calcul de valeurs de paramètre d'état physiologique, le système électronique 1 selon la présente invention pourra prendre en considération ces valeurs de paramètre d'activité utilisées pour définir au mieux les valeurs de paramètre d'état physiologique.

[0126] Le système électronique 1 selon l'invention, pourra comporter en outre une interface homme-machine 50 indiquant à l'utilisateur des exercices spécifiques à réaliser, en particulier sur le tapis roulant 20, lesdits exercices spécifiques étant déterminés en fonction d'une ou de plusieurs valeurs de paramètres d'activité de l'utilisateur. Avantageusement, le système sera configuré pour que l'au moins une valeur de paramètre de mobilité calculée utilisée pour calculer les valeurs de paramètre d'état physiologique soit calculée à partir de données de mouvement générées lors de la réalisation des exercices spécifiques par l'utilisateur.

[0127] En outre, le système électronique 1 pourra être configuré pour que le calcul des valeurs de paramètre d'état physiologique prenne en compte des valeurs d'appui plantaire de l'utilisateur ou encore des valeurs de déplacement de centre de pression.

[0128] Avantageusement, le système électronique 1 pourra être configuré pour que le calcul des valeurs de paramètre d'état physiologique prenne en compte des valeurs de paramètre morphologique de l'utilisateur. Les paramètres morphologiques de l'utilisateur pourront par exemple correspondre au poids et/ou à la taille. De façon préférée, les paramètres morphologiques de l'utilisateur comportent le poids de l'utilisateur.

[0129] Avantageusement, le système électronique 1 pourra être configuré pour que le calcul des valeurs de paramètre d'état physiologique prenne en compte des valeurs de paramètre de profil de l'utilisateur. Les paramètres de profil de l'utilisateur pourront par exemple correspondre au genre, à l'âge, aux pathologies particulières comme le diabète, etc.

[0130] Par exemple, il est prévu que l'utilisateur puisse indiquer, dans le cadre de la saisie de ses informations de paramètre de profil, une ou plusieurs pathologies ayant une influence sur sa mobilité, ou plus généralement toute défaillance physique impliquant des difficultés à se mouvoir. Une telle pathologie ou une telle défaillance physique peut être sélectionnable via une liste au travers de l'application dédiée ou bien peut être inscrite dans un champ dédié. Une telle pathologie ou une telle défaillance physique peut consister, mais de manière non limitative à des problèmes articulaires d'un ou plusieurs membres de l'utilisateur, un hallux valgus, un hallux rigidus, une griffe d'orteil (« orteil en marteau »), une bunionette, le syndrome de Morton, le syndrome algique du 2ème rayon, la bursite inter métatarsienne, les sésamoïdopathies, les tendinopathies ou encore toute blessure physique ayant une incidence sur la mobilité ou plus généralement la démarche de l'utilisateur.

[0131] Comme cela a été mentionné, le système électronique 1 de recommandation pourra être couplé à de nombreux autres capteurs et le calcul des valeurs de paramètre d'état physiologique pourra avantageusement prendre en compte d'autres valeurs associées à l'utilisateur telles que : son rythme cardiaque, sa pression sanguine, son poids, son pourcentage de masse grasseuse, etc.... Ces valeurs permettront d'enrichir l'algorithme et fourniront des informations plus précises et même des informations sur l'évolution de la santé de la personne.

[0132] Le ou les processeurs 40 pourront également être configurés pour générer une ou plusieurs recommandations de semelle à partir de l'au moins une valeur de paramètre d'état physiologique. Un système électronique 1 pourra avantageusement ne pas être limité à proposer des semelles en tant que telles, mais il pourra être configuré pour proposer les articles chaussants les plus adaptés intégrant évidemment une semelle.

[0133] En outre, les un ou plusieurs processeurs sont configurés pour générer une ou plusieurs recommandations en fonction de l'au moins une valeur de paramètre d'état physiologique calculée.

[0134] Les recommandations peuvent prendre plusieurs formes telles que des conseils

sur des exercices adaptés à l'état physiologique de l'utilisateur, ou des conseils sur son alimentation ou encore des conseils relatifs à des risques pathologiques accrus. De préférence, la ou les recommandations comportent un programme d'entraînement comportant un ou plusieurs exercices à faire pour améliorer la technique, ou réduire les risques de blessure.

[0135] La génération d'une recommandation se fait en particulier à partir d'au moins une valeur de paramètre d'état physiologique. Ainsi, le ou les processeurs 40 pourront être configurés pour mettre en œuvre un traitement de données, par exemple au moyen de règles prédéterminées, de référentiel ou encore de modèle de corrélation, permettant de générer une recommandation à partir d'une ou de plusieurs valeurs de paramètre d'état physiologique. En particulier, le ou les processeurs 40 pourront être configurés pour générer une recommandation à partir d'un ou plusieurs référentiels établissant une relation entre une ou plusieurs valeurs de paramètre d'état physiologique. En fonction des valeurs de paramètres mentionnés notamment des valeurs de paramètres d'état physiologique, le ou les processeurs 40 pourront par exemple hiérarchiser des recommandations.

[0136] Une recommandation peut également comporter un programme d'entraînement comportant un ou plusieurs exercices à faire pour améliorer la technique, ou réduire les risques de blessure, etc...

[0137] En particulier, la génération d'une recommandation pourra prendre en compte directement ou indirectement une valeur de paramètre d'activité de façon à ce que la recommandation soit adaptée aux activités / habitudes de l'utilisateur.

[0138] En outre, dans un mode de réalisation préféré, tout ou partie des processeurs sont positionnés sur un dispositif informatique distant. Ils appartiennent toujours au système électronique d'analyse selon l'invention, mais ne sont pas intégrés dans le dispositif intégrant le tapis roulant 20 et le dispositif d'acquisition 10. Un dispositif informatique distant peut correspondre à serveur informatique distant intégré au système électronique 1 selon l'invention ou bien à un dispositif informatique tiers. De préférence, au moins une partie des processeurs sont positionnés sur un serveur informatique distant. La au moins une partie des processeurs positionnés sur un dispositif informatique distant peut être configuré pour communiquer avec le dispositif intégrant le tapis roulant 20 et le dispositif d'acquisition 10. De préférence, la au moins une partie des processeurs positionnés sur un dispositif informatique distant communique avec le dispositif intégrant le tapis roulant 20

et le dispositif d'acquisition 10 au travers d'un réseau de communication R1 de longue portée du type Internet, LoRa ou Sigfox ou de tout autre réseau de communication équivalent.

[0139] Ainsi, la au moins un partie des processeurs positionnés sur un dispositif informatique distant peut être configurée pour exécuter des instructions permettant de mettre en œuvre tout ou partie des modes de réalisation du procédé selon l'invention. En particulier, la au moins un partie des processeurs positionnés sur un dispositif informatique distant qui peut être configuré pour recevoir des données, et/ou images et/ou valeurs de paramètres. Par ailleurs, le dispositif informatique distant pourra alors être configuré pour stocker et traiter les données, images et/ou valeurs de paramètres reçues. Alternativement, le dispositif informatique distant pourra être configuré pour calculer une pluralité de valeurs de paramètres, de préférence tel que détaillé ci-après.

[0140] Ainsi, la au moins un partie des processeurs positionnés sur un dispositif informatique distant peut être configurée pour réaliser tout ou partie des calculs de valeurs de paramètres tels que décrit ci-après. Le système électronique 1 pourra alors être configuré pour recevoir les valeurs de paramètres calculées. En outre, le système électronique 1 pourra être configuré pour afficher les valeurs de paramètres, de préférence au moyen de l'interface homme machine. Ainsi, comme décrit précédemment, l'interface homme machine pourra être configurée pour afficher la ou les recommandations.

[0141] Un système électronique 1 selon la présente invention peut comporter également un ou plusieurs moyens de communication 60. Le ou les moyens de communication 60 seront configurés pour communiquer au travers d'un réseau de communication R1 de longue portée du type Internet, LoRa ou Sigfox ou de tout autre réseau de communication équivalent.

[0142] Ainsi, un système électronique 1 selon la présente invention peut avantageusement communiquer avec d'autres dispositifs informatiques, tel qu'un dispositif informatique de présentation 80 ou un dispositif informatique tiers 90 (e.g. un serveur informatique).

[0143] Un système électronique 1 selon la présente invention pourra comporter également une ou plusieurs mémoires de données 70. Une mémoire de données 70 selon l'invention pourra par exemple correspondre à un support de stockage non éphémère, lisible par processeur, qui stocke notamment des instructions exécutables par

un processeur. La mémoire de données 70 peut coopérer avec le ou les processeurs 40 au moyen de bus de communication interne. La mémoire de données 70 peut être partiellement ou entièrement électriquement effaçable afin d'être mise à jour.

[0144] Comme illustré à la figure 1, un système électronique 1 selon la présente invention pourra être couplé à un dispositif informatique de présentation 80.

[0145] Le dispositif informatique de présentation 80 peut être configuré pour recevoir des données brutes ou prétraitées, générées par le système électronique 1 selon la présente invention. Le dispositif informatique de présentation 80 est généralement une tablette ou un téléphone intelligent mobile (« smartphone » en terminologie anglosaxonne).

[0146] Avantageusement, une application dédiée est installée sur le dispositif informatique de présentation 80 afin de traiter les informations transmises par le système électronique 1 selon la présente invention et permettre à l'utilisateur d'interagir avec le système dans le cadre de la recommandation. En particulier, l'utilisateur pourra consulter au moins une partie des valeurs de paramètre générées par le système électronique 1 selon la présente invention. Ainsi, le système électronique 1 selon la présente invention peut être associé, de préférence couplé directement ou indirectement à un dispositif informatique de présentation 80. Le dispositif informatique de présentation 80 pourra par exemple correspondre à un dispositif associé à l'utilisateur tel qu'un téléphone portable.

[0147] Ainsi, l'utilisateur pourra retrouver, par exemple via un compte personnel, des informations sur sa mobilité, la morphologie plantaire et ses paramètres d'état physiologique.

[0148] Comme illustré à la figure 1, un système électronique 1 selon la présente invention pourra être couplé à un dispositif informatique tiers 90. Le dispositif informatique tiers 90 pourra par exemple héberger des référentiels utilisés lors de calcul de valeurs de paramètres.

[0149] Par ailleurs, un dispositif informatique tiers 90 peut être distinct du système électronique 1. Ainsi, un système électronique 1 peut être couplé à un dispositif informatique tiers 90.

[0150] Avantageusement, un dispositif informatique tiers 90 peut être configuré pour communiquer avec le système électronique 1. De préférence le dispositif informatique tiers 90 communique avec le système électronique au travers d'un réseau de communication R1 de longue portée du type Internet, LoRa ou Sigfox ou de tout autre

réseau de communication équivalent.

[0151] Selon une alternative, le dispositif informatique tiers 90 peut comprendre un ou plusieurs processeurs 40. Ainsi, un dispositif informatique tiers 90 peut être configuré pour exécuter des instructions permettant de mettre en œuvre tout ou partie des modes de réalisation du procédé selon l'invention. En particulier, le dispositif informatique tiers 90 peut être configuré pour calculer une pluralité de valeurs de paramètres. Ainsi, un dispositif informatique tiers 90 peut être configuré pour réaliser tout ou partie des calculs de valeurs de paramètres tels que décrit précédemment. Le système électronique 1 pourra alors être configuré pour recevoir les valeurs de paramètres. En outre, le système électronique 1 pourra être configuré pour afficher les valeurs de paramètres, de préférence au moyen de l'interface homme machine.

[0152] Ainsi, l'invention peut également correspondre à un système électronique couplé à un dispositif informatique tiers, et configuré pour recevoir des calculs ou des valeurs de paramètres tels que décrit précédemment.

[0153] En outre, le système électronique 1 peut comporter au moins un capteur physiologique. Un capteur physiologique peut être configuré pour générer des valeurs de paramètre physiologique de l'utilisateur, notamment lorsque l'utilisateur marche ou court sur le tapis roulant 20. Des paramètres physiologiques peuvent par exemple comporter la fréquence cardiaque, la pression artérielle, la température corporelle, la fréquence respiratoire, la saturation partielle en oxygène.

[0154] Un tel système peut être utilisé dans d'autres applications. Il est notamment singulier de par la présence d'au moins un dispositif d'acquisition 10 agencé pour générer une ou plusieurs images d'une plante de pied, d'un tapis roulant 20 et d'un dispositif d'analyse de la mobilité capable de dégénérer des données de mouvement notamment lorsque l'utilisateur court ou marche sur le tapis roulant.

[0155] Selon un second aspect, l'invention porte sur un procédé 100 d'analyse de l'état physiologique d'un utilisateur.

[0156] En particulier, le procédé 100 d'analyse de l'état physiologique peut être mis en œuvre par un système électronique 1 selon la présente invention. Alternativement, le procédé 100 d'analyse de l'état physiologique peut être mis en œuvre par tout dispositif comportant un ou plusieurs processeurs 40 couplés à une mémoire de données.

[0157] De façon préférée, un procédé 100 d'analyse de l'état physiologique selon la

présente invention comporte des étapes correspondant aux fonctionnalités décrites ci-dessus du système électronique 1 d'analyse de l'état physiologique selon la présente invention, et ses différents modes de réalisation, préférés, avantageux ou non.

[0158] En particulier, comme illustré à la figure 5, un procédé 100 d'analyse de l'état physiologique comportera les étapes de calcul d'au moins une valeur de paramètre de morphologie plantaire 110 ; de calcul des valeurs de paramètre de mobilité 120 de l'utilisateur ; de calcul d'au moins une valeur de paramètre d'état physiologique 130.

[0159] En outre, il pourra comporter une étape de génération 140 d'une ou de plusieurs recommandations à partir de l'au moins une valeur de paramètre d'état physiologique.

[0160] En particulier, un procédé 100 d'analyse de l'état physiologique comporte une étape de calcul d'au moins une valeur de paramètre de morphologie plantaire 110 d'au moins un pied de l'utilisateur. Ce calcul est en particulier réalisé à partir d'une ou de plusieurs représentations d'une plante de pied 31 de l'utilisateur. Une telle image peut en particulier correspondre à une image générée par un dispositif d'acquisition 10.

[0161] De façon préférée, l'au moins une valeur de paramètre de morphologie plantaire inclut au moins une valeur de paramètre de voute plantaire.

[0162] En particulier, un procédé 100 d'analyse de l'état physiologique comporte une étape de calcul des valeurs de paramètre de mobilité 120 de l'utilisateur.

[0163] Ce calcul est en particulier réalisé à partir des données de mouvement générées lorsque l'utilisateur marche ou court.

[0164] Ces données de mouvement peuvent en particulier correspondre à des données de mouvement générées par au moins un dispositif d'analyse de la mobilité 30, l'au moins un dispositif d'analyse de la mobilité 30 comportant au moins une plateforme inertielle et/ou au moins un capteur de pression.

[0165] En particulier, un procédé 100 d'analyse de l'état physiologique comporte une étape de calcul d'au moins une valeur de paramètre d'état physiologique 130.

[0166] Ce calcul est en particulier réalisé à partir des au moins une valeur de paramètre morphologique de l'utilisateur, au moins une valeur de paramètre de morphologie plantaire et au moins une valeur de paramètre de mobilité.

[0167] En particulier, un procédé 100 d'analyse de l'état physiologique peut comporter

une étape de génération 140 d'une ou de plusieurs recommandations.

[0168] Ce calcul est en particulier réalisé à partir de l'au moins une valeur de paramètres d'état physiologique calculée.

[0169] Le procédé 100 selon l'invention ainsi que le système électronique 1 selon l'invention mettent avantageusement en œuvre des étapes de calcul et de génération de recommandations.

[0170] Comme cela a été décrit, ces valeurs calculées ou générées pourront l'être par un ou plusieurs processeurs 40. Ce ou ces processeurs pourront être configurés pour mettre en œuvre des instructions basées sur des règles métiers et des référentiels prédéterminés.

[0171] Toutefois, le ou les processeurs 40 pourront également mettre en œuvre un ou plusieurs modèles de corrélation. Un modèle de corrélation pourra par exemple correspondre à un modèle mathématique, en particulier à un modèle d'apprentissage automatique.

[0172] Le modèle d'apprentissage automatique est sélectionné parmi un modèle d'apprentissage automatique supervisé, non supervisé ou par renforcement.

[0173] L'invention peut faire l'objet de nombreuses variantes et applications autres que celles décrites ci-dessus. En particulier, sauf indication contraire, les différentes caractéristiques structurelles et fonctionnelles de chacune des mises en œuvre décrite ci-dessus ne doivent pas être considérées comme combinées et/ou étroitement et/ou inextricablement liées les unes aux autres, mais au contraire comme de simples juxtapositions. En outre, les caractéristiques structurelles et/ou fonctionnelles des différents modes de réalisation décrits ci-dessus peuvent faire l'objet en tout ou partie de toute juxtaposition différente ou de toute combinaison différente.

Revendications

1. Système électronique (1) d'analyse de l'état physiologique d'un utilisateur comportant :
 - Au moins un dispositif d'acquisition (10) agencé pour générer une ou plusieurs représentations d'une plante de pied de l'utilisateur, la ou lesdites représentations étant associée(s) à des données de profondeur de la voute plantaire ;
 - Un tapis roulant (20) agencé pour permettre à l'utilisateur de marcher ou de courir sur ledit tapis roulant ;
 - Au moins un dispositif d'analyse de la mobilité (30) comportant au moins une plateforme inertielle et/ou au moins un capteur de pression configuré(s) pour générer des données de mouvement lorsque l'utilisateur marche ou court sur le tapis roulant ;
 - Au moins une mémoire de données (70) configurée pour mémoriser les une ou plusieurs représentations d'une plante de pied, les données de mouvement et au moins une valeur de paramètre morphologique de l'utilisateur ;
 - Un ou plusieurs processeurs (40) configurés pour :
 - o Calculer, à partir des une ou plusieurs représentations générées, au moins une valeur de paramètre de morphologie plantaire d'au moins un pied de l'utilisateur ;
 - o Calculer au moins une valeur de paramètre de mobilité de l'utilisateur à partir des données de mouvement générées lorsque l'utilisateur marche ou court, de préférence sur le tapis roulant ;
 - o Calculer au moins une valeur de paramètre d'état physiologique à partir des au moins une valeur de paramètre morphologique de l'utilisateur, au moins une valeur de paramètre de morphologie plantaire et au moins une valeur de paramètre de mobilité.

2. Système électronique (1) selon la revendication 1, caractérisé en ce que les un ou plusieurs processeurs (40) sont en outre configurés pour générer une ou plusieurs recommandations en fonction de l'au moins une valeur de paramètre d'état physiologique calculée et de préférence en ce qu'il comporte une interface homme-machine configurée pour afficher la ou les recommandations.

3. Système électronique (1) selon l'une des revendications 1 ou 2, caractérisé en ce que les paramètres d'état physiologique sont sélectionnés parmi : un score de santé, un score de risque pathologique, un score d'évolution de pathologie et/ou un score d'efficacité de traitement thérapeutique.
4. Système électronique (1) selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, caractérisé en ce que les un ou plusieurs processeurs sont en outre configurés pour calculer des valeurs de paramètre d'état physiologique en prenant en compte en outre au moins une valeur de paramètres de profil de l'utilisateur, lesdits paramètres de profil de l'utilisateur pouvant comporter le genre, l'âge, et/ou une pathologie affectant l'utilisateur.
5. Système électronique (1) selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, caractérisé en ce que le système comporte au moins un capteur physiologique configuré pour générer des valeurs de paramètre physiologique de l'utilisateur, notamment lorsque l'utilisateur marche ou court sur le tapis roulant (20), et en ce que les un ou plusieurs processeurs (40) sont en outre configurés pour calculer des valeurs de paramètre d'état physiologique en prenant en compte en outre au moins une valeur de paramètre physiologique générée, ledit paramètre physiologique pouvant comporter la fréquence cardiaque, la pression artérielle, la température corporelle, la fréquence respiratoire, et/ou la saturation partielle en oxygène.
6. Système électronique (1) selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que la ou les représentations d'une plante de pied de l'utilisateur comportent une représentation en trois dimensions d'au moins une partie du pied de l'utilisateur, de préférence de la voute plantaire.
7. Système électronique (1) selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que la ou les représentations d'une plante de pied de l'utilisateur comportent au moins une représentation réalisée lorsque l'utilisateur est debout et au moins une représentation réalisée lorsque l'utilisateur est assis et en ce que les un ou plusieurs processeurs sont en outre configurés pour calculer l'au moins une valeur de paramètres de morphologie plantaire à partir d'au moins une représentation réalisée

lorsque l'utilisateur est debout et d'au moins une représentation réalisée lorsque l'utilisateur est assis.

8. Système électronique (1) selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que l'au moins une valeur de paramètre de morphologie comporte une valeur de paramètre de morphologie de voute plantaire sélectionnée parmi : une valeur de largeur de voute plantaire, une valeur de hauteur de voute plantaire, et/ou une valeur d'indice de l'isthme.
9. Système électronique (1) selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que le ou les processeurs sont en outre configurés pour calculer les valeurs de paramètre d'état physiologique en prenant en compte en outre au moins une valeur de paramètres d'activité de l'utilisateur.
10. Système électronique (1) selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que le système électronique comporte en outre une interface homme-machine indiquant à l'utilisateur des exercices spécifiques à réaliser, en particulier sur le tapis roulant, lesdits exercices spécifiques étant déterminés en fonction d'au moins une valeur de paramètres d'activité, de paramètres morphologique et/ou de paramètres de profil de l'utilisateur ; et le système électronique étant configuré pour que l'au moins une valeur de paramètre de mobilité calculée utilisée pour calculer les valeurs de paramètre d'état physiologique soit calculée à partir de données de mouvement générées lors de la réalisation des exercices spécifiques par l'utilisateur.
11. Système électronique (1) selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que l'au moins un dispositif d'analyse de la mobilité (30) comporte des capteurs de pressions et/ou des capteurs de force intégrés au tapis roulant (20), et qui sont configurés pour générer les données de mouvement de l'utilisateur lorsque l'utilisateur marche ou court sur le tapis roulant (20).
12. Système électronique (1) selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que l'au moins un dispositif d'acquisition comporte une caméra à détection de profondeur, en particulier une caméra 3D à détection de profondeur.

13. Système électronique (1) selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que l'au moins un dispositif d'acquisition comporte un dispositif d'acquisition d'image agencé pour générer une ou plusieurs représentations des membres inférieurs, de préférence agencé pour générer une cinématique de mouvement des membres inférieurs de l'utilisateur lors d'une marche ou d'une course sur le tapis roulant.
14. Système électronique (1) selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que l'au moins un dispositif d'analyse de la mobilité (30) comprend au moins deux boîtiers électroniques (35) chacun comportant une plateforme inertielle et qui, une fois couplés chacun à un pied de l'utilisateur, sont configurés pour générer les données de mouvement de l'utilisateur.
15. Système électronique (1) selon l'une quelconque des revendications 1 à 13, caractérisé en ce que l'au moins un dispositif d'analyse de la mobilité comporte des capteurs de pressions et/ou des capteurs de force intégrés au tapis roulant, et qui sont configurés pour générer les données de mouvement de l'utilisateur lorsque l'utilisateur marche ou court sur le tapis roulant.
16. Système électronique (1) selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que les un ou plusieurs processeurs (40) sont en outre configurés pour calculer des valeurs de paramètre d'état physiologique de l'utilisateur en prenant en compte en outre :
- au moins une valeur de paramètre de profil de l'utilisateur, ledit paramètre de profil de l'utilisateur pouvant comporter le genre, l'âge, et/ou une pathologie affectant l'utilisateur ;
 - au moins une valeur de paramètre d'activité de l'utilisateur, ladite valeur de paramètre d'activité de l'utilisateur pouvant comporter une typologie du terrain de course ou de marche, une typologie de sport, un nombre de kilomètres moyen réalisé par semaine, un nombre de kilomètres moyen réalisé par sortie, et/ou une vitesse moyenne de marche ou de course ; et/ou
 - au moins une valeur de paramètre physiologique de l'utilisateur, ledit paramètre physiologique de l'utilisateur pouvant comporter la fréquence cardiaque, la pression

artérielle, la température corporelle, la fréquence respiratoire, et/ou la saturation partielle en oxygène.

17. Système électronique (1) selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce qu'il comprend un dispositif informatique distant, ledit dispositif informatique distant comprenant une partie des un ou plusieurs processeurs, et étant configuré pour communiquer avec un dispositif intégrant le tapis roulant (20) et le dispositif d'acquisition (10), de préférence par un réseau de communication.
18. Procédé (100) d'analyse de l'état physiologique d'un utilisateur mis en œuvre par un ou plusieurs processeurs (40) couplés à au moins une mémoire de données (70) configurée pour mémoriser une ou plusieurs représentations d'une plante de pied, des données de mouvement générées lorsque l'utilisateur marche ou court, et au moins une valeur de paramètre morphologique de l'utilisateur, ledit procédé comportant les étapes suivantes :
- Calculer (110), à partir des une ou de plusieurs représentations d'une plante de pied de l'utilisateur générées par un dispositif d'acquisition (10), au moins une valeur de paramètre de morphologie plantaire d'au moins un pied de l'utilisateur, la ou lesdites représentations étant associée(s) à des données de profondeur de la voute plantaire ;
 - Calculer au moins une valeur de paramètre de mobilité (120) de l'utilisateur à partir des données de mouvement générées lorsque l'utilisateur marche ou court, lesdites données de mouvement ayant été générées par un dispositif d'analyse de la mobilité (30), l'au moins un dispositif d'analyse de la mobilité (30) comportant au moins une plateforme inertielle et/ou au moins un capteur de pression ; et
 - Calculer au moins une valeur de paramètre d'état physiologique (130) à partir des au moins une valeur de paramètre morphologique de l'utilisateur, au moins une valeur de paramètre de morphologie plantaire et au moins une valeur de paramètre de mobilité.
19. Procédé (100) d'analyse de l'état physiologique d'un utilisateur selon la revendication précédente, caractérisé en ce qu'il comporte en outre une étape, mise en œuvre par les un ou plusieurs processeurs (40), de génération (140) d'une ou plusieurs recommandations à partir des valeurs de paramètres d'état physiologique calculées.

1/4

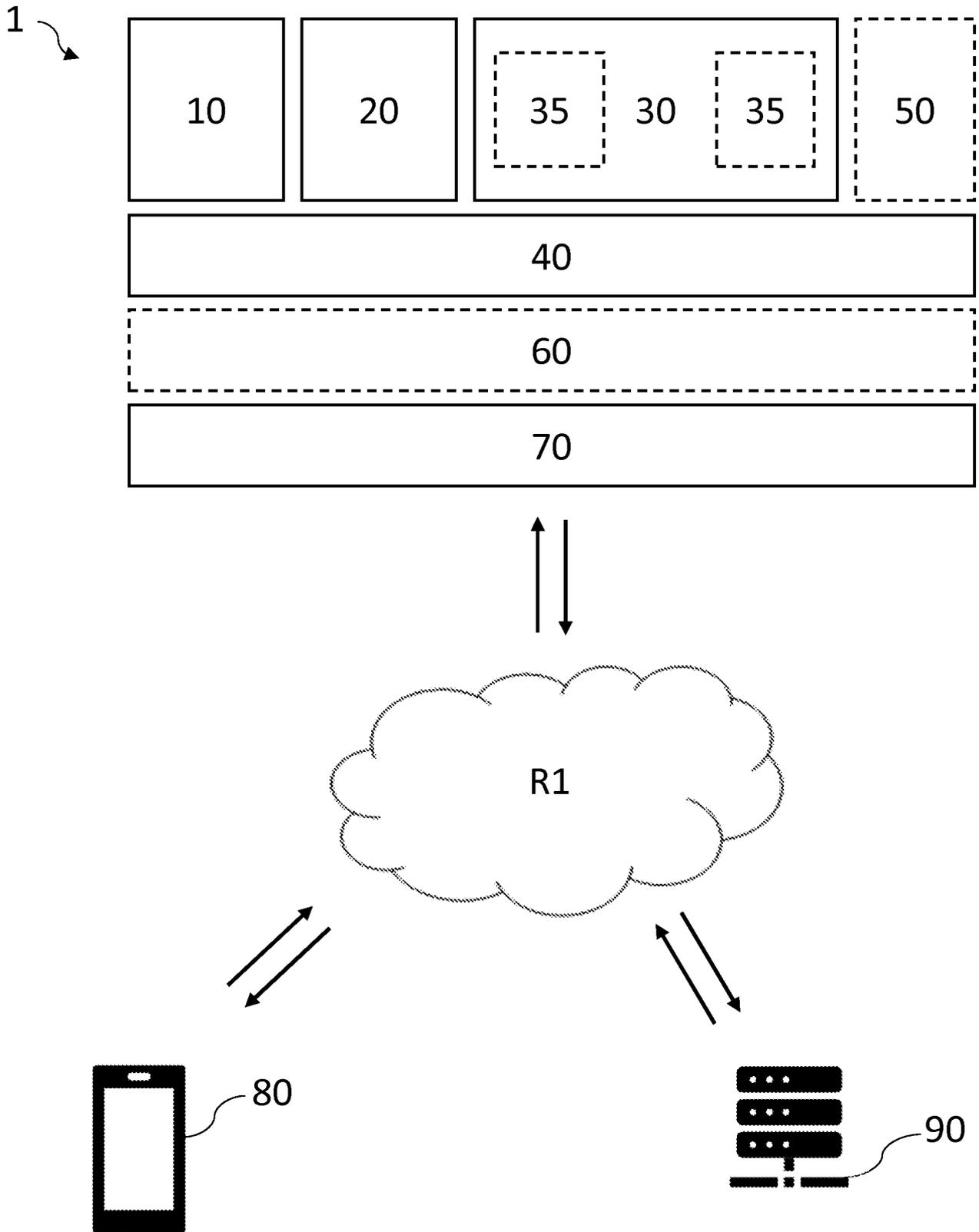


FIG. 1

2/4

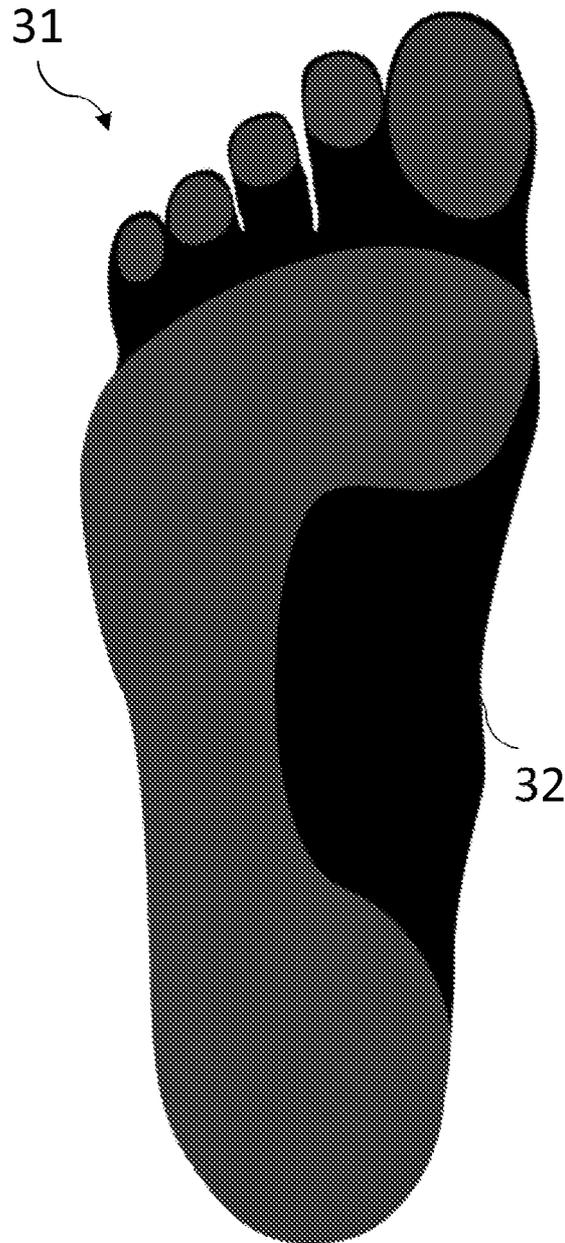


FIG. 2

3/4

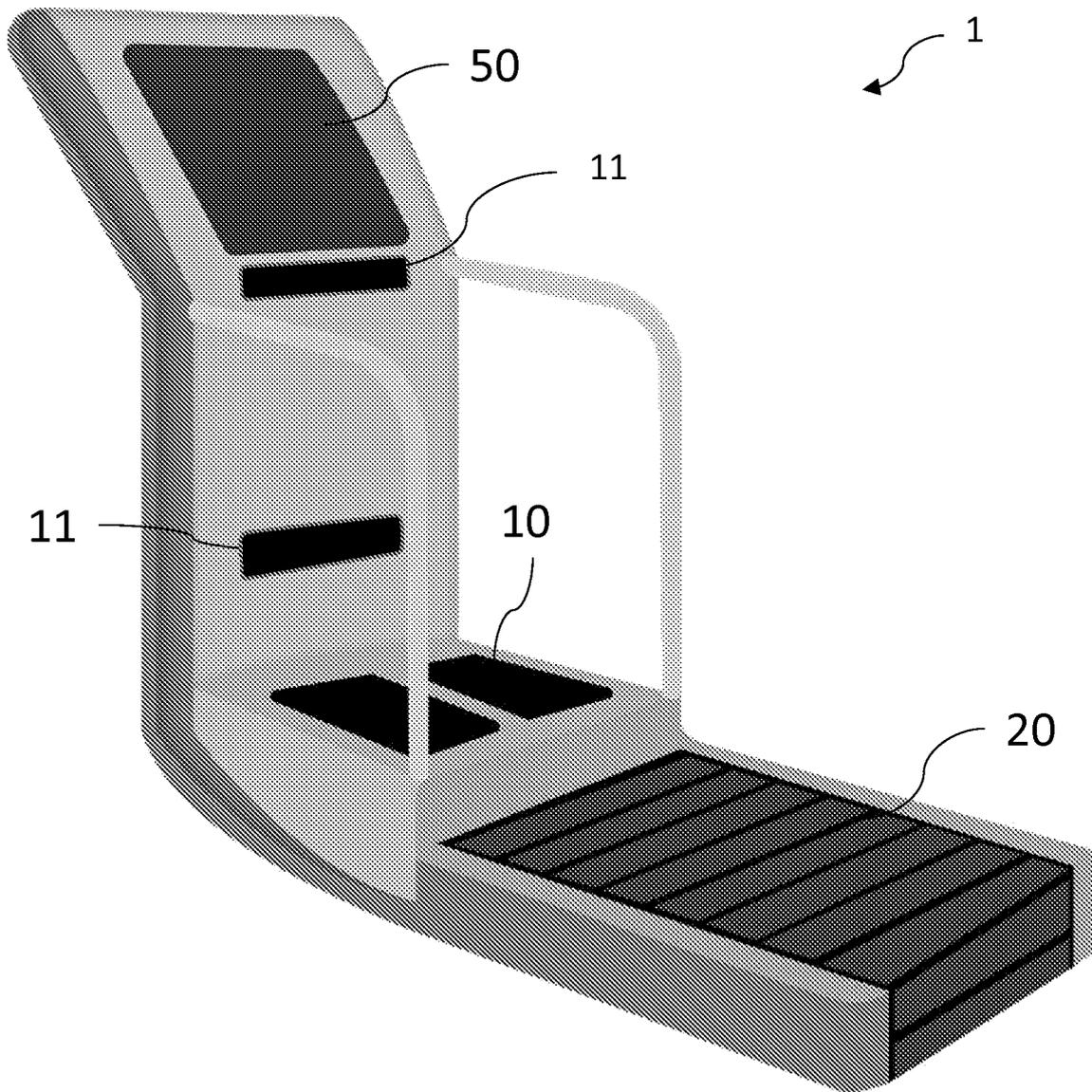


FIG. 3

4/4

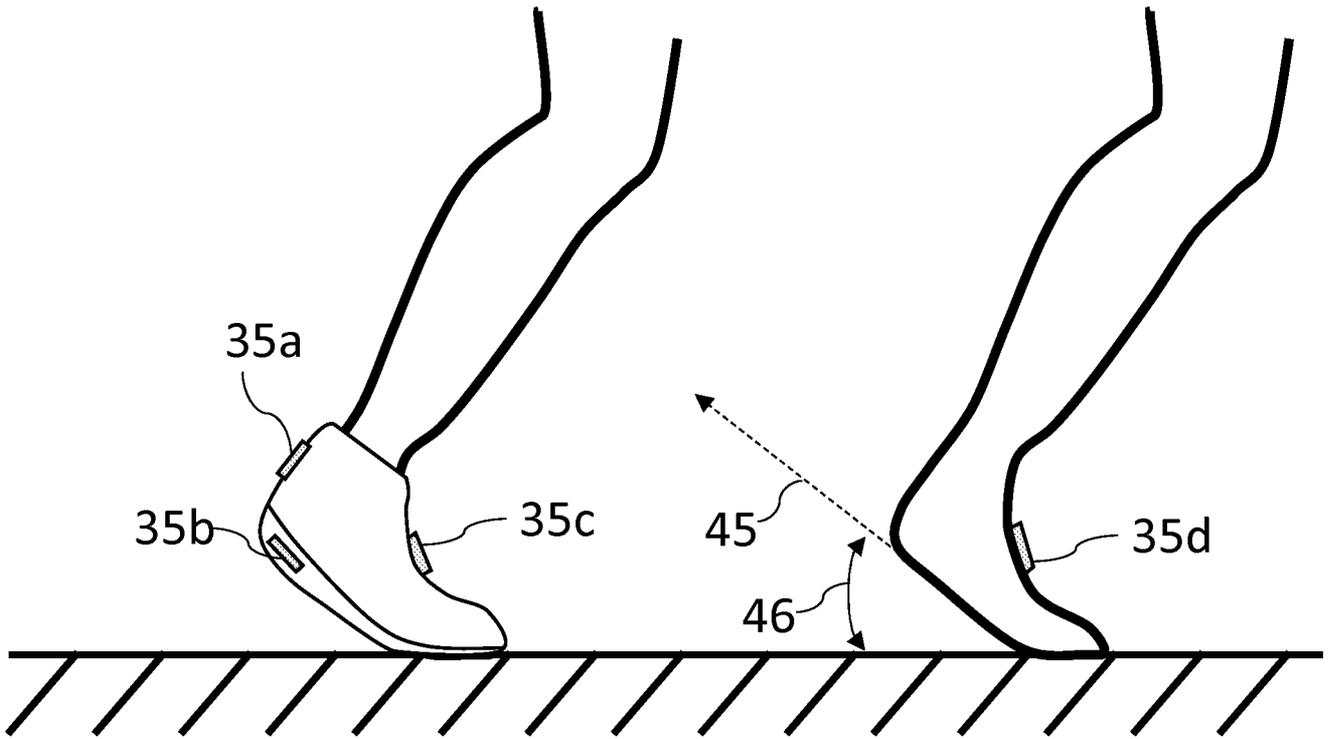


FIG. 4

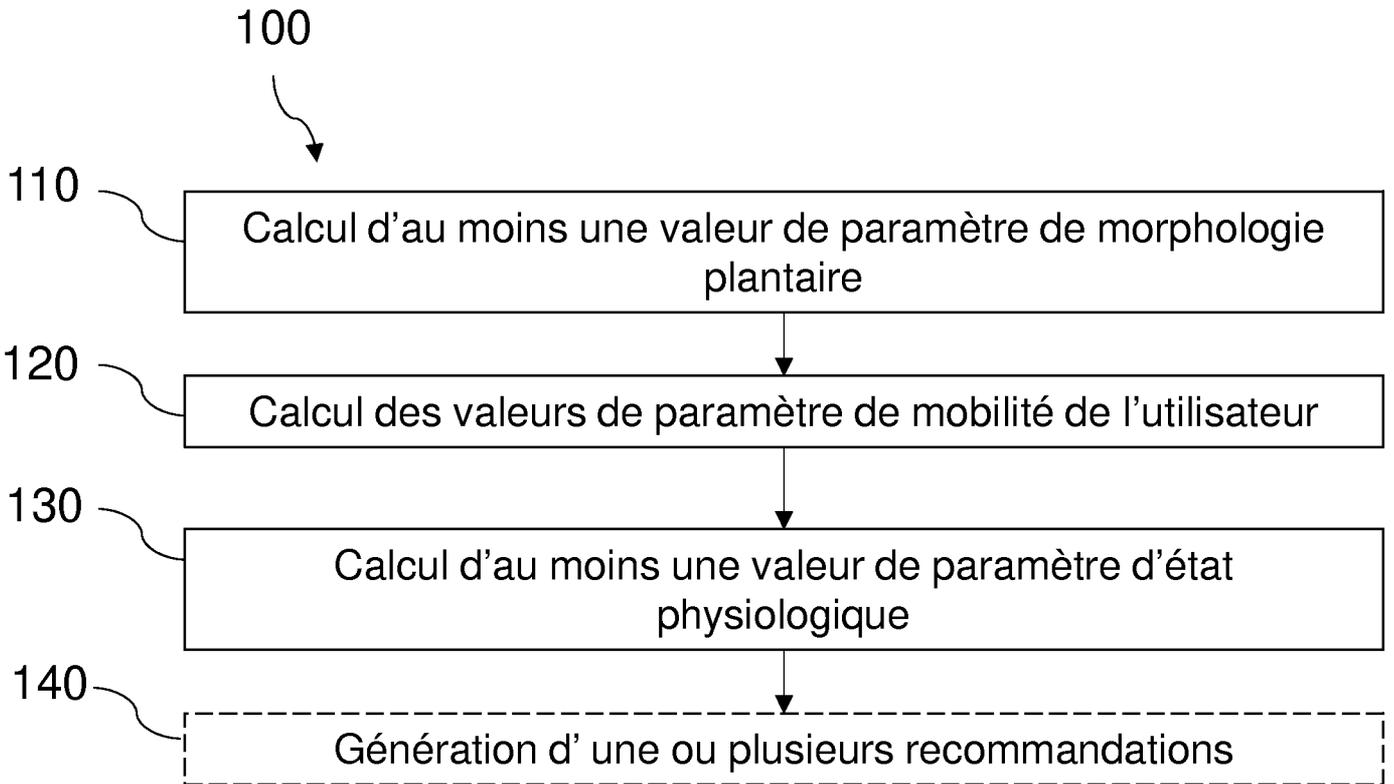


FIG. 5

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/FR2022/051576

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER		
<p><i>A61B 5/11</i>(2006.01)i; <i>A61B 5/103</i>(2006.01)i; <i>A43B 3/40</i>(2022.01)i; <i>A43B 3/42</i>(2022.01)i; <i>A43B 3/44</i>(2022.01)i; <i>A43B 3/48</i>(2022.01)i; <i>A43B 13/00</i>(2006.01)i; <i>A43B 23/00</i>(2006.01)i; <i>A63B 22/00</i>(2006.01)n; <i>A63B 22/02</i>(2006.01)n; <i>A63B 71/06</i>(2006.01)n</p> <p>According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC</p>		
B. FIELDS SEARCHED		
Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)		
A61B; A63B		
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched		
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)		
EPO-Internal		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 9687712 B2 (STATHAM ANDREW [NL]; HOPPENBROUWERS MARCUS BENEDICTUS [NL] ET AL.) 27 June 2017 (2017-06-27)	1-5,9-11,13-19
A	column 1 lines 8-16, 37-52; column 17 lines 1-9; column 18 lines 24-62; column 20 lines 52-54; figures 1, 3, 5 column 17, line 1 - line 9	6-8,12
A	BRECL JAKOB GREGOR ET AL. "Hypometric anticipatory postural adjustments in dystonia are not affected by deep brain stimulation of globus pallidus internus" <i>NEUROSCIENCE LETTERS</i> , Vol. 636, 15 November 2016 (2016-11-15), pages 151-157 DOI: 10.1016/J.NEULET.2016.11.015 ISSN: 0304-3940, XP029841147 page 152; figures 1A-1D	1,18
A	US 2015151160 A1 (BALAKRISHNAN SANTOSH [US] ET AL) 04 June 2015 (2015-06-04) paragraphs [0001], [0007], [0047], [0048], [0057]; figures 1, 3	1,12-14,18
A	KR 20190105867 A (UNIV DANKOOK IACF [KR]; UNIV CHUNG ANG IND ACAD COOP FOUND [KR]) 18 September 2019 (2019-09-18) paragraphs [0008] - [0010]; claim 1	1,18
<input checked="" type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input checked="" type="checkbox"/> See patent family annex.		
<p>* Special categories of cited documents:</p> <p>"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance</p> <p>"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date</p> <p>"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)</p> <p>"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means</p> <p>"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed</p> <p>"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention</p> <p>"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone</p> <p>"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art</p> <p>"&" document member of the same patent family</p>		
Date of the actual completion of the international search		Date of mailing of the international search report
02 November 2022		11 November 2022
Name and mailing address of the ISA/EP		Authorized officer
<p>European Patent Office p.b. 5818, Patentlaan 2, 2280 HV Rijswijk Netherlands</p> <p>Telephone No. (+31-70)340-2040 Facsimile No. (+31-70)340-3016</p>		<p>Fauché, Yann</p> <p>Telephone No.</p>

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/FR2022/051576

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 2021046373 A1 (SMITH KELLY ANN [US]) 18 February 2021 (2021-02-18) paragraphs [0002], [0005], [0043], [0078], [0079], [0111]; claim 1; figures 1, 6	1,7,12,13,18
A	"Foot Levelers Kiosk" , Roanoke, VA 24012, USA, 16 January 2017 (2017-01-16), pages 1-36, Retrieved from the Internet: https://ppsapta.org/buyers-guide/brochures/381E340D-5056-A04E-37E1A17D769554E8.pdf ? [retrieved on 2022-11-01] XP055976919 pages 4, 5	6,8,12

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/FR2022/051576

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
US	9687712	B2	27 June 2017	EP	2556795	A1	13 February 2013
				EP	2741668	A1	18 June 2014
				JP	6037183	B2	07 December 2016
				JP	2014528752	A	30 October 2014
				TW	201315515	A	16 April 2013
				US	2014195023	A1	10 July 2014
				WO	2013022344	A1	14 February 2013
US	2015151160	A1	04 June 2015	CN	106455745	A	22 February 2017
				CN	112578663	A	30 March 2021
				EP	3077937	A1	12 October 2016
				EP	3709304	A1	16 September 2020
				JP	6246370	B2	13 December 2017
				JP	6574232	B2	11 September 2019
				JP	6983841	B2	17 December 2021
				JP	2017506524	A	09 March 2017
				JP	2018057882	A	12 April 2018
				JP	2019213900	A	19 December 2019
				JP	2022024130	A	08 February 2022
				KR	20160093684	A	08 August 2016
				KR	20180049242	A	10 May 2018
				KR	20190014591	A	12 February 2019
				KR	20200060541	A	29 May 2020
				KR	20220033528	A	16 March 2022
				US	2015151160	A1	04 June 2015
				US	2015153374	A1	04 June 2015
				US	2015265877	A1	24 September 2015
				US	2015362519	A1	17 December 2015
				US	2017120109	A1	04 May 2017
				US	2018154214	A1	07 June 2018
				US	2019151715	A1	23 May 2019
US	2021151181	A1	20 May 2021				
WO	2015084793	A1	11 June 2015				
WO	2015084839	A1	11 June 2015				
KR	20190105867	A	18 September 2019	NONE			
US	2021046373	A1	18 February 2021	NONE			

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demande internationale n°
PCT/FR2022/051576

A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE		
INV.	A61B5/11	A61B5/103
	A43B3/48	A43B13/00
ADD.	A63B22/00	A63B22/02
		A63B71/06
Selon la classification internationale des brevets (CIB) ou à la fois selon la classification nationale et la CIB		
B. DOMAINES SUR LESQUELS LA RECHERCHE A PORTE		
Documentation minimale consultée (système de classification suivi des symboles de classement) A61B A63B		
Documentation consultée autre que la documentation minimale dans la mesure où ces documents relèvent des domaines sur lesquels a porté la recherche		
Base de données électronique consultée au cours de la recherche internationale (nom de la base de données, et si cela est réalisable, termes de recherche utilisés) EPO-Internal		
C. DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS		
Catégorie*	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
X	US 9 687 712 B2 (STATHAM ANDREW [NL]; HOPPENBROUWERS MARCUS BENEDICTUS [NL] ET AL.) 27 juin 2017 (2017-06-27)	1-5, 9-11, 13-19
A	colonne 1 lignes 8-16, 37-52; colonne 17 lignes 1-9; colonne 18 lignes 24-62; colonne 20 lignes 52-54; figures 1, 3, 5 colonne 17, ligne 1 - ligne 9 ----- -/--	6-8, 12
<input checked="" type="checkbox"/> Voir la suite du cadre C pour la fin de la liste des documents <input checked="" type="checkbox"/> Les documents de familles de brevets sont indiqués en annexe		
* Catégories spéciales de documents cités:		
"A" document définissant l'état général de la technique, non considéré comme particulièrement pertinent	"T" document ultérieur publié après la date de dépôt international ou la date de priorité et n'appartenant pas à l'état de la technique pertinent, mais cité pour comprendre le principe ou la théorie constituant la base de l'invention	
"E" document antérieur, mais publié à la date de dépôt international ou après cette date	"X" document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme nouvelle ou comme impliquant une activité inventive par rapport au document considéré isolément	
"L" document pouvant jeter un doute sur une revendication de priorité ou cité pour déterminer la date de publication d'une autre citation ou pour une raison spéciale (telle qu'indiquée)	"Y" document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme impliquant une activité inventive lorsque le document est associé à un ou plusieurs autres documents de même nature, cette combinaison étant évidente pour une personne du métier	
"O" document se référant à une divulgation orale, à un usage, à une exposition ou tous autres moyens	"&" document qui fait partie de la même famille de brevets	
"P" document publié avant la date de dépôt international, mais postérieurement à la date de priorité revendiquée		
Date à laquelle la recherche internationale a été effectivement achevée	Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale	
2 novembre 2022	11/11/2022	
Nom et adresse postale de l'administration chargée de la recherche internationale Office Européen des Brevets, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016	Fonctionnaire autorisé Fauché, Yann	

C(suite). DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS		
Catégorie*	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
A	<p>BRECL JAKOB GREGOR ET AL: "Hypometric anticipatory postural adjustments in dystonia are not affected by deep brain stimulation of globus pallidus internus", NEUROSCIENCE LETTERS, vol. 636, 15 novembre 2016 (2016-11-15), pages 151-157, XP029841147, ISSN: 0304-3940, DOI: 10.1016/J.NEULET.2016.11.015 page 152; figures 1A-1D</p> <p>-----</p>	1, 18
A	<p>US 2015/151160 A1 (BALAKRISHNAN SANTOSH [US] ET AL) 4 juin 2015 (2015-06-04) alinéas [0001], [0007], [0047], [0048], [0057]; figures 1, 3</p> <p>-----</p>	1, 12-14, 18
A	<p>KR 2019 0105867 A (UNIV DANKOOK IACF [KR]; UNIV CHUNG ANG IND ACAD COOP FOUND [KR]) 18 septembre 2019 (2019-09-18) alinéas [0008] - [0010]; revendication 1</p> <p>-----</p>	1, 18
A	<p>US 2021/046373 A1 (SMITH KELLY ANN [US]) 18 février 2021 (2021-02-18) alinéas [0002], [0005], [0043], [0078], [0079], [0111]; revendication 1; figures 1, 6</p> <p>-----</p>	1, 7, 12, 13, 18
A	<p>"Foot Levelers Kiosk", / 16 janvier 2017 (2017-01-16), pages 1-36, XP055976919, Roanoke, VA 24012, USA Extrait de l'Internet: URL:https://ppsapta.org/buyers-guide/brochures/381E340D-5056-A04E-37E1A17D769554E8.pdf? [extrait le 2022-11-01] pages 4, 5</p> <p>-----</p>	6, 8, 12

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Renseignements relatifs aux membres de familles de brevets

Demande internationale n°

PCT/FR2022/051576

Document brevet cité au rapport de recherche		Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication			
US 9687712	B2	27-06-2017	EP 2556795 A1	13-02-2013			
			EP 2741668 A1	18-06-2014			
			JP 6037183 B2	07-12-2016			
			JP 2014528752 A	30-10-2014			
			TW 201315515 A	16-04-2013			
			US 2014195023 A1	10-07-2014			
			WO 2013022344 A1	14-02-2013			

US 2015151160	A1	04-06-2015	CN 106455745 A	22-02-2017			
			CN 112578663 A	30-03-2021			
			EP 3077937 A1	12-10-2016			
			EP 3709304 A1	16-09-2020			
			JP 6246370 B2	13-12-2017			
			JP 6574232 B2	11-09-2019			
			JP 6983841 B2	17-12-2021			
			JP 2017506524 A	09-03-2017			
			JP 2018057882 A	12-04-2018			
			JP 2019213900 A	19-12-2019			
			JP 2022024130 A	08-02-2022			
			KR 20160093684 A	08-08-2016			
			KR 20180049242 A	10-05-2018			
			KR 20190014591 A	12-02-2019			
			KR 20200060541 A	29-05-2020			
			KR 20220033528 A	16-03-2022			
			US 2015151160 A1	04-06-2015			
			US 2015153374 A1	04-06-2015			
			US 2015265877 A1	24-09-2015			
			US 2015362519 A1	17-12-2015			
			US 2017120109 A1	04-05-2017			
			US 2018154214 A1	07-06-2018			
			US 2019151715 A1	23-05-2019			
			US 2021151181 A1	20-05-2021			
			WO 2015084793 A1	11-06-2015			
			WO 2015084839 A1	11-06-2015			

			KR 20190105867	A	18-09-2019	AUCUN	

US 2021046373	A1	18-02-2021	AUCUN				
