

MINISTÈRE DE LA SANTÉ
RÉGION LORRAINE
INSTITUT LORRAIN DE FORMATION EN MASSO-KINÉSITHÉRAPIE
DE NANCY

**Prise en charge masso-kinésithérapique
avec le Locomètre® de Bessou
chez des patients gonarthrosiques.**

Mémoire présenté par **Suzon BREME**
étudiante en 3ème année de masso-kinésithérapie
en vue de l'obtention du Diplôme d'Etat
de Masseur-Kinésithérapeute.
2012-2013.

SOMMAIRE

1. INTRODUCTION	1
2. RAPPELS	2
2.1. Rappels concernant la gonarthrose.....	2
2.2. Rappels concernant l'analyse quantifiée de la marche chez l'Homme	5
2.2.1. Généralités	5
2.2.2. La cadence de marche	6
2.2.3. Le cycle de marche	7
3. METHODE DE RECHERCHE BIBLIOGRAPHIQUE	9
3.1. Problématique	9
3.2. Stratégie de recherche	9
4. POPULATION ET MATERIEL.....	10
4.1. Population.....	10
4.1.1. Critères d'inclusion	10
4.1.2. Critères de non inclusion.....	11
4.2. Matériel et méthode	11
4.2.1. Matériel nécessaire au test de marche avec le Locomètre® de Bessou	11
4.2.2. Description du Locomètre® de Bessou.....	12
4.2.3. Protocole	13
4.2.3.1. Description du test	13
4.2.3.2. Déroulement du test	15
4.2.3.3. Données relevées	17
4.2.3.4. Description des 3 semaines de Cure sèche	19
5. RESULTATS.....	21
5.1. Répartition de la population.....	21

5.2. Evaluation statistique	21
5.3. Résultats	22
5.3.1. Population générale	22
5.3.2. Population féminine	22
5.3.3. Population masculine	23
5.3.4. Population de gonarthrose gauche	23
5.3.5. Population de gonarthrose droite	24
6. DISCUSSION	24
6.1. Critères d'inclusion/exclusion.....	24
6.2. Interprétation des résultats.....	25
6.3. Biais de l'étude	27
6.4. Critiques de notre étude.....	28
6.4.1. Prise en charge courte.....	28
6.4.2. Mesures au long terme	29
6.4.3. Les biais quant au respect du protocole	29
7. CONCLUSION	29

BIBLIOGRAPHIE

ANNEXES

RESUME

Introduction : le Locomètre® de Bessou est un appareil facile de mise en œuvre et peu coûteux permettant l'étude de la marche. Il permet grâce à des paramètres spatio-temporels l'obtention d'une évaluation fonctionnelle objective [3].

Objectif : notre étude compare un bilan de la marche d'entrée et de sortie afin de voir l'efficacité de la cure sèche à Nancy Thermal, selon un protocole comportant 4 ateliers durant neuf séances dont deux séances dédiées aux bilans.

Matériel et méthode : le groupe inclut 105 sujets gonarthrosiques. Un premier examen est réalisé à cadence spontanée puis un deuxième à cadence soutenue. Les cadences des bilans d'entrée doivent être proches de celles des bilans de sortie afin de pouvoir les comparer. Notre étude est prospective, comparative et en double aveugle.

Résultats : La population générale montre, en 7 séances de rééducation (« cure active »), une amélioration statistiquement significative sur les paramètres spatio-temporels : vitesse moyenne, longueur d'enjambée et longueur de pas gauche. L'échelle visuelle analogique (EVA) et les asymétries (de la longueur de pas gauche/droit, de la durée d'appui total, de la phase de balancement gauche/droit) ont une diminution statistiquement significative. La longueur de pas droit augmente sans que ce soit significatif. D'autres résultats sont détaillés par catégorie : femmes, hommes, gonarthroses gauches et gonarthroses droites.

Conclusion : La population étudiée montre une amélioration de sa marche en globalité : plus stable, plus sécurisante. Le Locomètre® a permis une évaluation simple de la marche chez ses patients.

Mots clés :

- Français : gonarthrose, analyse, marche, paramètres spatio-temporels, Bessou
- Anglais : osteoarthritis of the knee, analysis, gait, spatiotemporal parameters.

1. INTRODUCTION

L'arthrose est un enjeu important de santé publique. En effet, il s'agit de la maladie articulaire la plus fréquente [1]. Les patients décrivent des douleurs (affection responsable du plus grand nombre de douleurs après 50 ans), mais aussi des incapacités fonctionnelles, sans corrélation entre la radiographie et la clinique. Le genou est une des localisations les plus touchées : 35% des arthroses. 20 à 30% de la population des 60-70 ans sont atteints de gonarthrose (uni ou bilatérale), et 40 à 50% des plus de 80 ans. L'incidence augmente donc avec l'âge [1].

Durant l'année 2012, a eu lieu sur le site Nancy Thermal [2] une étude comparative de deux types de prise en charge thermique dans la gonarthrose symptomatique (fémoro-tibiale). La cure dure trois semaines à raison de trois séances par semaine, les patients effectuent différents bilans dont celui de la marche grâce au locomètre de Bessou. Le bilan d'entrée se fait à leur première séance et le bilan de sortie à la neuvième.

Le Locomètre® est un dispositif médical développé par le Professeur Paul Bessou dans les années 1980. Il permet l'évaluation des paramètres spatio-temporels de la marche de manière simple, rapide et très précise. Il ne nécessite pas de local particulier ni de temps de préparation pour le sujet. [3,4]. Les examens sont reproductibles ce qui en fait un instrument fiable pour analyser l'évolution de la marche chez certains patients. Le système permet d'étudier des troubles rhumatologiques, neurologiques, des déficits associés au vieillissement ou conséquents à un accident traumatologique (y compris traumatologie sportive) [4].

La question qui se pose à nous est de savoir si la cure sèche (sans eau) de Nancy Thermal a permis une amélioration significative de la marche à notre groupe de patients.

2. RAPPELS

2.1. Rappels concernant la gonarthrose

La gonarthrose est un syndrome articulaire dégénératif évoluant par poussées. Les ligaments entourant l'articulation permettent la stabilité passive et l'appareil musculo-tendineux concourt à la stabilité active et à la mobilité. La gonarthrose est bilatérale dans plus de deux tiers des cas [3].

L'arthrose peut apparaître, entre autre, avec le vieillissement car le cartilage vieillit. Il perd ses propriétés, les chondrocytes (uniques cellules du cartilage) sont de moins en moins nombreux et moins réactifs aux stimuli. Cela conduit à une déshydratation. Le cartilage se fissure, le phénomène d'usure s'accélère. Ceci a une action sur l'os sous-chondral qui se condense, des ostéophytes et des géodes apparaissent (fig. 1 et 2) du fait de l'hyperpression au niveau de l'os dense [1].



Figure 1 : Schéma d'un genou souffrant d'arthrose à gauche, genou sain à droite. [5]



Figure 2 : radiographie du genou gonarthrosique et commentaires. [5]

Le cartilage est également sensible à différents facteurs et agressions : surcharge pondérale, facteurs enzymatiques ou génétiques ainsi qu'aux dysplasies préexistantes. L'intégrité du système biomécanique est primordiale. Les femmes sont plus exposées à cette pathologie.

La morbidité est préoccupante car les retentissements principaux qui en découlent sont la douleur (symptôme le plus décrit par les patients), la raideur et la diminution d'amplitude de l'articulation. Il en découle une altération des capacités fonctionnelles et de la qualité de vie [6,7]. Une forme de sédentarité, une perte des capacités professionnelles et des activités de loisirs s'installent. Cette pathologie cause donc une perte importante du nombre d'heures de travail et une augmentation des coûts de santé. [6,8].

L'intensité n'est pas corrélée à la radiologie (les femmes se plaignent plus de douleurs à tout niveau d'atteinte) [1,9]. Les clichés radiologiques sont réalisés de face en extension, en « schuss », de profil, et un cliché axial de patella à 30-45° de flexion. Ceux-ci permettent de visualiser la diminution localisée de hauteur de l'interligne articulaire, et de noter une condensation osseuse [6].

Le cartilage n'étant pas innervé les douleurs proviennent de l'os sous-chondral, de la capsule, de la membrane synoviale, des ligaments et des tendons [1]. La douleur sera mécanique ou inflammatoire ou mixte.

Il s'agit d'une pathologie à évolution lente. Pour l'évaluer nous utilisons les échelles de la douleur, les indices algo-fonctionnels (WOMAC, Lequesne : ANNEXE I) [10] pour que l'évaluation ne soit pas que subjective [1,3].

Les traitements médicamenteux comportent :

- le paracétamol, les anti-inflammatoires non stéroïdiens (AINS) voire les opioïdes faibles et les anti-arthrosiques symptomatiques.
- Les infiltrations de corticoïdes, dont les effets sont non négligeables mais de courte durée.
- Le lavage articulaire n'a un effet que de quelques semaines à quelques mois. Mais il peut être répété.
- Les injections d'acide hyaluronique vont de trois à cinq par articulation, il a un rôle de lubrifiant. Le bénéfice varie autour de six mois, ce qui permet de retarder l'intervention chirurgicale [1].

Les traitements masso-kinésithérapiques comprennent l'éducation thérapeutique, le massage, la thermothérapie, le renforcement musculaire et la mobilisation articulaire en flexion – extension. [1].

La balnéothérapie joue un rôle essentiel dans le traitement de l'arthrose. En première intention les patients doivent suivre des cures thermales [11]. L'effet thérapeutique est une amélioration significative des douleurs et des capacités. Le patient diminue sa consommation d'antalgique par la diminution de la douleur (étude Thermarthrose) [11].

Aucune des modalités de traitement actuelles ne peut remplacer le cartilage endommagé. Les traitements ont pour visée le soulagement de la douleur et la restauration de la fonction, dans une certaine mesure [8].

Le traitement chirurgical s'étend de :

- L'arthroscopie la moins invasive possible : elle peut se faire en même temps qu'une visco-supplémentation.
- A l'ostéotomie (tibiale ou fémorale) s'il existe un déséquilibre dans le plan frontal : surtout pour des sujets jeunes avec arthrose débutante pour en éviter l'aggravation.
- A la prothèse unicompartimentale ou totale.

2.2. Rappels concernant l'analyse quantifiée de la marche chez l'Homme

2.2.1. Généralités

La marche est une activité rythmique, automatisée, la nature humaine pense qu'il s'agit d'une action simple : nous marchons sans penser à ce que nous devons faire. La facilité de l'exécution de la marche chez le sujet sain contraste avec la difficulté des mécanismes mis en jeu [12,13].

Il s'agit d'une activité apprise, automatisée et intégrée au niveau médullaire (Central Pattern Generator (CPG) = activateurs rythmiques médullaires) selon Plas, Viel et Blanc, ce qui permet une reproduction cyclique de la séquence active des membres inférieurs [13,14]. Cette activité peut de plus être modulée volontairement lors de changement de direction, de vitesse, ou de la rencontre avec une difficulté à contourner.

La marche bipède est le mode habituel de locomotion de l'homme : c'est la combinaison dans le temps et dans l'espace de mouvements complexes des segments du corps (d'après D'Angeli-Chevassut) [12]. C'est une activité alternée des deux membres inférieurs : phases de doubles appuis, d'appuis unipodaux, de balancements avec équilibre

dynamique et organisation motrice hiérarchisée et synchronisée [15]. La phase de double appui est un excellent indicateur de la stabilité d'un individu lors de sa locomotion [16].

Un pas est l'intervalle séparant le contact talonnier d'un pied et celui de l'autre pied. Une enjambée correspond à la somme d'un pas gauche et d'un pas droit : c'est-à-dire l'intervalle séparant deux appuis (empreintes) au sol du même pied [4,15,19]. La cadence de marche est le nombre d'enjambées effectuées par minute. La vitesse est la distance parcourue par unité de temps (longueur moyenne de pas multipliée par la cadence et divisée par deux).

2.2.2. La cadence de marche

La cadence fait varier les paramètres spatio-temporels, plus la personne effectue une marche à cadence élevée, plus les phases d'appui et de balancement se raccourcissent et la longueur des pas s'allonge. La durée totale d'un cycle de marche rapide est donc plus courte que la durée totale d'un cycle de marche lente. Modifier une cadence de marche modifie la vitesse. D'ailleurs, lors de la course il y a disparition des phases de double appui c'est-à-dire qu'il n'existe plus de période au cours de laquelle les deux pieds sont en contact, ensemble, avec le sol. Cette phase est devenue une phase de suspension : les deux pieds sont alors en balancement en même temps [15]. Ce sont les CPG qui adaptent la longueur du pas à la cadence choisie par le sujet. Si le patient veut marcher plus vite, il augmentera sa cadence et augmentera d'autant plus sa longueur de pas, cela de façon automatique et inconsciente. La vitesse n'est donc pas un paramètre indépendant. Il ne peut absolument pas conduire, seul, à une appréciation d'efficacité thérapeutique au niveau fonctionnel.

Toute situation (environnementale ou pathologique) venant à modifier les conditions de fonctionnement de l'appareil locomoteur ralentit la cadence de marche (donc la vitesse) et augmente le coût énergétique de la marche. Par exemple, la gonarthrose dégrade les paramètres mécaniques de la marche, augmente la dépense en énergie et ralentit la vitesse.

Peu d'études ont quantifié les changements associés à la démarche chez un patient ayant une gonarthrose [9].

2.2.3. Le cycle de marche

Le cycle de marche comporte une phase d'appui et une phase oscillante. Il débute par le contact initial du pied (réception talonnière au sol) et se termine lors du nouveau contact talonnier au sol de ce même pied [12].

On appelle phase d'appui, la période où le pied est en contact avec le sol (c'est-à-dire de la réception du pied au sol, jusqu'au décollement des orteils). Cela représente 60% de la durée du cycle de marche chez le sujet sain.

La phase oscillante correspond à la période où le pied n'est plus en contact avec le sol. Cela permet l'avancée du membre inférieur ; du décollement des orteils jusqu'à ce que le pied rentre à nouveau en contact avec le sol par le talon (réception au sol). Elle représente 40% du cycle de marche pour le sujet sain.

Etudions le cycle de marche pour le pied droit en incluant les deux membres inférieurs :

- une phase de double appui (réception) du pied droit au sol, s'étend de 0 à 10% du cycle : le talon droit prend contact avec le sol et la mise en charge du poids du corps du sujet s'effectue instantanément sur cet appui du pied droit,

- une phase d'appui unipodal droit s'étend de 10 à 50 % de la durée totale d'un cycle de marche. Elle correspond intégralement à la phase de balancement (ou phase oscillante) du pied opposé (ici, du pied gauche),

- une phase de double appui (propulsion) du pied droit : s'étend de 50 à 60% (10% en tout) de cycle de marche d'un sujet sain. Elle correspond aussi au double appui (réception) du pied gauche au sol qui entraîne simultanément le transfert total du poids du corps du sujet sur le pied gauche. Ceci permet au pied droit de décoller du sol,

- la phase oscillante du membre inférieur droit correspond à la phase d'appui unipodal du pied gauche (60% de la durée totale du cycle de marche chez le sujet sain),
- un "double appui de réception" de l'un des pieds correspond au "double appui de propulsion" de l'autre. Ces deux "doubles-appuis" étant égaux (ils sont instantanés), on accorde toujours, par convention, l'expression "double appui" au pied qui propulse.

Le cycle de marche (fig. 3) est donc composé de deux phases de double appui (2 fois 10%), d'une phase d'appui unipodal (40%) et d'une phase oscillante (40%).

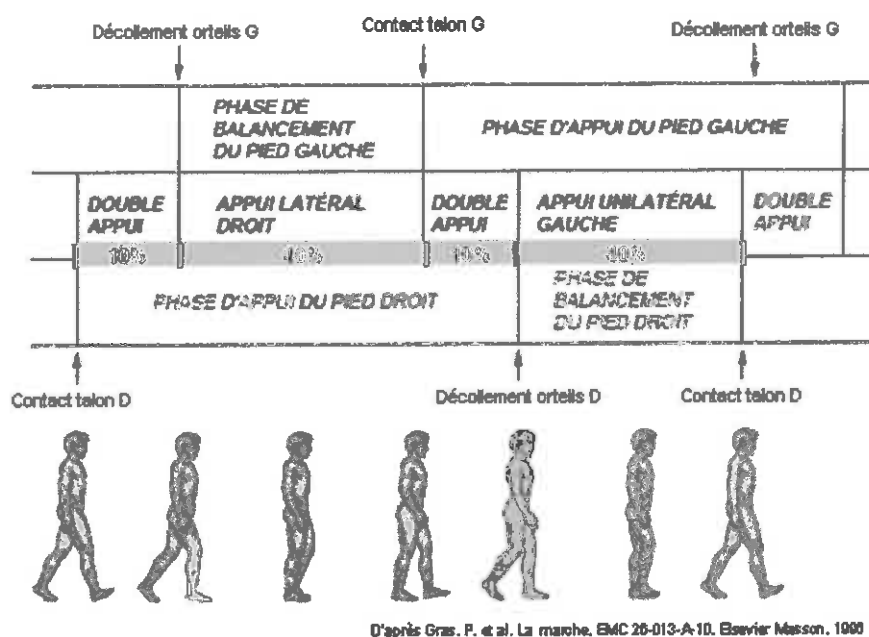


Figure 3 : Cycle de la marche : différentes phases. D'après La marche, de Gras P. [15]

La marche du sujet âgé est particulière : elle est caractérisée par une cadence élevée de petits pas (instables). Le rapport phase oscillante sur phase d'appui diminue avec l'âge. Il est commun de dire que la personne âgée marche « à petits pas ».

3. METHODE DE RECHERCHE BIBLIOGRAPHIQUE

3.1. Problématique

En juin 2012, nous avons travaillé à Nancy Thermal sur une session de 3 semaines. L'opportunité de participer à une telle investigation et d'utiliser du matériel tel que le Locomètre® nous a donné envie de réaliser cette étude. Cela nous a permis d'avoir à notre disposition une population importante de patients gonarthrosiques. Ainsi, nous nous posons la question suivante : la cure sèche de Nancy Thermal a-t-elle permis une amélioration significative de la marche à ce groupe de patients (selon divers critères spatio-temporels) ?

3.2. Stratégie de recherche

La recherche bibliographique est réalisée grâce aux banques de données CISMef, HAS, PEDro, PubMed, Google Scholar, EM-Consulte et Réédoc. Nous choisissons les mots clés répondant à la problématique de l'étude et nous effectuons une recherche, sans période limite de par la « pauvreté » des résultats.

Mais aussi nous recherchons des articles grâce aux références citées dans les documents nous intéressant dans le cadre de l'étude. Des références concernant le Locomètre® nous ont été données par M. Savet (société Satel®). (Tableau de recherche bibliographique situé en ANNEXE II)

Les mots clés sont :

- En Français : locomètre, gonarthrose (ou arthrose+genou), marche, analyse, humain, Pagès et Bessou.
- En Anglais : locomotion, analysis, gait, osteoarthritis of the knee, spatiotemporal parameters.

Nous sélectionnons uniquement des publications en langue anglaise et française pour une meilleure compréhension des informations trouvées. Nous retenons après ces recherches 18 articles et 4 sites internet.

4. POPULATION ET MATERIEL

4.1. Population

La majorité des critères d'inclusion et de non-inclusion recouvrent ceux de l'étude Nancy Thermal réalisée par le CHU de Nancy, 54, France. Le CHU de Nancy est le promoteur de la recherche, le financement se fait par la Communauté Urbaine du Grand Nancy.

4.1.1. Critères d'inclusion

Les patients inclus souffrent de gonarthrose :

- unie ou bilatérale,
- symptomatique : l'EVA révèle un score supérieur à 3/10. Nous nous sommes conformés aux critères d'inclusion de l'étude Nancy Thermal, de ce fait certains patients ont coté leur douleur à moins de 3/10 et nous ne les avons pas exclus pour autant,
- fémoro-tibiale radiologique de stade supérieur ou égal à 2 de la classification de Kellgren et Lawrence, (ANNEXE III) [17]
- répondant aux critères de gonarthrose de l'American College of Rheumatology :
 - o douleur des genoux et au moins 1 des 3 critères suivants :
 - o âge > 50 ans
 - o raideur matinale < 30 minutes
 - o crépitement articulaire
 - o et présence d'ostéophytes à la radiologie du genou.

Nous avons recueilli le consentement éclairé des patients après l'examen médical préalable.

4.1.2. Critères de non inclusion

- arthrose fémoro-patellaire isolée,
- indication de remplacement prothétique ou de chirurgie dans l'année,
- contre-indication à la cure thermale : déficit immunitaire, insuffisance cardiaque modérée à sévère, cancer, infection, plaie cutanée ; ou intolérance prévisible aux soins thermaux : intolérance à la chaleur, aux bains, à la piscine...,
- autre maladie de l'appareil locomoteur (rhumatismes inflammatoires, lomboradiculalgie invalidante, déficit moteur des membres inférieurs),
- comorbidités sévères,
- syndrome dépressif sévère, psychose,
- traitements antérieurs du genou : massages, physiothérapie, acupuncture depuis moins d'un mois,
- changement d'AINS depuis moins de 5 jours,
- changement d'antalgiques depuis moins de 24 heures,
- modification du traitement médicamenteux à visée anti-arthrosique (AASAL) remontant à moins de 3 mois,
- infiltration intra-articulaire de l'articulation cible de moins d'un mois pour les corticoïdes et de moins de 3 mois sur les visco-supplémentations,
- kinésithérapie ou rééducation fonctionnelle depuis moins d'un mois,
- cure thermale dans l'année précédente.

4.2. Matériel et méthode

4.2.1. Matériel nécessaire au test de marche avec le Locomètre® de Bessou

Un ordinateur, le logiciel Satel®, le Locomètre® (fig. 4) de Bessou, une chaise et un espace dégagé avec plus de 10m de longueur.



Figure 4 : Présentation du Locomètre®

4.2.2. Description du Locomètre® de Bessou

Il s'agit d'un dispositif d'évaluation clinique simple à mettre en œuvre, rapide d'utilisation et très fiable : [4,12,18,19]

- Précision spatiale : 1 cm pour 7 m ($1/700^{\text{ème}}$), se vérifie par étalonnage.
- Précision temporelle : le millionième de seconde (quartz informatique).

A chaque pied du sujet sont attachées des sangles velcros, reliées à un fil inextensible et à un potentiomètre (codeur optique). Cela permet l'enregistrement des déplacements de chaque pied de façon synchrone et simultanée (fig. 5). Le fil est maintenu en tension par un moteur électrique qui exerce une force de rappel dont la tension mécanique est maintenue constante, contrôlée par asservissement électronique [3,4,15,18,19,20,21].

Les signaux de sortie de chaque codeur optique, proportionnels à la longueur du déplacement de chaque pied, sont transmis à un ordinateur. A l'écran apparaît la courbe de déplacement des deux pieds en fonction du temps : locogramme [3,4,20,21].

Il est alors possible de détecter le début et la fin de chacune des phases des cycles de marche et, grâce à des algorithmes pertinents, d'objectiver tous les paramètres spatio-temporels de la marche physiologique, pathologique, de la course, de la nage, des montées et descentes d'escaliers [21].

C'est un outil simple, relativement peu coûteux. L'évaluation se fait en un temps restreint. Ce dispositif rapide à mettre en œuvre, permet de réaliser deux enregistrements (cadence spontanée et soutenue) en moins de 5 minutes, et d'éditer un bilan objectivé automatisé. De plus nous n'avons pas besoin de local particulier [3,4]. L'intérêt de cet appareil est de chiffrer un déficit fonctionnel, de définir une stratégie de rééducation et par la suite, d'apprécier l'efficacité du geste thérapeutique (rééducation, chirurgie, etc.) [3,21]. Comprendre les troubles de la marche chez un patient gonarthrosique est donc essentiel pour une prise en charge optimale et pour l'évaluation des résultats du traitement [22].

Cet appareil n'a pas la vocation d'effectuer une analyse du mouvement 3D. Le Locomètre® permet uniquement l'analyse des paramètres spatio-temporels de la marche chez l'Homme et correspond à 95% des besoins d'évaluation en kinésithérapie. Il met en évidence les dysfonctions (asymétries). La simplicité d'exploitation peut satisfaire tous les cliniciens investis dans l'évaluation de la locomotion en routine clinique. Il établit des bilans qui sont chiffrés et interprétés automatiquement.

4.2.3. Protocole

Nous créons un dossier par patient. Ce dernier comporte diverses informations indispensables au fonctionnement : nom, prénom, taille, pointure, sexe, prescripteur, diagnostic (le côté de la gonarthrose) et la date de naissance.

4.2.3.1. Description du test

Le test est pratiqué sur une distance de marche (piste, couloir) de 10 à 12 mètres au total, afin de pouvoir enregistrer un minimum de 4 à 5 cycles réguliers. Nous pouvons réaliser ainsi l'évaluation de tous les paramètres spatio-temporels avec un minimum de reproductibilité. En effet, au début de l'enregistrement, le patient accélère. Ensuite, il marchera selon un schéma régulier, avant de ralentir pour s'arrêter à la fin du parcours.

Dans le cadre de cette étude, les tests ont été effectués dans une grande salle. Nous n'avons pas matérialisé au sol le départ ni l'arrivée par crainte qu'à l'approche du plot final le patient ne ralentisse inconsciemment sa marche.

En début de parcours, une chaise est prévue pour permettre au patient de s'asseoir, d'être attentif à l'énoncé des consignes et afin que le clinicien puisse facilement attacher les velcros sur le bord externe de la ligne métatarsienne de chaque pied (fig.5).



Figure 5 : installation des velcros avant le début du test.

Les patients réalisent ce test pieds nus, ou en chaussettes fines, dans un souci de reproductibilité entre le bilan d'entrée et le bilan de sortie. Il s'agit d'un choix délibéré car pour les deux bilans rien ne pouvait certifier que le patient aurait pris les mêmes chaussures. De plus nous ne voulions pas de test en talons, ni en chaussures amortissantes. Deux passages sont effectués par patient, après leur avoir bien expliqué le fonctionnement du Locomètre®. Lors du premier passage si les consignes ne sont pas bien comprises, l'examen est supprimé et nous pratiquons un nouvel enregistrement.

Le premier passage est effectué à cadence spontanée (le patient marche à vitesse « normale », c'est-à-dire pas trop lentement et sans se dépêcher). Le deuxième passage se fait à cadence soutenue (le patient marche vite, mais ne doit pas courir, sinon il n'y aura pas de temps de double appui et le bilan sera faussé). Les normes de la marche chez l'Homme

ont été publiées à cadence soutenue par le Pr. Bessou chez les adultes en 1988, par âge et par sexe [4]. Pour un adulte de moins de 60 ans on retient que les femmes marchent à 134 enjambées/minute et les hommes à 122 enjambées/minute.

4.2.3.2. Déroulement du test

Nous mettons le Locomètre® sous tension. Il faut ensuite attacher les velcros sur le bord externe de chaque pied, sur la ligne des métatarsiens (fig. 6) pour objectiver les phases de propulsion de chaque pied (il s'agit d'un temps de double appui bien qu'un des talons ait commencé à décoller). Les velcros placés autour de la cheville, il aurait été impossible d'observer et d'objectiver les doubles-appuis uniquement caractérisés par la propulsion des orteils.



Figure 6 : image provenant du site Satel-posture.com, montrant où placer les velcros.

Il faut énoncer les consignes (écrites à l'écran) que le patient doit suivre :

- « vous devrez marcher à cadence spontanée (ou soutenue) »,
- « vous devrez aller tout droit, jusqu'à ce que je vous dise STOP, vous ne devrez pas ralentir avant »,
- « vous devrez commencer à marcher quand l'alarme préprogrammée sonnera automatiquement ».

Le patient doit se lever, aligner les pieds et l'alarme peut alors se déclencher. L'enregistrement débute dès cet instant. Le patient doit être encouragé à réussir au mieux son épreuve (fig. 7), à suivre la bonne cadence, à regarder loin devant sans s'arrêter, freiner

ou accélérer. S'il le fait à mauvaise cadence, nous recommençons le test, en lui réexpliquant bien la cadence attendue. Le patient n'est pas gêné dans sa progression par la traction des fils exercée sur chaque pied. Elle est inférieure à 100 grammes, alors que le pied développe une énergie cinétique mobilisant un membre inférieur de plus de 10 kilos [4,19]. Nous pouvons donc considérer que ce système n'a absolument pas modifié ou limité les mouvements naturels des membres inférieurs de nos sujets [16].

En fin d'acquisition, le patient est à l'arrêt, ayant effectué la bonne distance de marche, nous pouvons décrocher les velcros des pieds du patient et les ramener jusqu'au Locomètre®. Le patient peut ensuite s'asseoir pour se reposer. La procédure d'acquisition est terminée, les résultats de l'analyse s'affichent automatiquement, nous pouvons directement imprimer le bilan complet (6 pages).



Figure 7 : Réalisation du bilan à Nancy Thermal

Pour comparer le bilan d'entrée avec celui de sortie afin d'en apprécier les possibles bénéfiques, ceux-ci doivent être réalisés à **cadences très voisines**. Car, sous l'action des CPG, la cadence module la longueur des pas et par conséquent, la vitesse de marche. Plus le patient marche à une cadence élevée, plus ses pas seront longs.

4.2.3.3. Données relevées

Nous obtenons un locogramme, qui nous indique la courbe de déplacement des deux pieds en fonction du temps (fig. 8). Sur l'axe des abscisses on retrouve les composantes temporelles, sur l'axe des ordonnées les composantes spatiales.

Quand le pied est en phase de balancement la courbe du locogramme est ascendante. Quand le pied est en appui (position fixe pour une valeur d'ordonnée donnée), la courbe demeure parallèle à l'axe horizontal.

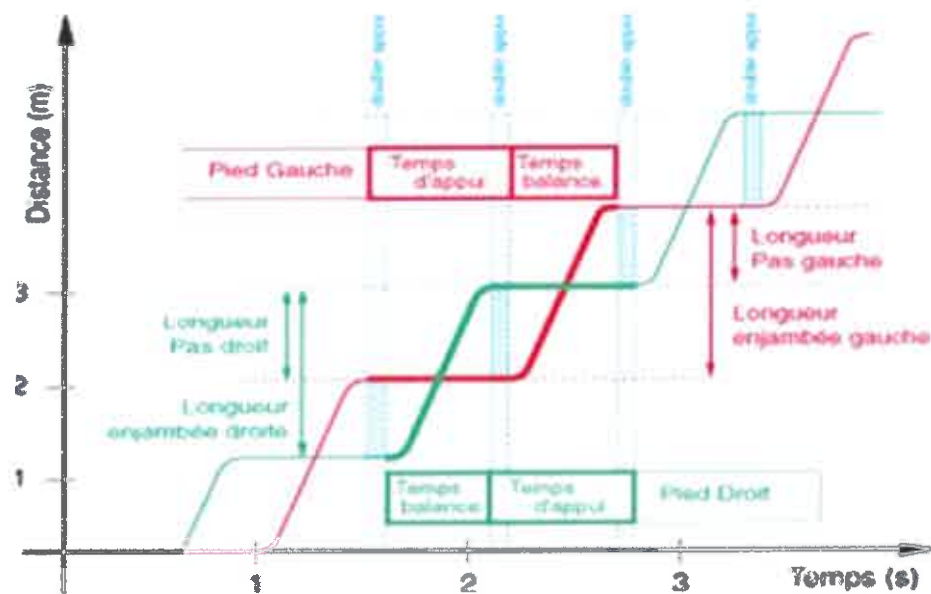


Figure 8 : analyse kymographique de la marche chez l'Homme sain
d'après le site satel-posture.com

Une marche est considérée comme normale (physiologique), lorsque les asymétries des paramètres spatiaux et temporels sont inférieures à 10 % entre le membre inférieur gauche et le droit.

Il faut sélectionner les « meilleurs cycles de locomotion » (fig. 9) dont on va objectiver les paramètres, c'est-à-dire ne pas prendre les phases de démarrage et de ralentissement de la marche.

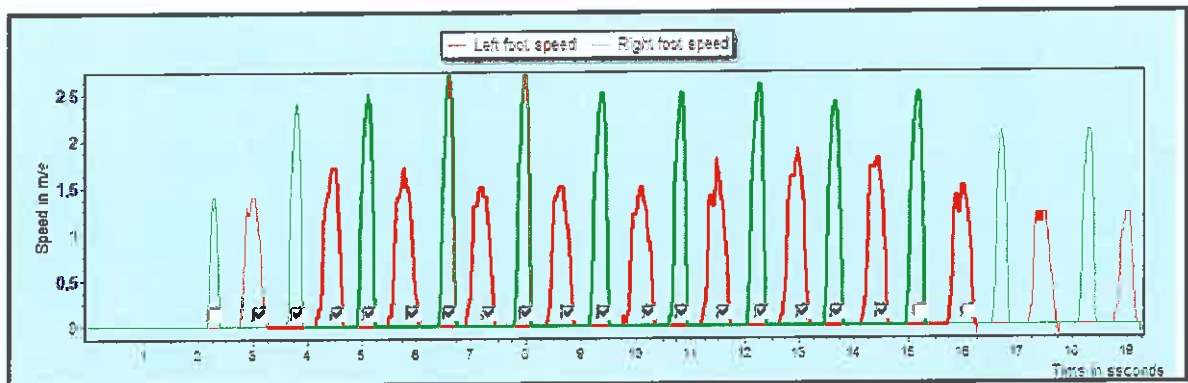


Figure 9 : choix des cycles de locomotion d'après le site satel-posture.com

Les paramètres spatiaux recueillis sont : [21]

- la longueur moyenne d'enjambée avec écart type,
- la longueur moyenne de pas gauche avec écart type,
- la longueur moyenne de pas droit avec écart type.

Les paramètres temporels sont : [4,21]

- la durée du cycle en secondes (sec.),
- la phase d'appui en sec. et en pourcentage du temps du cycle,
- la phase de balancement en sec. et en pourcentage du cycle,
- le temps de double appui en sec. et en pourcentage du cycle,
- le temps de ramené (pas postérieur) en sec. et en pourcentage du cycle,
- le temps de passage (pas antérieur) en sec. et en pourcentage du cycle.

D'autres paramètres tels que la cadence (en cycle par minute), la vitesse de marche, la vitesse moyenne de balancement et la vitesse moyenne de ramené et de passage sont calculés automatiquement par le microprocesseur en mètres par seconde (m/sec) [3,4].

Dans l'onglet résultats du logiciel Satel[®], les paramètres spatio-temporels de la marche apparaissent individuellement pour chaque pied, avec évaluation des pourcentages d'asymétries. La colonne de gauche montre les valeurs normalisées à cadence soutenue. La colonne de droite montre le coefficient de bénéfice de l'efficacité locomotrice et les variations d'asymétries (ANNEXE IV). Nous pouvons générer un bilan automatisé de marche avec interprétations des résultats (ANNEXE IV).

4.2.3.4. Description des 3 semaines de Cure sèche

Le premier jour, les patients arrivent à tour de rôle, nous réalisons un bilan de la marche (détaillé ci-dessus), un bilan posturographique, yeux ouverts et yeux fermés (sur plateforme Satel[®]). Suit un bilan fonctionnel (avec goniométrie, évaluation de la force musculaire, périmétrie, mesure du pli de peau). Pour finir un bilan cutané du genou (adhérences, ...). Des questions de type diagnostic éducatif sont posées pour évaluer le niveau de connaissance des patients sur la pathologie. Lors de l'interrogatoire, nous n'apportons aucune correction ni renseignement aux patients, les séances d'éducation thérapeutique aborderont les points non connus. Les bilans sont donc d'une part manuels et d'autre part instrumentaux.

Les patients ont des séances tous les deux jours, les après-midis pendant 3 semaines. Les patients arrivent toujours par deux, toutes les demi-heures. Chaque atelier est sous la responsabilité de deux étudiants masso-kinésithérapeutes.

Le premier atelier consiste en un massage avec le Skin V6 de Skinexians[®] (fig. 10) durant 15 minutes, au niveau de la région péri-articulaire du genou, selon un protocole établi. Ensuite durant 10 minutes, nous réalisons un massage circulatoire du membre inférieur manuellement. Ce premier atelier dure 25 minutes.

Le deuxième atelier consiste en des étirements musculo-tendineux, du renforcement musculaire statique ou en chaîne effectué contre résistance manuelle (diagonale de Kabat

par exemple) ou instrumentale (élastique), des mobilisations et des décompressions articulaires. Divers exercices sont proposés, en progression, afin de remuscler le patient. Cet atelier dure 25 minutes.

Le troisième atelier est dédié à la proprioception. Divisé en deux temps d'égale durée (2 fois 12-13 minutes) ; il est composé d'un passage sur la plateforme Satel® avec des exercices en biofeedback de difficultés diverses, adaptés aux patients. L'autre partie de cet atelier se fait sur ballon de Klein-Vogelbach, coussins Airex®, debout, en appui bipodal, monopodal (fig. 10). Nous avons aussi créé des parcours de marche.

L'Education Thérapeutique des Patients (séance éducative collective) constitue le quatrième et dernier atelier. Pour cet atelier on regroupe 2 binômes, ce qui favorise les échanges. Nous utilisons les réponses au questionnaire du bilan d'entrée afin de cibler les connaissances à apporter. Des informations sur la maladie arthrosique, sur la prise en charge thérapeutique médicamenteuse et non médicamenteuse sont développées. D'autres sont données sur les facteurs de risque (activités et poids), le chaussage, les aides techniques et conseils d'hygiène de vie. Nous remettons aux patients un livret de suivi.



Figure 10 : illustrations des ateliers.

5. RESULTATS

5.1. Répartition de la population

Notre échantillon est constitué de 105 individus, âgés de 42 à 88 ans (par défaut aux critères d'inclusion du CHU), répartis en 62 femmes et 43 hommes. Il y a 51 gonarthroses gauche (G) (29 chez les femmes et 22 chez les hommes) et 54 gonarthroses droite (D) (33 chez les femmes et 21 chez les hommes) (fig. 11).

Pour l'étude Nancy Thermal, 284 patients doivent être inscrits au total dans l'essai. Nous sélectionnons pour notre étude les patients qui ont respecté les consignes concernant les cadences de marche (moins de 10% d'asymétrie entre les cadences d'entrée et de sortie de cure). (Extrait du tableau statistique final en ANNEXE V)

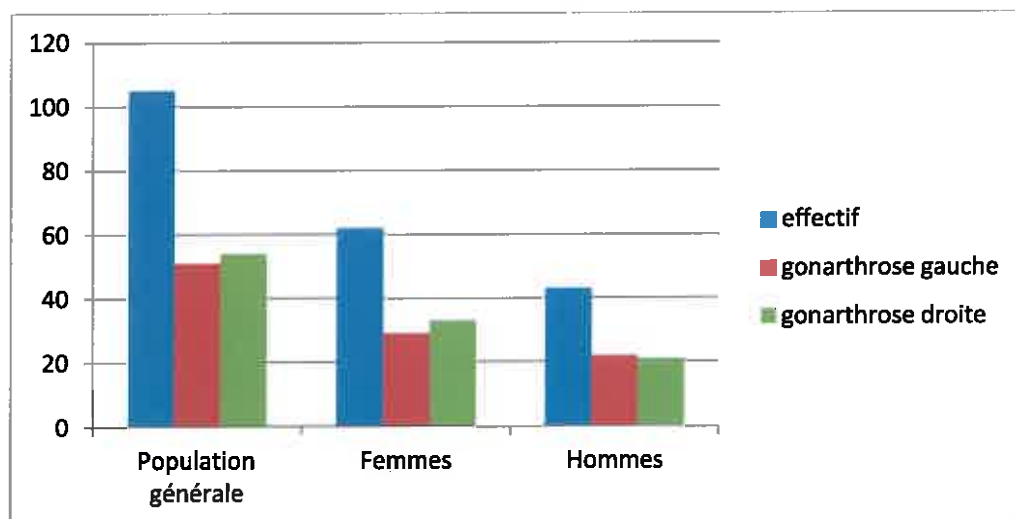


Figure 11 : Répartition de la population générale

5.2. Evaluation statistique

L'analyse des paramètres spatio-temporels de nos patients est basée sur le calcul des moyennes et des écarts types pour les variables quantitatives.

La comparabilité de ces paramètres est appréciée par le test de Student (normalité de nos distributions du fait de l'effectif de notre population). Le test est dit apparié car les variables sont comparées à deux moments différents mais au sein même de chaque patient. Le seuil de signification statistique retenu est : $p \leq 0,05$.

5.3. Résultats

5.3.1. Population générale

L'analyse des paramètres spatiaux dans les bilans d'entrée et de sortie pour la population générale montre : (ANNEXE VI)

- une *augmentation significative* de la vitesse moyenne de marche : **86,04 m/min** (5,16 km/h) puis **87,91 m/min** (5,28 km/h),
- une *diminution significative* de la douleur cotée à l'EVA : **4,24** puis **2,67**,
- une *augmentation significative* de la longueur d'enjambée : **1,36 m** puis **1,38 m**,
- une *augmentation significative* de la longueur du pas G : **0,638 m** (64 cm) puis **0,667 m** (67 cm),
- une *augmentation non significative* de la longueur de pas D : **0,719 m** (≈ 72 cm) puis **0,720 m** (72 cm),
- une *diminution significative* de l'asymétrie de la longueur des pas G/D : **12,67 %** puis **8,94 %**,
- une *diminution quasi significative* de l'asymétrie de la durée d'appui total G/D : **5,25 %** puis **4,48 %**,
- une *diminution quasi significative* de l'asymétrie de la phase de balancement G/D : **5,90 %** puis **4,99 %**.

5.3.2. Population féminine

L'EVA, la vitesse moyenne, la longueur d'enjambée, la longueur moyenne de pas G et l'asymétrie des longueurs de pas G/D montrent une *amélioration significative* entre l'entrée et la sortie de cure.

Les autres paramètres tels que la longueur de pas D, la moyenne de durée de balancement G, l'asymétrie de durée d'appui total et l'asymétrie de phase de balancement tendent vers une *amélioration même si $p > 0,05$* .

Cependant, la moyenne de durée de balancement D a *diminué*. Les patients ont une phase de balancement D plus courte en post-cure qu'en pré-cure : ils ont un appui unipodal G plus court aussi. (ANNEXE VII)

5.3.3. Population masculine

L'EVA et la longueur moyenne de pas G présentent une *amélioration statistiquement significative* car $p < 0,05$.

Les asymétries de longueurs de pas G/D, de durée d'appui total et de phase de balancement sont *améliorées (diminuées) sans que statistiquement ce soit significatif*.

La vitesse moyenne et la longueur d'enjambée sont augmentées (*amélioration non significative statistiquement*).

Cependant, la longueur moyenne de pas D est quasiment *constante* et les moyennes de durée de balancement G et D sont *diminuées*. Les patients tiennent en moyenne moins longtemps en appui unipodal G ou D. (ANNEXE VII)

5.3.4. Population de gonarthrose gauche

L'EVA et l'asymétrie de longueur de pas G/D montrent une *amélioration significative* entre l'entrée en cure et la sortie.

Les autres paramètres tels que la vitesse moyenne, la longueur d'enjambée, la longueur moyenne de pas G, la moyenne de durée de balancement G, l'asymétrie de durée

d'appui total et l'asymétrie de phase de balancement *tendent vers une amélioration même si $p>0,05$* .

Par contre, la longueur moyenne de pas D ainsi que la moyenne de durée de balancement D ont *diminué*. L'appui unipodal G est donc de durée plus courte. (ANNEXE VII)

5.3.5. Population de gonarthrose droite

L'EVA, la vitesse moyenne, la longueur d'enjambée, la longueur moyenne de pas G et l'asymétrie de longueur de pas G/D montrent une *amélioration significative* entre l'entrée en cure et la sortie.

La longueur moyenne de pas D, l'asymétrie de durée d'appui total ainsi que l'asymétrie de phase de balancement *tendent vers une amélioration même si $p>0,05$* .

En revanche, la moyenne de durée de balancement G et la moyenne de durée de balancement D *diminuent*, les patients ont donc des temps d'appuis unipodaux G et D plus courts avec, cependant, des pas plus longs. (ANNEXE VII)

6. DISCUSSION

Le but de notre étude est d'établir une comparaison entre les paramètres temporo-spatiaux avant et après la cure sèche. Ce travail nous a permis de relever quelques problèmes concernant notre prise en charge.

6.1. Critères d'inclusion/exclusion

Nous avons exclu des patients pour lesquels des erreurs statistiques se sont révélées (données incohérentes). Cela peut être dû à un mauvais positionnement du velcro sur l'avant-pied, à un non respect des consignes, à une erreur de manipulation du logiciel sur

l'ordinateur, à un positionnement imparfait des taquets sur le locogramme. L'analyse statistique était donc incohérente et faussée.

Chaque patient n'est traité que pour un genou gonarthrosique, or, de nombreux participants ont une gonarthrose bilatérale. Les résultats obtenus ne correspondent pas à nos attentes. Peut-être aurait-il fallu pour ces patients traiter les deux genoux, mais cela est hors protocole.

6.2. Interprétation des résultats

La cure a amené, pour la population générale, une augmentation de la vitesse moyenne de marche, de la longueur d'enjambée, mais aussi de la longueur de pas gauche, du ramené gauche, et d'autres paramètres (moins significatifs) qui sont indiqués dans le tableau situé en ANNEXE V.

Pouvons-nous dire qu'il s'agit d'une amélioration ? Si la vitesse de marche est augmentée, ainsi que la longueur d'enjambée cela signifie que les patients ont de meilleures amplitudes articulaires, de meilleures capacités musculaires. Ces facteurs traduisent-ils une efficacité de la cure ? Pour certains patients, s'ils marchent trop vite, ils se mettent en danger car ils risquent de perdre l'équilibre et de chuter. Ce facteur de vitesse ne suffit donc pas à conclure sur l'efficacité de la cure pour la population générale.

Quels autres facteurs peuvent caractériser une amélioration de la marche, plus stable, plus sécurisante ?

- L'asymétrie entre les longueurs de pas droit et gauche avant et après la cure : une asymétrie inférieure à 10% est considérée comme physiologique. Nous remarquons ici, qu'à l'entrée de la cure elle est de $12,67 \pm 9,09$ % pour passer à $8,94 \pm 7,74$ % en fin de cure. La cure a donc un effet positif en ce sens.

- L'asymétrie de la phase d'appui unipodal G/D (phase de balancement du côté controlatéral) : si la phase d'appui unipodal augmente, la phase de balancement controlatéral augmente. Cela montre que le patient a un meilleur débattement articulaire, moins de douleurs, des muscles plus efficaces : la stabilité à la marche s'en trouve améliorée. Le patient appuie plus longtemps sur chaque pied. Normalement, si la phase de balancement augmente, il y a augmentation de la longueur du pas. Si l'asymétrie diminue cela montre que le côté gonarthrosique tend à devenir aussi stable que le côté sain. Le patient présente moins de douleurs, et moins de difficultés à appuyer sur son membre arthrosique.

De plus, pour la population masculine, on remarque que la durée des phases de balancement G et D diminue. C'est-à-dire que les phases d'appuis unipodaux G et D diminuent (appui unipodal G = phase de balancement D). Cependant, la longueur de pas G augmente, la longueur de pas D est quasiment constante. Il en résulte une longueur d'enjambée plus grande. En moyenne la population masculine marche plus vite. Nous pouvons nous poser la question de savoir comment il est possible d'augmenter la longueur d'enjambée avec des appuis unipodaux plus courts. Si les patients tiennent moins longtemps en appui unipodal ils balancent moins normalement. Or ils marchent plus vite et balancent moins longtemps mais leur membre inférieur va « plus loin ». La jambe G va donc plus loin en moins de temps. La jambe D va aussi loin en moins de temps. Ce sont les CPG qui de façon automatique modulent les longueurs de pas selon la vitesse.

Si la marche est plus sécurisante, nous devrions observer un équilibre plus stable. La posturographie influe sur la qualité de marche du patient. Nous comprenons l'intérêt d'associer en évaluation et en rééducation l'utilisation de la posturographie et du Locomètre®. Un mémoire est réalisé sur l'étude de l'équilibre (sur plate-forme) de ces patients (cf. Mémoire Anaïs Mettavant). Une recherche sur la corrélation entre l'amélioration des paramètres de l'équilibre et des paramètres de la marche serait pertinente à réaliser.

6.3. Biais de l'étude

Pour avoir des résultats plus objectifs les examens auraient dû être dirigés par un seul examinateur. Or, ce n'était pas possible, car nous participions à l'étude à tour de rôle sur nos temps de stage, encadrés par des enseignants en masso-kinésithérapie. Nous avons suivi une formation courte quant à l'utilisation des différents matériels utilisés. Les réglages doivent être les plus rigoureux possibles pour obtenir des mesures fiables.

Il aurait été plus juste de réaliser ces tests avec des chaussures, pour révéler une marche plus physiologique. L'Homme, aujourd'hui, ne marche plus pieds nus. Mais, le choix de faire les bilans pieds nus a été décidé pour éviter d'avoir des talons, des chaussures amortissantes, des semelles trop rigides, ou deux paires de chaussures différentes pour la pré-cure et la post-cure.

Dans notre tableau statistique nous relevons des valeurs d'appui bipodal négatives. Ceci est impossible si tous les examinateurs avaient rappelé fermement les consignes aux patients : interdiction de courir (cadence soutenue ne veut pas dire courir). Nous avons dû écarter des patients qui avaient des valeurs trop incohérentes. Mais d'autres anomalies sont venues perturber les statistiques (cadences incomparables, valeurs improbables pour certains paramètres). La population pour les statistiques est donc diminuée par rapport à la population présente pour l'étude.

Nous avons remarqué que, sur la population générale étudiée, il y a une amélioration sur le membre inférieur gauche en général (pas plus long, ramené plus long, cycle allongé...), mais nous ne retrouvons pas de résultats significatifs à droite. Pourtant il y a plus de gonarthroses à droite dans notre population, donc la rééducation a été faite sur ce membre inférieur pour toutes ces gonarthroses. Avec un protocole très précis, le même que pour le membre inférieur gauche.

Nous remarquons l'hétérogénéité de l'échantillonnage en âge (fig. 12). En effet il y a 105 patients, répartis de 42 à 88 ans. 46 années séparent ces patients. A leurs âges respectifs, les capacités ne sont pas les mêmes sur les plans articulaire et musculaire. Cette hétérogénéité, peut nous faire comprendre, la raison des écart-types trop importants, souvent retrouvés.

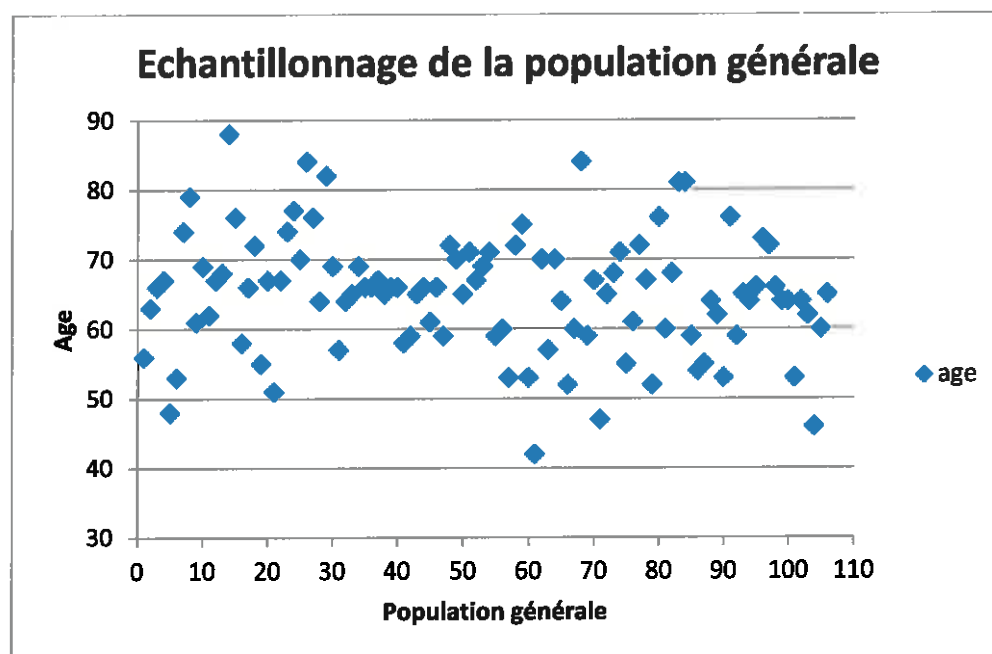


Figure 12 : Représentation de l'hétérogénéité des âges de la population étudiée.

La marche du sujet âgé se fait à petits pas à cadence élevée pour cause d'instabilité. Plus on devient âgé, plus le pas se raccourcit. Avec cet écart d'âge de 42 à 88 ans, la longueur de pas est modifiée par cette adaptation de longueur due à la cadence élevée.

6.4. Critiques de notre étude

6.4.1. Prise en charge courte

Les patients ont eu seulement 7 séances de rééducation en cure sèche et 2 séances de bilans. C'est peu, aussi bien pour la compréhension de l'utilisation et du fonctionnement des

différents matériels pour le patient ; mais aussi pour l'apprentissage par les étudiants masseurs-kinésithérapeutes de l'utilisation des matériels sophistiqués, souvent peu connus. Dans une cure active ordinaire, les patients bénéficient de 15 séances de rééducation ce qui peut laisser présager l'obtention de meilleurs résultats.

6.4.2. Mesures au long terme

L'idéal aurait été de faire des bilans à J1 d'entrée en cure et à 3 puis 6 mois post cure pour apprécier l'efficacité de la cure de Nancy Thermal sur la prise en charge de patients arthrosiques à moyen et long terme. Le CHU de Nancy en réalise. Dans le cadre de ce mémoire nous n'avons pas la possibilité d'exploiter les résultats à 3 et 6 mois.

6.4.3. Les biais quant au respect du protocole

Lorsque nous sommes allés sur le site Nancy Thermal pour voir le déroulement des bilans sur d'autres sessions, nous nous sommes rendu compte de failles dans l'application du protocole (velcros plus ou moins bien positionné, consignes non fermement données, ...). Certains opérateurs se sentaient sans doute moins concernés que nous, qui réalisons notre mémoire sur cette étude.

7. CONCLUSION

Le Locomètre® de Bessou est un moyen simple et pertinent d'évaluation de la marche chez le patient gonarthrosique. Il nous a permis de conclure à des résultats concernant les caractéristiques de la marche de cette catégorie de patients grâce à un matériel facile à mettre en œuvre, précis, rationnel [3]. En effet, nous avons pu constater des modifications importantes de la marche (longueur du pas, durée du cycle, ...) grâce à 7 séances de rééducation. Ces changements se sont fait en lien avec une diminution de la douleur cotée à l'EVA.

Le Locomètre® permet de justifier et d'orienter une prise en charge de l'appareil musculo-squelettique en rééducation : il objective les déficits fonctionnels de départ, permet de suivre la récupération du patient au fil du temps et d'objectiver l'efficacité d'un traitement.

Il ne permet pas de mettre en évidence de façon simultanée les compensations des membres supérieurs (pourtant nombreuses selon la littérature) [7]. Seuls, des enregistrements qualitatifs de la marche du patient, avec caméras vidéos synchronisées dans les plans frontal et sagittal donneraient plus de précisions et ainsi permettraient de voir tous les défauts de la marche. Peut-être serait-il intéressant de réaliser ces bilans afin de connaître les compensations des membres supérieurs. La cure les aurait-elle fait diminuer ?

Il faudrait refaire des bilans à 3 et 6 mois comme le pratique le CHU, afin de voir le bénéfice réel de la cure. Cette expérimentation pourrait également être refaite par un autre étudiant dans le cadre de son mémoire afin d'évaluer le résultat après 1 an.

Nous avons démontré l'intérêt de la cure sèche pour l'étude Nancy Thermal. Parallèlement à celle-ci, se déroulait une expérimentation dite « cure classique ». Il serait intéressant d'analyser les résultats de ces deux expérimentations afin d'établir un traitement complet et pertinent (eaux thermales, kinésithérapie, ...) de la gonarthrose fémoro-tibiale.

BIBLIOGRAPHIE

1. **BARON D.** L'arthrose, de la clinique au traitement. 1e éd. Paris : Med' Com, 2011. 282p. ISBN 978-2-35403-062-9
2. http://www.grandnancy.org/fileadmin/fichiers/web/Pole_Aquatique/PDF/panneau_thermal_80x120_Impression_25_sept.pdf. Page consultée le 5 avril 2013.
3. **YAHIA A., GUERMAZI M., ALLOUCH H.** – Analyse des paramètres temporo-spatiaux de la marche chez le gonarthrosique. J. Réadapt. Méd., 2007, 27, n°2-3, p. 59-63
4. **RICHARD R., WEBER J., MEJJAD O.** – Mesure des variables spatiotemporelles de la marche par le locomètre de Bessou en fonction de l'âge, de la taille et du sexe chez 79 sujets sains. Rev. Rhum., 1995, 62 (2), p. 111-120.
5. <http://www.chirurgie-orthopedique-pasteur-brest.fr/gonarthrose.html> . Page consultée le 14 décembre 2012.
6. **ESTRADE J.-L.** – Kinésithérapie de la gonarthrose fémorotibiale non opérée. EMC, 2008, 26-240-A-10.
7. **TURCOT K., ARMAND S., HOFFMEYER P.** – Arthrose sévère du genou : altérations à la marche. Kinesither. Sci ., 2011, n°522, p. 23-26.
8. **KILICOGU O., DONMEZ A., KARAGULLE Z.** – Effect of balneotherapy on temporospatial gait characteristics of patients with osteoarthritis of the knee. Rheumatol Int, 2010, 30, p. 739-747.
9. **KAUFMAN K. R., HUGHES C., MORREY B. F.** – Gait characteristics of patients with knee osteoarthritis. Journal of biomechanics, 2001, 34, p. 907-915.
10. <http://www.rhumato.info/fiches-pratiques1> . Page consultée le 14 décembre 2012.
11. **ROQUES C.-F.** – Thermarthrose, un essai randomisé contrôlé qui évalue le traitement de l'arthrose du genou par la cure thermale. AFRETH, 2009. Téléchargé sur le site www.afreth.org/docprojet/.../analyse-scientifique-Thermarthrose.pdf (page visitée le 10 novembre 2012)
12. **PELISSIER J., BRUN V.** – La marche humaine et sa pathologie. Paris : Masson, 1994. 399p. ISBN 2-225-84435-6
13. **PLAS F., VIEL E., BLANC Y.** – La marche humaine. Kinésiologie dynamique, biomécanique et pathomécanique. 2^{ème} édition. Paris : Masson, 1979 : 122p.
14. **RICHARD D., ORSAL D.** – Neurophysiologie : organisation et fonctionnement du système nerveux. 2^{ème} édition, Dunod, p. 387-391. ISBN : 978-2-10005-638-5.

15. **DUPUI P., MONTOYA R., BESSOU P., PAGES B.** – Posturographie dynamique et analyse kymographique de la marche chez l'homme. Pied, équilibre et posture, Paris : Frison Roche, 1996, p. 77-89.
16. **GRAS P., CASILLAS J.-M., DULIEU V.** – La marche. Encycl. Méd. Chir. Kinesither. Elsevier, Paris. 26-013-A-10, 1996, 18 pages.
17. http://www.rhumatologie.asso.fr/03-Services/instruments-pratiques/Kellgren_Lawrence.html .
Page consultée le 24 mars 2013.
18. **MONTOYA R., DUPUI PH., PAGES B., BESSOU P.** – Step-length biofeedback device for walk rehabilitation. Medical & biological engineering & computing, juillet 1994, n°32, p. 416-20.
19. **BESSOU P., DUPUI P., MONTOYA R., PAGES B.** – Simultaneous recording of longitudinal displacements of both feet during human walking. J. Physiol., Paris, 1988-1989, 83, p. 102-110.
20. **MEVELLEC E., LAMOTTE D., CANTALLOUBE S.** – Etude de la corrélation force motrice-vitesse de marche dans une population de sclérosés en plaques. Annales de Read. et de Med. Phys. 2003, n°46, p. 85-90.
21. **MONTOYA R., DUPUI P.** – Technique d'analyse de la posture, de l'équilibre et de la locomotion. Association pour le développement de la podologie, p. 15-20.
22. **AL-ZAHRANI K.S., BAKHEIT A.M.O.** – A study of the gait characteristics of patients with chronic osteoarthritis of the knee. Disabil. rehabil., 2002, Mar 20, 24 (5), p. 275-80.

ANNEXES

Lexique :

Annexe I : indice de Lequesne et index de WOMAC.

Annexe II : tableau des mots clés concernant notre recherche bibliographique.

Annexe III : classification de Kellgren et Lawrence.

Annexe IV :

- exemple de bilan de la fonction locomotrice d'un patient quelconque d'après le manuel d'utilisation du Locomètre® SATEL
- exemple de bilan de marche généré automatiquement d'après les résultats du patient.

Annexe V : extrait de notre tableau statistique final.

Annexe VI : tableau statistique exhaustif comparatif pour la population générale.

Annexe VII : tableaux statistique des populations féminines, masculines, de gonarthroses gauches puis droites.

Annexe I : Indice de Lequesne [10]

Gonarthrose: indice algofonctionnel de Lequesne

Douleur ou gêne	La nuit	Non	0
		Seulement en renouant ou selon la posture	1
		Même immobile	2
	Lors du dévissage continu	Moins d'une minute	0
		De 1 à 15 minutes	1
		Plus de 15 minutes	2
	Rester debout augmente-t-il la douleur?	Non	0
		Oui	1
	Lorsque vous marchez	Non	0
		Seulement après une certaine distance	1
Très rapidement, de façon croissante		2	
Douleur ou gêne pour se relever d'un siège sans l'aide d'un bras	Non	0	
	Oui	1	
Périmètre de marche maximale	Aucune limitation		0
	Limité mais supérieur à 1 km		1
	Environ 1 km soit 15 minutes		2
	500 à 300 m		3
	300 à 500 m		4
	100 à 300 m		5
	Moins de 100 m		6
	Une canne ou une béquille nécessaire		+1
	Deux cannes ou béquilles nécessaires		+2
Difficultés dans la vie quotidienne	Pas de difficulté = 0 Possible avec une petite difficulté = 0,5	Pouvez-vous monter un étage?	0 à 2
		Pouvez-vous descendre un étage?	0 à 2
	Possible mais difficilement = 1 Possible mais très difficilement = 1,5 Impossible = 2	Pouvez-vous vous accroupir?	0 à 2
		Pouvez-vous marcher en terrain irrégulier?	0 à 2
Total			
Résultats: -0 à 4 points: handicap modeste -5, 6, 7 points: handicap moyen -8, 9, 10 points: handicap important -11, 12, 13 points: handicap très important -14 points et plus: handicap extrême, insupportable L'indication chirurgicale est portée à partir de 10 points environ			

Index de WOMAC comportant 24 questions. [10]

WOMAC : index de sévérité symptomatique de l'arthrose des membres inférieurs

Le WOMAC est l'index validé dans l'évaluation d'une arthrose des membres inférieurs. Il existe 2 systèmes de cotation des réponses aux questions : soit l'échelle de Lickert avec 5 réponses possibles (nulle = 0 ; minimale = 1 ; modérée = 2 ; sévère = 3 ; extrême = 4), soit une échelle visuelle analogique de 100 mm. Il est possible de calculer les scores dans chaque domaine ou pour l'ensemble du WOMAC

WOMAC Domaine douleur : quelle est l'importance de la douleur ?

1. Lorsque vous marchez sur une surface plane ?
2. Lorsque vous montez ou descendez les escaliers ?
3. La nuit, lorsque vous êtes au lit ?
4. Lorsque vous vous levez d'une chaise ou vous asseyez ?
5. Lorsque vous vous tenez debout ?

WOMAC Domaine raideur

1. Quelle est l'importance de la raideur de votre articulation lorsque vous vous levez le matin ?
2. Quelle est l'importance de la raideur de votre articulation lorsque vous bougez après vous être assis, couché ou reposé durant la journée ?

WOMAC Domaine fonction : quelle est l'importance de la difficulté que vous éprouvez à :

1. Descendre les escaliers ?
2. Monter les escaliers ?
3. Vous relever de la position assise ?
4. Vous tenir debout ?
5. Vous pencher en avant ?
6. Marcher en terrain plat ?
7. Entrer et sortir d'une voiture ?
8. Faire vos courses ?
9. Enfiler collants ou chaussettes ?
10. Sortir du lit ?
11. Enlever vos collants ou vos chaussettes ?
12. Vous étendre sur le lit ?
13. Entrer ou sortir d'une baignoire ?
14. Vous asseoir ?
15. Vous asseoir et vous relever des toilettes ?
16. Faire le ménage " à fond " de votre domicile ?
17. Faire l'entretien quotidien de votre domicile ?

Annexe II : Tableau des mots clés concernant notre recherche bibliographique

	CINEMED	CINEMEF	IAS	PEDro	PEDro	PEDro	PEDro	PUBMed	PUBMed	PUBMed	PUBMed	PUBMed	Google Scholar	Google Scholar	Google Scholar	EM-Consulte	Réévalué
locomotion																	
gonarthrose ou arthrose - gen																	
marche																	
analyse																	
humain																	
Bessou																	
pages																	
locomotion																	
analysis																	
gait																	
osteoarthritis of the knee																	
spatiotemporal parameters																	
Résultats = n	0	1	0	11	0	3	14	62	4	370	143						
Nombre de ressources gardées	0	0	0	0	0	0	1	1	1	2	1						
Références dans la bibliographie							11	19	4	3 et 21	18						

Les autres articles ont été trouvés grâce aux bibliographies des articles gardés, grâce aux conseils que m'ont donné certains professeurs de l'école, et M. Savet.

**Annexe III : Classification de Kellgren et Lawrence concernant les stades
radiologiques de la gonarthrose**

Le score de Kellgren et Lawrence est une classification prenant en compte à la fois les ostéophytes et le pincement de l'interligne articulaire.

Cette classification comporte 4 classes : arthrose douteuse, minime, certaine, évoluée.

Stades radiologiques de la gonarthrose	
Stade 0	radiographie normale
Stade 1	ostéophyte de signification douteuse
Stade 2	ostéophyte net sans modification de l'interligne articulaire
Stade 3	ostéophyte net et diminution de l'interligne articulaire
Stade 4	pincement sévère de l'interligne articulaire et sclérose de l'os sous-chondral.

Annexe IV : Exemple de bilan de la fonction locomotrice d'un patient quelconque d'après le manuel d'utilisation du Locomètre® SATEL

Résultats de l'analyse locomotrice R_205_02_10005 Foot Care

Résultats | Courbes | Commentaires | Bilan | Vidéo | Résultats détaillés

Calculé relatif aux cycles D3 à D7 [Imprimer] [Enregistrer analyse] [Retour]

Paramètres cinétiques	Normes	Mesure	Ecart/Normes	Vitesse de marche (m/m)		
Cadence (enjambe/min)	134,80 ±8,50	94,51 ±0,00	- 37 %			
Longueur d'enjambée (m)	1,48 ±0,12	0,74 ±0,07	- 50 %			
Vitesse de marche (m/min)	99,00 ±8,40	31,18 ±2,14	- 68 %		1,87 ±0,13	- 86 %
Vitesse de marche (m/s)	1,65 ±0,14	0,52 ±0,04	- 69 %			

	Normes	Pied Gauche		Pied Droit		% Asymétrie
Longueur						
Pas (m)	0,74 ±0,06	0,26 ±0,07	- 65 %	0,46 ±0,07	- 37 %	36 %
Durée						
Cycle (s)	0,59 ±0,03	1,42 ±0,07	+ 80 %	1,42 ±0,06	+ 80 %	0 %
Appui total (s)	0,53 ±0,04	0,96 ±0,05	+ 82 %	1,00 ±0,06	+ 88 %	4 %
% Appui total / cycle	39,00 ±1,40	67,80 ±0,94	+ 14 %	70,49 ±1,83	+ 18 %	
Appui bipodal (s)	0,08 ±0,02	0,25 ±0,03		0,29 ±0,04		
% Appui bipodal / cycle	9,00 ±1,20	17,67 ±1,34		20,82 ±2,42		
Balancement						
Durée (s)	0,39 ±0,02	0,46 ±0,02	+ 27 %	0,42 ±0,02	+ 16 %	0 %
% Balancement / cycle	40,40 ±1,40	32,20 ±0,94	- 20 %	29,51 ±1,83	- 27 %	
Ramener						
Durée (s)	0,18 ±0,01	0,27 ±0,01	+ 49 %	0,16 ±0,02	- 13 %	
% Ramener / balancement	50,00 ±1,70	58,97 ±4,18	+ 18 %	37,65 ±6,10	- 25 %	
Passage						
Durée (s)	0,16 ±0,01	0,19 ±0,03	+ 5 %	0,26 ±0,03	+ 45 %	
% Passage / balancement	39,00 ±1,70	41,09 ±4,18	- 18 %	62,35 ±6,10	+ 26 %	
Vitesse des différentes phases du cycle						
Moy balancement (m/s)	4,06 ±0,33	1,64 ±0,06	- 60 %	1,74 ±0,17	- 57 %	
Max balancement (m/s)	5,20 ±0,45	2,70 ±0,12	- 49 %	2,61 ±0,28	- 50 %	
Ramener (m/s)	4,14 ±0,38	1,81 ±0,10	- 56 %	1,34 ±0,24	- 60 %	
Passage (m/s)	4,06 ±0,33	1,36 ±0,19	- 66 %	1,77 ±0,17	- 56 %	

Exemple de bilan de marche généré automatiquement d'après les résultats du patient

Résultats | Course | Commentaire | BIET | Vidéo | Résultats détaillés

Imprimer | Exporter analyse | Retour

Générer bilan de marche

	Normes	Ecart
II. Efficacité locomotrice :		
* Cadence de marche : 84,51 enjambées/min	134,80	- 37 %
* Longueur d'enjambée : 0,74 m	1,48	- 50 %
* Vitesse de marche : 1,97 Km/h.	6,98	- 69 %
On relève une perte d'efficacité locomotrice de 69 % due à :		
- une réduction de la cadence de marche de	37 %	
- une réduction de la longueur d'enjambée de :	50 %	
III. Organisation spatiale du cycle locomoteur :		
* Les pas ont une longueur de 0,26 mètres à gauche	0,74	- 66 %
0,46 mètres à droite.	0,74	- 37 %
Il existe donc une asymétrie spatiale, les pas gauches étant plus courts que les pas droits de 56 %.		
IV. Organisation temporelle du cycle locomoteur :		
* Le cycle locomoteur est organisé :		
- à gauche de :	68 % de temps d'appui	60 % + 8 %
	32 % de temps de balancement	40 % - 8 %
- à droite de :	70 % de temps d'appui	60 % + 11 %
	30 % de temps de balancement	40 % - 11 %
Préférence des phases d'appui au détriment des phases de balancements.		
* Les appuis monopodaux sont symétriques mais allongés, par rapport à la Norme.		
* Les appuis bipodaux sont supérieurs à la Norme mais sont symétriques.		
V. Orientation thérapeutique :		
* Allonger le passage du pied Gauche		