



**HAL**  
open science

# Analyse de l'équilibre et de la marche avant et après ostéotomie de valgisation pour gonarthrose

Jessie Barbin

► **To cite this version:**

Jessie Barbin. Analyse de l'équilibre et de la marche avant et après ostéotomie de valgisation pour gonarthrose. Médecine humaine et pathologie. 2015. dumas-01131543

**HAL Id: dumas-01131543**

**<https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-01131543>**

Submitted on 13 Mar 2015

**HAL** is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

## AVERTISSEMENT

Ce document est le fruit d'un long travail approuvé par le jury de soutenance et mis à disposition de l'ensemble de la communauté universitaire élargie.

Il n'a pas été réévalué depuis la date de soutenance.

Il est soumis à la propriété intellectuelle de l'auteur. Ceci implique une obligation de citation et de référencement lors de l'utilisation de ce document.

D'autre part, toute contrefaçon, plagiat, reproduction illicite encourt une poursuite pénale.

Contact au SICD1 de Grenoble : **thesebum@ujf-grenoble.fr**

## LIENS

Code de la Propriété Intellectuelle. articles L 122. 4

Code de la Propriété Intellectuelle. articles L 335.2- L 335.10

[http://www.cfcopies.com/V2/leg/leg\\_droi.php](http://www.cfcopies.com/V2/leg/leg_droi.php)

<http://www.culture.gouv.fr/culture/infos-pratiques/droits/protection.htm>

UNIVERSITE JOSEPH FOURIER  
FACULTE DE MEDECINE DE GRENOBLE

Année : 2015

N°

**ANALYSE DE L'EQUILIBRE ET DE LA MARCHE AVANT ET APRES  
OSTEOTOMIE DE VALGISATION POUR GONARTHROSE**

THESE  
PRESENTEE POUR L'OBTENTION DU DOCTORAT EN MEDECINE

DIPLÔME D'ETAT

Jessie BARBIN  
Née le 20 Aout 1986 à NIMES

THESE SOUTENUE PUBLIQUEMENT A LA FACULTE DE MEDECINE DE GRENOBLE\*

Le : 3 mars 2015

DEVANT LE JURY COMPOSE DE

Président du jury : M. le Professeur Dominic PERENNOU

Membres

M. le Professeur Dominique SARAGAGLIA

M. le Professeur Jérôme TONETTI

M. le Professeur Philippe GAUDIN

Mme. le Docteur Elodie GAILLEDRAT

*\*La Faculté de Médecine de Grenoble n'entend donner aucune approbation ni improbation aux opinions émises dans les thèses ; ces opinions sont considérées comme propres à leurs auteurs.*

# Sommaire

Sommaire.....	2
Remerciements.....	4
Index des figures.....	6
Index des tableaux.....	7
RESUME.....	8
INTRODUCTION.....	10
I. Généralités sur la gonarthrose.....	10
II. Analyse de la marche.....	11
III. Analyse de l'équilibre.....	14
IV. Objectif et hypothèse.....	15
MATERIELS ET METHODES.....	16
I. Participants.....	16
II. Radiographie.....	17
III. Intervention.....	17
IV. Post-intervention.....	18
V. Evaluation clinique des patients.....	18
VI. Evaluation subjective de l'équilibre et de la marche.....	20
VII. Evaluation objective.....	20
a) Evaluation objective de l'équilibre.....	20
b) Evaluation objective de la marche.....	23
VIII. Critère de jugement principal.....	26
IX. Critères de jugements secondaires.....	26
X. Analyse statistique.....	27
XI. Ethique.....	27
RESULTATS.....	28
I. Comparaison à l'inclusion des patients aux témoins (n=24).....	28
a) Données cliniques des participants à l'inclusion.....	28
b) Evaluation de l'équilibre chez les patients en préopératoire versus témoins.....	29
c) Evaluation de la marche chez les patients en préopératoire versus témoins.....	32
II. Comparaison des patients en pré-postopératoire versus témoins = apport de l'intervention (n=21).....	34
a) Données cliniques en pré-postopératoire chez les 21 patients.....	35
b) Evaluation de l'équilibre en postopératoire.....	37
c) Evaluation de la marche en postopératoire.....	40
DISCUSSION.....	42
I. Résultats sur les données cliniques.....	42
II. Equilibre.....	43
III. Marche.....	48

IV.	Force de l'étude.....	53
V.	Limites.....	53
VI.	Perspectives.....	54
CONCLUSION.....		56
REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES.....		58
LISTE DES ABREVIATIONS.....		64
ANNEXES.....		64
	Annexe 1. Score de Lysholm.....	64
	Annexe 2. Score SF-36.....	65
	Annexe 3. Score Womac.....	69
	Annexe 4. Score de Koos.....	70
	Annexe 5. Formulaire d'information et de consentement des patients.....	74
	Annexe 6. Critères d'Ahlbäck modifiés.....	76
	Annexe 7. Description des patients à l'inclusion.....	76
	Annexe 8. Liste des professeurs et des maitres de conférence universitaires (en surligné) - praticien hospitalier de la faculté de médecine de Grenoble – Année 2014 - 2015.....	77
	Annexe 9. Serment d'Hippocrate.....	84

## REMERCIEMENTS

### *A MES MAITRES ET JUGES*

**A monsieur le Professeur Dominic Perennou,**

Vous m'avez accompagné et suivi tout au long de ma thèse,  
Vous m'avez prodigué de précieux conseils au cours de mon internat,  
Vous me faites l'honneur de bien vouloir assurer la présidence de cette thèse.  
Veuillez trouver ici l'expression de toute ma gratitude et de mon respect.

**A monsieur le Professeur Dominique Saragaglia,**

Votre présence dans ce jury de thèse est un honneur pour moi,  
Veuillez trouver ici le témoignage de ma plus grande estime.

**A monsieur le Professeur Jérôme Tonetti,**

Vous avez accepté de faire partie de mon jury et de juger ce travail.  
Veuillez trouver ici le témoignage de ma gratitude.

**A monsieur le Professeur Philippe Gaudin,**

Vous m'honorez en ayant accepté de faire partie de mon jury de thèse,  
Veuillez recevoir mes remerciements respectueux.

**A madame le Docteur Elodie Gailledrat,**

Pour ton écoute, tes conseils et ta sympathie,  
Reçoit mes remerciements d'avoir accepté d'évaluer mon travail

### *ET AUSSI*

**A monsieur le Docteur Bastien Moineau,**

Pour ta disponibilité, ta patience, tes connaissances et ton soutien sans faille,  
Reçois mes remerciements les plus sincères

**A monsieur Vincent Morin,**

Pour ton enthousiasme, ton dynamisme et ta disponibilité,  
Reçois l'expression de toute ma reconnaissance

**A monsieur Antoine Garcia Roche,**

Pour votre précieuse aide, votre disponibilité et votre réactivité,  
Recevez l'expression de ma sincère gratitude

**A madame Annie Desaintjean,**

Pour votre réactivité, votre disponibilité et votre gentillesse,

**A tous les patients et témoins volontaires qui ont accepté de participer à cette étude,**  
Merci

*A CEUX QUI M'ONT ACCOMPAGNE TOUTES CES ANNEES*

*A MA FAMILLE*

**A mes parents,**

Pour votre amour, votre présence et votre soutien inconditionnels, pour vos précieux conseils,  
merci

**A Kévin, mon conjoint,**

Pour ta patience, ta tendresse, ta maturité, ton amour

**A Manon, ma fille,**

Pour tes sourires, pour la force immense que tu m'as apportée

**A mes grands-parents, Pierre et Laurence, à ma tante Marie-Pierre,**

Pour votre incroyable écoute, votre disponibilité et votre amour, un grand merci

**A mes frères Pierrick et Guilhem, à mon cousin Maxence, à ma famille de Corse,**

Pour votre soutien, votre présence, votre écoute, je vous remercie sincèrement

**A mes beaux-parents, Marie-Pierre et Patrick, à Julie et Sylvain, à Guy,**

Vous m'avez été d'une précieuse aide, merci d'être là

**A mes amis de Montpellier et Grenoble,**

Pour tous ces grands moments de bonheur partagés, après tant d'années, le plaisir est toujours  
aussi grand

**A Yves Barthélémy, à Mia Colina,**

Pour votre écoute et vos conseils, merci

*A MES MAITRES D'INTERNAT*

**Madame le Docteur Marie-Pierre DE ANGELIS, Madame le Docteur Vanessa SEETHA, Madame le Docteur Béatrice PASQUIER, Madame le Docteur Elodie PAYRAUD, Madame le Docteur Anne CHRISPIN, Monsieur le Docteur Patrice DAVOINE, Monsieur le Docteur Philippe ESCOBAR, Madame le Docteur Françoise VIDAL, Monsieur le Docteur Christophe RUHL, Monsieur le Docteur Jacques BLANCHARD, Madame le Docteur Béatrice VILLEMUR, Madame de Docteur Carine TURCHET, Monsieur le Docteur Eric GIRAUD, Monsieur le Docteur Stéphane LADO, Monsieur le Docteur Sébastien MARCEL, Madame le Docteur Francine LEJEUNE-LEDUC, à Monsieur le Docteur Anthony DAVID, Monsieur le Docteur Jean François PAYEN, Monsieur le Docteur Gilles FRANCONY, à Monsieur le Docteur Samuel GAY, Monsieur Brice SIBILLE, à Monsieur Bruno SAUREL.**

Un grand merci pour vos enseignements, vos conseils, vos connaissances, pour la riche expérience passée à vos côtés avec générosité et enthousiasme

*A MES COINTERNES*

Pour tous ces bons moments passés ensemble, pour votre dynamisme et votre soutien

*AUX EQUIPES SOIGNANTES*

**De MPR vasculaire/ orthopédie/ neurologie, de MPR orthopédique (Centre Médical Rocheplane), de neurologie à Chambéry, de Rhumatologie à Uriage, d'anesthésie réanimation à Grenoble**

Pour votre enthousiasme, pour le travail d'équipe, pour votre joie et le partage de connaissance, ce fût un réel plaisir

## INDEX DES FIGURES

<b>Figure n°1. Sabots de stabilométrie.....</b>	<b>21</b>
<b>Figure n°2. Stabilogramme en appui bipodal.....</b>	<b>22</b>
<b>Figure n°3. Stabilogramme en appui monopodal droit.....</b>	<b>22</b>
<b>Figure n°4. Plateforme Feetest.....</b>	<b>23</b>
<b>Figure n°5. Leds du couloir d'analyse de la marche Optogait.....</b>	<b>24</b>
<b>Figure n°6. Couloir de marche Optogait.....</b>	<b>24</b>
<b>Figure n°7. Paramètres spatiaux et temporels du pas.....</b>	<b>25</b>
<b>Figure n°8. Enregistrements obtenus à partir du couloir de marche Optogait.....</b>	<b>26</b>
<b>Figure n°9. Scores subjectifs d'équilibre en préopératoire versus témoins évalués par une échelle ordinale à 4 niveaux.....</b>	<b>29</b>
<b>Figure n°10. Scores subjectifs de marche en préopératoire versus témoins évalués par une échelle ordinale à 4 niveaux.....</b>	<b>32</b>
<b>Figure n°11. Scores cliniques significatifs entre le pré et le postopératoire.....</b>	<b>36</b>
<b>Figure n°12. Scores subjectifs d'équilibre pré-postopératoire versus témoins.....</b>	<b>37</b>
<b>Figure n°13. Scores subjectifs de marche pré-postopératoire versus témoins.....</b>	<b>40</b>



## INDEX DES TABLEAUX

<b>Tableau 1. Nombre d'échec à la tâche sur les 5 essais en appui monopodal (côté opéré ou non opéré) chez les patients en préopératoire versus témoins.....</b>	<b>30</b>
<b>Tableau 2. Paramètres d'équilibre chez les 24 patients préopératoire versus témoins.....</b>	<b>31</b>
<b>Tableau 3. Paramètres spatiaux et temporels de marche chez les patients en préopératoire versus témoins à vitesse normale et rapide.....</b>	<b>33</b>
<b>Tableau 4. Résultats des scores cliniques entre le pré et le postopératoire versus témoins.....</b>	<b>35</b>
<b>Tableau 5. Nombre d'échec à la tâche en appui monopodal (côté opéré ou non) sur 5 essais entre le pré et le postopératoire.....</b>	<b>38</b>
<b>Tableau 6. Nombre d'échec à la tâche en appui monopodal (côté opéré ou non) sur 5 essais entre le postopératoire et les témoins.....</b>	<b>38</b>
<b>Tableau 7. Paramètres d'équilibre chez les 21 sujets.....</b>	<b>39</b>
<b>Tableau 8. Paramètres spatiaux-temporels de marche chez les 21 sujets.....</b>	<b>41</b>
<b>Tableau 9. Résumé de la littérature concernant l'analyse de l'équilibre chez les patients gonarthrosiques.....</b>	<b>47</b>
<b>Tableau 10. Résumé de la littérature concernant l'analyse de la marche avant et après ostéotomie de valgisation.....</b>	<b>52</b>

## **RESUME : Analyse de l'équilibre et de la marche avant et après ostéotomie de valgisation pour gonarthrose**

### **Introduction**

Notre objectif était d'analyser, avant et 4 mois après ostéotomie, la perception de l'équilibre et de la marche en la comparant aux analyses objectives. L'hypothèse était une amélioration des analyses objectives, mais une perception dégradée en postopératoire.

### **Méthode**

Vingt-quatre patients ont été appariés sur le sexe et l'âge à 24 témoins. Les déficiences, incapacités et handicaps ont été évalués au moyen de questionnaires: échelle numérique, score de Lysholm, score SF-36, score de Koos, de Womac. Les patients et témoins évaluaient leur perception de l'équilibre et de la marche via une échelle à 4 niveaux : médiocre-mauvaise-bonne-très bonne. Des analyses objectives d'équilibre (plateforme d'équilibre) et de marche (analyse bidimensionnelle) ont été réalisées.

### **Résultats**

Notre hypothèse n'a pas été vérifiée. Après ostéotomie, les patients percevaient une amélioration de leur équilibre ( $p = 0,014$ ) et de leur marche ( $p < 10^{-4}$ ). L'équilibre bipodal latéral postopératoire était moins bon chez les patients versus témoins ( $p = 0,011$ ). En revanche, il n'existait pas d'échec à la tâche, ni d'asymétrie d'appui entre les groupes. L'équilibre monopodal était plus stable des 2 côtés, opéré ( $p = 0,011$ ) et non opéré ( $p = 0,009$ ). Concernant la marche, seule la largeur de pas avait augmenté en postopératoire ( $p = 0,001$ ). Après ostéotomie, les scores cliniques s'étaient significativement améliorés, sauf le sous score ASL de Koos.

### **Conclusion**

Les scores cliniques et de perception seraient plus sensibles que les analyses objectives à quantifier un déficit préopératoire et son amélioration 4 mois postopératoire.

**Mots clés :** ostéotomie de valgisation ; équilibre ; marche

## **ABSTRACT: Balance and gait analysis before and after tibial and/or femoral osteotomy for gonarthrosis**

**Introduction:** Gonarthrosis with varus alignment leads to balance and gait disorders. Correcting this axis, osteotomy changes these factors. The aim was to analyse the patient's perception of balance and gait, and by comparing to objective analysis, before and after 4 months of osteotomy. Our hypothesis was an improvement of gait and balance parameters but a perception of a worse gait and balance.

**Methods:** Twenty four patients aged  $52.4 \text{ years} \pm 6.8$ , obese (index of body mass:  $31.2 \pm 5.4$ ), were paired by sex and age to controls. Deficiencies and disabilities were evaluated by means of questionnaire: numeric scale, Lysholm score, SF-36 score, Koos and Womac score. From a 4 levels scale: very bad, bad, good and very good, patients and controls estimated their perception of balance and gait. Objective balance analysis (from a balance platform) and gait analysis (from a bidimensional gait analysis) were achieved.

**Results:** Our hypothesis hasn't been checked. After osteotomy, patients noticed an improvement of their balance ( $p=0.014$ ) and their gait ( $p < 10^{-4}$ ). The postoperative lateral bipodal balance was worse for patients than for controls ( $p = 0.011$ ). However, it didn't exist any work fail or asymmetry support between groups. The monopodal balance was more stable from both sides, operated ( $p = 0.011$ ) and non-operated ( $p = 0.009$ ). About gait, only step width in postoperative had increased ( $p = 0.001$ ). After osteotomy, clinical scores had significantly improved, except for the underscore ASL of Koos.

**Conclusion:** Clinical and perception scores would be more sensible than objective analysis to quantify a preoperative deficit and its 4 postoperative months improvement.

**Key-words:** tibial and/or femoral osteotomy; posture; gait

# INTRODUCTION

## I. Généralités sur la gonarthrose

La gonarthrose est une maladie dégénérative touchant l'articulation du genou (1). Elle est une source de douleur, d'altération de la fonction et de handicap chronique (2). Il est prédit une augmentation de sa prévalence au cours des 2 prochaines décennies (3). En France, la prévalence de l'arthrose symptomatique de genou varie, selon l'âge, de 2,1 à 10,1% chez les hommes, et de 1,6 à 15,0% chez les femmes (4). Dans le monde, 10% des hommes et 18% des femmes de plus de 60 ans souffrent de gonarthrose symptomatique (5).

La gonarthrose est d'origine multifactorielle. Les facteurs de risque de progression peuvent être divisés en 2 catégories : les facteurs généraux (l'âge, le sexe, l'obésité, les facteurs génétiques) et les facteurs mécaniques locaux (blessures, activité, profession, force musculaire) (6) dont l'alignement du genou en varus ou en valgus. Il s'agit d'un angle HKA (hip-knee-ankle) inférieur ou supérieur à  $180^\circ$  respectivement (7, 8). La Gonarthrose est plus fréquente en unicompartmental, sur le compartiment médial avec des déformations en varus (9, 10). Dans cette étude nous nous intéresserons aux déformations en varus responsables d'arthrose fémoro-tibiale médiale.

Sur un plan biomécanique, un des facteurs de risque, associé à la progression de la gonarthrose médiale, est l'augmentation de la charge articulaire sur le plan médial, accessible par la mesure du moment d'adduction externe du genou (9,11). Le moment d'adduction est le produit des forces de réaction au sol (GRF) fois le bras de levier (12). Il se mesure grâce à une analyse tridimensionnelle de la marche. L'articulation du genou supporte 2,5 fois le poids du corps pendant la marche (13). En cas d'alignement normal (angle HKA  $180^\circ$ ), 75% de la charge passe par le compartiment médial du genou (14, 15).

Dans des conditions statiques, l'alignement en varus augmente l'asymétrie de charge sur le compartiment médial. Il entraîne alors une augmentation du moment d'adduction et de fait la progression de la gonarthrose sur ce compartiment (2, 16, 17, 18). L'importance du moment d'adduction augmenterait avec la sévérité de la gonarthrose (10). L'alignement en varus serait un facteur de risque de progression de gonarthrose, surtout chez des patients avec un IMC (Indice de Masse Corporelle) élevé (17).

Dans des conditions dynamiques, comme la marche, l'analyse est plus complexe.

## **II. Analyse de la marche**

Plusieurs études sur l'analyse de la marche montrent que les patients présentant une gonarthrose fémoro-tibiale médiale et/ou une déformation en varus ont un schéma de marche modifié :

- Turcot, Katia et al (19) ont étudié l'influence de l'alignement en varus ou en valgus sur la marche chez des patients atteints de gonarthrose sévère versus des sujets contrôles. Lors de déformations en varus (angle HKA  $171,8^\circ \pm 5,2$ ), leur vitesse de marche ( $p < 0,001$ ), longueur de foulée ( $p = 0,005$ ) et de pas ( $p = 0,003$ ) étaient significativement diminuées par rapport à celles des sujets contrôles. Il apparaissait supplémentaiement une diminution significative du moment de flexion du genou ( $p < 0,001$ ) (suggérant une faiblesse du quadriceps), une augmentation du moment d'adduction du genou ( $p < 0,001$ ) (facteur prédictif de sévérité de la gonarthrose), et une inclinaison antérieure du pelvis augmentée ( $p = 0,002$ ) (suggérant une faiblesse des extenseurs de hanche) comparées aux sujets contrôles. Enfin, les patients en varus présentaient plus de douleurs (évalué par le sous score douleur du score de Womac) que les patients en valgus ( $p = 0,007$ ).

- D'autres études (20, 21) sur l'analyse de la marche, avant et après prothèse totale de genou chez des patients présentant une gonarthrose, montraient qu'avant l'intervention chirurgicale,

les patients avec gonarthrose marchaient avec une vitesse, une cadence, un temps d'appui monopodal, une longueur de pas diminués, et un temps d'appui bipodal augmenté.

- Une laxité excessive dans le plan frontal, une instabilité du genou, une faiblesse du quadriceps et des co-contractions musculaires élevées ont également été rapportées chez les patients avec gonarthrose avancée (15, 22 -26).

Sur un plan biomécanique, les patients tentaient de diminuer le moment d'adduction externe du genou via des modifications de leur marche. Leur but était de diminuer leurs douleurs et d'améliorer leurs capacités fonctionnelles. Andriacchi TP et al (15), expliquaient que les patients en varus ajusteraient la position de leur pied lors de la phase d'appui (en rotation externe) et diminueraient la longueur d'enjambée pour réduire le moment d'adduction. Hunt et al (27), ont montré l'ampleur de la relation entre l'inclinaison latérale du tronc, l'angle d'ouverture du pied et l'axe du membre inférieur avec le moment d'adduction. Les patients en varus (HKA 172,6°), avec une gonarthrose fémoro-tibiale médiale, marchaient avec une inclinaison latérale du tronc sur le membre portant ( $p<0,05$ ) et une rotation du pied en ouverture ( $p<0,05$ ) pour diminuer le moment d'adduction.

Un moyen reconnu pour diminuer le moment d'adduction et donc la progression de la gonarthrose fémoro-tibiale médiale est l'ostéotomie de valgisation.

Il s'agit d'un traitement de choix dans le cadre de déviations en varus. Cette chirurgie a pour but de corriger le genu varum en rétablissant l'axe du membre inférieur. Elle déplace la ligne de charge du compartiment médial vers le compartiment latéral et diminue ainsi le moment d'adduction externe du genou (28 - 31). Le but est de permettre la diminution de la charge sur le compartiment médial de l'articulation fémoro-tibiale afin de préserver l'articulation du genou, d'éviter la récurrence de la déviation, et de repousser l'indication de prothèse totale de

genou (32). L'objectif, mais aussi la difficulté de cette chirurgie, est l'hypercorrection en valgus entre 183 et 186° (33 - 36). La chirurgie assistée par ordinateur (CAO), via le système Orthopilot, est un système fiable, reproductible, permettant le contrôle de l'axe fémoro-tibial à chaque étape de la procédure chirurgicale (37, 38). Le principe consiste en une acquisition cinématique des centres de la hanche, du genou et de la cheville ainsi que la palpation de quelques points extra articulaires situés au niveau du genou et de la cheville, permettant une mesure de l'axe du membre inférieur en temps réel sur l'écran de l'ordinateur, avant et après ostéotomie. Ce système permet d'obtenir plus aisément la correction souhaitée. Il s'agit d'une chirurgie prouvée donnant des résultats durables et satisfaisants quand l'indication est bien posée (39, 40, 41). Elle s'adresse généralement à des sujets jeunes (< 65 ans), actifs, avec un stade lésionnel d'arthrose peu évolué ( $\leq 3$ ), et un varus  $\geq 3^\circ$ .

L'ostéotomie de valgisation permet un soulagement des douleurs, une amélioration de la fonction, et une satisfaction des patients (31, 32, 35, 42 – 46).

- Ramsey et al (30), ont étudié l'effet du réalignement sur les paramètres cinétiques et cinématiques, et sur la fonction musculaire pendant la marche chez des patients avec une gonarthrose fémoro-tibiale médiale et un genu varum modéré versus des sujets contrôles, appariés sur les critères sexe et âge. Ils ont montré qu'après ostéotomie, la laxité articulaire sur le compartiment médial ( $p=0,003$ ), l'indice de co-contraction musculaire en médial ( $p=0,089$ ), le moment d'adduction externe du genou, l'instabilité ( $p=0,002$ ) étaient diminués à un an post-opératoire. Cependant, il persistait une faiblesse du quadriceps et un déficit de flexion du genou.

- Lind, Martin et al (47), ont réalisé une analyse cinétique et cinématique de la marche chez des patients bénéficiant d'une ostéotomie versus des sujets contrôles. Ils ont montré une normalisation de la vitesse de la marche ( $p<0,0001$ ), de la longueur d'enjambée ( $p<0,0001$ ),

des moments sagittaux du genou comparés à des sujets contrôles. En revanche, ils ont observé une augmentation du moment d'adduction ( $p=0,02$ ) sur le genou controlatéral par rapport aux sujets contrôles.

- L'étude de Birmingham, Trevor B et al (29), a étudié l'effet de l'ostéotomie sur le devenir clinique (Score Koos, SF-36, LEFS) et la marche chez 120 patients. Ils ont également cherché à identifier les facteurs prédictifs du devenir du patient en post-opératoire. Les auteurs ont montré une diminution du moment d'adduction du genou ( $p<0,01$ ), de l'inclinaison latérale du tronc ( $p<0,01$ ), une augmentation de la vitesse de marche ( $p<0,01$ ), de l'angle d'ouverture des pieds sur le côté opéré ( $p<0,01$ ), à 2 ans post-opératoire. Les paramètres associés à un moment d'adduction plus élevé à 2 ans étaient un moment d'adduction préopératoire élevé ( $p=0,01$ ), une inclinaison latérale du tronc basse ( $p=0,05$ ), un âge élevé ( $p=0,03$ ), et un angle mécanique post-opératoire bas à 6 mois ( $p<0,01$ ).

En conclusion, l'ensemble de ces études a montré que des patients présentant une gonarthrose fémoro-tibiale médiale, avec une déformation en varus, possédaient un schéma de marche modifié, et développaient différentes compensations pour diminuer leurs douleurs. Après ostéotomie, leur schéma de marche semblait à nouveau bouleversé.

### **III. Analyse de l'équilibre**

Il influence le niveau de performance dans les activités de la vie quotidienne, depuis le maintien de la position statique aux activités complexes dynamiques comme la marche (48). Le facteur équilibre est par conséquent un prérequis à la marche. Le contrôle de celui-ci est un indicateur important de la fonction physique et du risque de chute (49, 50). Pour nombre de patients, l'amélioration de l'équilibre est un désir fonctionnel (51).

Le contrôle postural est un processus complexe. Il résulte d'influx sensoriels (informations visuelles, vestibulaires, proprioceptives), d'un processus central et de réponses



neuromusculaires (52, 53, 54). Toutes ces fonctions diminuent inéluctablement avec l'avancée en âge, et de manière plus dramatique lors d'atteintes musculosquelettiques comme l'arthrose. Elles ont pour conséquence une diminution de la stabilité (22, 48, 52, 55).

Les patients présentant une gonarthrose ont un équilibre perturbé par rapport aux sujets contrôles sans gonarthrose, appariés sur le critère âge. Cette perturbation est quantifiée par une augmentation de l'oscillation du centre de pression plantaire sur plateforme de force (48, 50, 51, 54, 55, 56).

L'étude de Hall MC et al (54), a montré que des patients gonarthrosiques douloureux présentaient une altération de l'équilibre plus importante que des sujets contrôles ( $p < 0,05$ ), quel que soit le stade radiologique de l'arthrose. Hinman et al (56), montraient également une corrélation entre douleurs et oscillations posturales latérales ( $r = 0,47$ ).

Après ostéotomie, l'analyse de l'équilibre a très peu été étudiée. Une seule étude a évalué l'impact du réalignement sur l'équilibre (52). Les auteurs ont analysé l'équilibre de 49 patients, 15 jours avant et un an après ostéotomie. Malgré l'amélioration des douleurs, de la fonction et de l'alignement, il n'existait pas d'amélioration significative de l'équilibre post-opératoire.

#### **IV. Objectif et hypothèse**

L'équilibre et le schéma de marche chez des patients gonarthrosiques sont modifiés. Après ostéotomie, ces schémas semblent à nouveau perturbés. Mais qu'en est-il de la perception du patient? Aucune des études présentées ne s'est intéressée à l'analyse subjective de l'équilibre et de la marche avant et après ostéotomie.

Notre étude avait pour objectif l'analyse subjective et objective de l'équilibre et de la marche avant et 4 mois après ostéotomie tibiale et/ou fémorale de valgisation chez des patients présentant une gonarthrose fémoro-tibiale médiale versus un groupe témoin.

Notre hypothèse était, qu'en post-opératoire, du fait de la valgisation, la perception de l'équilibre et de la marche des patients serait moins bonne, tandis que les paramètres objectifs s'en trouveraient améliorés.

## **MATERIELS ET METHODES**

Il s'agissait d'une étude observationnelle, prospective, mono centrique, contrôlée, non randomisée. Les inclusions et revus des patients se sont déroulées de septembre 2013 à septembre 2014.

### **I. Participants**

Les patients bénéficiant d'une ostéotomie tibiale et/ou fémorale de valgisation ont été évalués pour l'inclusion à cette étude par le chirurgien senior réalisant l'intervention. Les critères d'inclusion correspondaient aux critères opératoires : un âge inférieur à 65 ans, une arthrose fémoro-tibiale médiale symptomatique, une déformation en varus, des douleurs rebelles aux traitements médicaux. Les patients étaient exclus s'ils présentaient des antécédents de chirurgie du genou inférieure à 3 mois, des antécédents de traumatisme du genou avec lésion du pivot central et/ou du plan périphérique inférieurs à 1 an, toutes autres pathologies pouvant perturber la marche ou l'équilibre telles qu'une Artériopathie Oblitérante des Membres Inférieurs stade 2, 3 ou 4, des pathologies neurologiques (accident vasculaire cérébral), ou des troubles visuels non corrigés.

Les témoins étaient appariés sur les critères sexe et âge des patients inclus. Etaient exclus, les sujets présentant des douleurs du genou à la marche, des antécédents de chirurgie du genou, un traumatisme du genou avec lésion du pivot central et/ou du plan périphérique inférieur à 10

ans, un remplacement prothétique de la hanche, du genou, de la cheville, toutes autres pathologies pouvant perturber la marche ou l'équilibre telles qu'une Artériopathie Oblitérante des Membres Inférieurs stade 2, 3 ou 4, des pathologies neurologiques (accident vasculaire cérébral), ou des troubles visuels non corrigés.

Les patients ont été évalués la veille puis quatre mois après l'intervention. Les témoins ont été évalués parallèlement et indépendamment des patients. Ils ont été recrutés parmi le personnel médical et paramédical de la structure où se déroulaient les analyses ainsi que dans l'entourage des co-investigateurs.

## **II. Radiographie**

Tous les patients ont bénéficié d'une pangonométrie en charge en pré et 3 mois post-opératoire selon le protocole Ramadier. La mesure de l'angle HKA (Hip Knee Ankle) du genou à opérer était effectuée par la même équipe de radiologues. Il correspondait à l'angle établit entre le centre articulaire de la hanche (Hip), le centre articulaire du genou situé au milieu des sommets des 2 processus épineux tibiaux (Knee) et le centre articulaire de cheville situé au centre du dôme talien (Ankle). Concernant les axes, nous avons considéré, en accord avec Kapandji (7) et Hungerford et Krackow (8), que l'angle HKA normal mesurait  $180^\circ$ . Un angle HKA  $< 180^\circ$  correspondait à un alignement en varus ; un angle HKA  $> 180^\circ$  correspondait à un alignement en valgus.

## **III. Intervention**

La chirurgie d'ostéotomie autour du genou a été réalisée par un même opérateur (Pr D. Saragaglia) expérimenté en chirurgie assistée par ordinateur (Orthopilot™, B-Braun-Aesculap, Tuttlingen, Allemagne), dans le service de chirurgie orthopédique du CHU de Grenoble. Il s'agissait d'une ostéotomie tibiale d'ouverture interne ou d'une ostéotomie

fémorale de fermeture externe ou d'une double ostéotomie. L'objectif était l'hypercorrection en valgus entre 183 et 186° (33, 35, 36, 58).

#### **IV. Post-intervention**

En post opératoire, les patients n'avaient pas d'immobilisation particulière. La marche était autorisée avec une paire de canne béquille et appui contact pendant 45 jours. La kinésithérapie post-opératoire était systématiquement prescrite. Les patients étaient revus en consultation de contrôle par le chirurgien à 3 et 6 Mois.

#### **V. Evaluation clinique des patients**

Nous avons évalué les déficiences, incapacités et handicaps que pouvaient engendrer la gonarthrose, et l'impact de l'ostéotomie sur ces dimensions.

Les questionnaires ci-après ont été remplis par le patient la veille et 4 mois après l'intervention. La veille, les questionnaires ont été remplis en autoévaluation, puis revus avec le co-investigateur. En post-opératoire, les questionnaires ont été remplis en hétéroévaluation.

La douleur a été cotée via l'échelle numérique de 0 à 10, zéro signifiant une absence de douleur et 10 étant la plus forte douleur imaginable. Il s'agissait de la douleur avec traitement antalgique. Nous avons questionné les patients sur leur périmètre de marche maximal sans douleur en mètres.

L'incapacité a été jugée via le score de Lysholm (59) (annexe 1). Elle inclut 8 items permettant d'obtenir un score allant de 0 à 100 points. Les 8 items scorés différemment sont: l'instabilité (20), la douleur (25), le blocage (15), le gonflement du genou (10) ; les escaliers (10), l'accroupissement (5), la boiterie (5), la canne (5). La douleur et l'instabilité comptent le plus de points dans cette échelle. Plus le score est élevé, meilleure est la fonction du genou. Il

existe 4 sous scores : < 64 points = mauvais score ; 65-83 points = score moyen ; 84-94 points = bon score ; 95-100 points = excellent score.

Le handicap a été évalué via l'échelle SF-36 (60) (annexe 2). Il s'agit d'une échelle développée à partir du MOS questionnaire (medical outcome study), englobant 149 items. La SF-36 est une échelle multidimensionnelle, générique, qui évalue l'état de santé indépendamment de la pathologie causale, de l'âge, du sexe et du traitement. Elle comprend 36 items évaluant 8 dimensions permettant d'établir un score moyen physique et un score moyen mental allant de 0 à 100. L'indice de santé est d'autant meilleur que le score est élevé. Le score physique comprend 4 items : l'activité physique, les limitations dues à l'activité physique, les douleurs physiques, la santé perçue. Le score mental comprend 4 autres items : la vie et relation avec les autres, la santé psychique, les limitations dues à l'état psychique, l'évaluation de la santé perçue.

Une évaluation globale a été réalisée via le questionnaire de Womac (annexe 3) et le questionnaire de Koos (annexe 4). Le questionnaire de Womac (Western Ontario and McMaster University osteoarthritis index) (59, 60), comprend 3 domaines totalisant 24 items : le domaine de la douleur (5 items), le domaine de la fonction (17 items), le domaine de la raideur (2 items). Chaque item est coté selon une échelle de Likert avec 5 réponses (0 = aucun ; 1 = minime ; 2 = modéré ; 3 = sévère ; 4 = très sévère). Le score s'étend de 0 à 96 points. Plus le score est élevé, plus l'atteinte liée à l'arthrose est sévère, moins la fonction est bonne, plus le handicap est important. Le questionnaire de Koos (Knee injury and Osteoarthritis Outcome Score) (59, 60, 61) a été développé comme une "extension" du questionnaire de Womac. Il comprend 5 dimensions regroupant 42 items cotés selon l'échelle de Likert: la dimension de douleur, de symptômes, de fonction et vie quotidienne, d'activités, sport et loisirs, de qualité de vie. Les scores pour chaque item sont ensuite transformés en des scores allant de 0 à 100. Zéro correspond au pire score, 100 au meilleur score (inversement du

score de Womac). Une amélioration de 10 points sur l'échelle de Koos peut être considérée comme significative (62).

## **VI. Evaluation subjective de l'équilibre et de la marche**

Nous avons recueilli la perception de l'équilibre et de la marche par le patient via un score de perception. Les patients devaient coter leur équilibre et leur marche selon une échelle ordinale à 4 niveaux : médiocre –mauvaise- bonne- très bonne.

## **VII. Evaluation objective**

### **a) Evaluation objective de l'équilibre**

L'analyse posturographique a été réalisée dans le service de Médecine Physique et Réadaptation, CHU de Grenoble, au moyen d'une plateforme de force (Feetest 6 by technoconcept; posturewin V 1.3.7), dans une pièce attenante à celle de l'analyse de la marche. L'analyse posturographique a consisté à mesurer les déplacements du centre de pression (CDP) plantaire d'une personne. Le CDP correspondait au point d'application au sol de la résultante des forces de réaction au sol exercée par un sujet pour maintenir son équilibre. Les oscillations posturales du CDP étaient évaluées par le déplacement de ce CDP en médiolatéral et en antéropostérieur. De larges excursions du centre de pression étaient associées à un équilibre moins bon. Les analyses étaient réalisées grâce à la plateforme de force. Les résultats des analyses étaient présentés numériquement et graphiquement sur un stabilogramme.

La plateforme utilisée se présentait sous la forme de 2 sabots de stabilométrie formés de 4 petites plateformes indépendantes permettant l'évaluation dissociée des appuis sur le pied gauche et droit, ainsi que sous le talon et le métatarse de chaque pied. Les pieds étaient placés

sur le plateau de manière identique pour chaque patient selon des repères dessinés sur la plateforme. Les pieds étaient disposés parallèlement avec un écartement de 4 cm (Figure n°1).



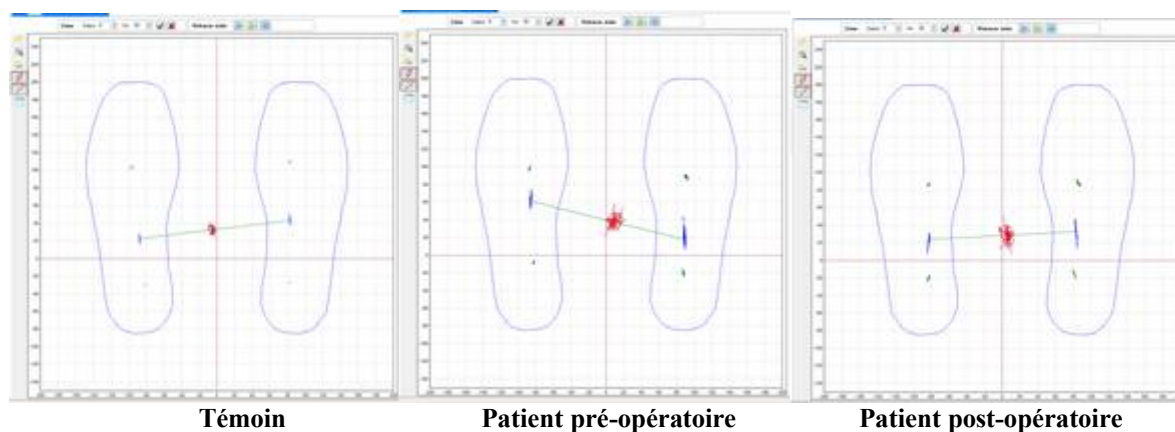
**Figure n°1. Sabots de stabilométrie**

Les capteurs de force mesuraient la position du centre de pression avec une fréquence de 40 Hz. Le signal mesuré était traité puis transformé grâce à une carte d'acquisition et placé sur un repère orthonormé composé d'un axe médiolatéral (X) et d'un axe antéro-postérieur (Y) dénommé stabilogramme (Figure n°2, 3).

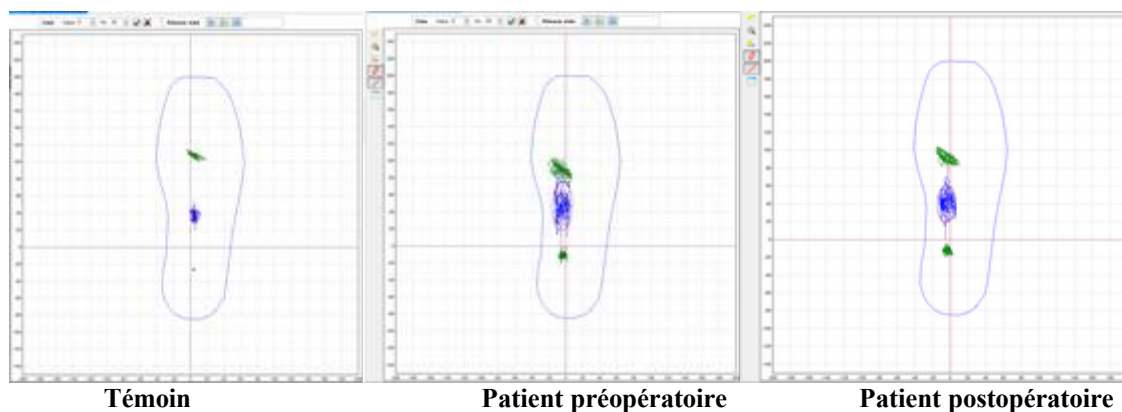
L'enregistrement durait 30 secondes, conformément à l'étude de fiabilité des mesures sur plateforme de force (63). Une durée supérieure à 30 secondes semblait altérer les résultats car trop fatigante pour les patients.

La plateforme était située à 90 cm face à un mur blanc sans repère horizontal ou vertical. Une cible visuelle amovible était située sur le mur dans l'axe horizontal du regard du sujet. La pièce n'était pas insonorisée et l'ordinateur était situé dans la pièce. La consigne donnée au patient était « *de rester debout en étant le plus stable possible en fixant la cible face à eux, les yeux ouverts, la bouche fermée, les bras ballants, pieds nus* » (Figure n°4). En appui monopodal, la seule consigne était que le pied non en appui ne devait pas crocheter le pied en appui. En cas de déséquilibre, les patients pouvaient s'aider du garde-corps autour de la plateforme, sans que l'enregistrement ne soit interrompu. L'essai était considéré comme un « échec » si le sujet n'arrivait pas à réaliser la tâche ou touchait au moins une fois le garde-

corps L'essai était alors exclu des analyses. Les sujets pouvaient, s'ils le désiraient, faire une pause d'une minute assis. Cinq séries étaient enregistrées. Une série correspondait à un enregistrement pendant 30 secondes en appui bipodal, puis 30 secondes en appui monopodal droit, puis 30 secondes en appui monopodal gauche. Nous avons recueilli le nombre d'échecs en appui bipodal, en appui monopodal côté opéré et côté non opéré. Quatre paramètres ont été retenus sur la plateforme d'équilibre. Il s'agissait du pourcentage d'appui sur le pied droit et gauche (en appui bipodal uniquement), de l'écart type médiolatéral et antéropostérieur (en mm). L'écart type correspondait à l'importance des oscillations du centre de pression plantaire en médiolatéral et antéropostérieur. Le pied droit des sujets non opérés était retenu comme correspondant au pied opéré des sujets opérés du pied droit et inversement.



**Figure n°2. Stabilogramme en appui bipodal**



**Figure n°3. Stabilogramme en appui monopodal droit**



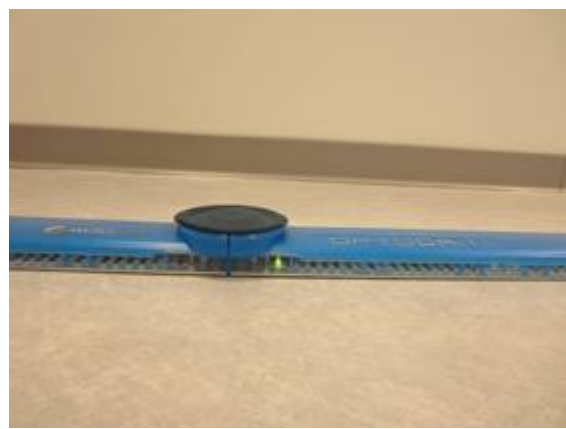


**Figure n°4. Plateforme feetest**

#### **b) Evaluation objective de la marche**

L'analyse des paramètres spatio-temporels du pas a été réalisée dans le service de Médecine Physique et Réadaptation, CHU de Grenoble, grâce au système d'analyse bidimensionnelle de la marche type OptoGait (Microgate, Bolzano-Bozen, Italie). Cet outil est composé d'une série de barres émettrices et réceptrices. Chacune des barres contient 100 leds espacées de 1 cm. Les leds positionnées sur la barre émettrice envoient en permanence un signal reçu par des capteurs sur la barre réceptrice. Lorsque le sujet pose le pied par terre, le système détecte une absence de signal et transforme cette interruption grâce à une interface (Figure n°5). Il est ainsi possible de mesurer les différents paramètres spatiotemporels du pas. Il s'agit d'un système d'analyse de la marche fiable, valide, rapide d'installation, simple d'utilisation, attractif pour les cliniciens qui veulent parfaire leur analyse clinique dans le cadre du diagnostic des troubles de la marche (64). Les paramètres enregistrés étaient également combinés à une analyse vidéo en vue sagittale et coronale permettant un contrôle visuel de la fiabilité de l'enregistrement.

La consigne lors de l'enregistrement était de « *marcher pieds nus dans le couloir d'analyse de la marche, en commençant à l'intérieur du tapis, par le pied droit, les bras ballants, en regardant face à soi, avec correction ophtalmologique, sur 10 mètres en s'arrêtant au bout du couloir*» (Figure n°6). On leur indiquait que 15 analyses successives allaient être réalisées : 5 à allure normale, puis 5 à allure lente, et enfin 5 à allure rapide. L'allure normale servait de référence. L'allure rapide était réalisée en dernier pour éviter des biais. Les sujets pouvaient, s'ils le désiraient, faire une pause d'une minute, assis.

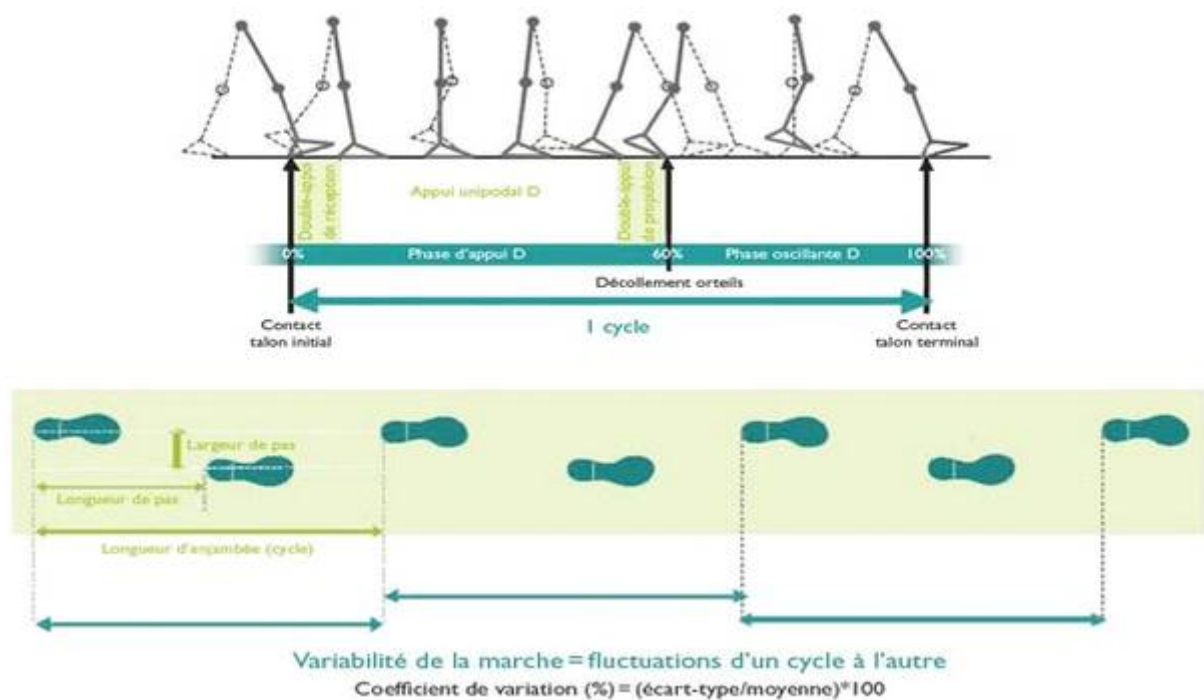


**Figure n°5. Leds du couloir de marche Optogait**



**Figure n°6. Couloir de marche Optogait**

Huit paramètres ont été étudiés : 5 paramètres temporels (le temps d'appui bipodal, le temps d'appui monopodal du côté opéré et non opéré, la vitesse de marche, la cadence du pas), 3 paramètres spatiaux (la longueur de pas du côté opéré et non opéré, la largeur de pas) (Figure n°7). Le temps d'appui monopodal côté opéré était défini comme la durée de la phase d'appui du pas côté opéré alors que le pas du côté non opéré était en phase oscillante. Le temps d'appui bipodal était défini comme la durée où les deux pieds touchaient le sol simultanément. Les temps d'appui étaient définis en pourcentage du cycle de marche total. La vitesse de marche était le rapport entre la distance totale parcourue et le temps d'enregistrement (en m.s-1); la cadence correspondait au nombre de pas effectué par minute. La longueur de pas côté opéré était définie comme la distance entre l'attaque du talon côté non opéré et l'attaque du talon du pied côté opéré (en cm). La largeur de pas correspondait à la distance entre le milieu des deux talons. Chaque enregistrement a été vérifié un par un en supprimant les 2 premiers et les 2 derniers pas, pour évaluer la marche lancée (Figure n°8).



**Figure n°7. Paramètres spatiaux et temporels du pas** Trombetti A, Hars M, Herrmann F et al. *Prévention des chutes par une méthode d'exercice en musique (rythmique Jaques-Dalcroze)*. *Rev Med Suisse* 2011;7:1305-1310

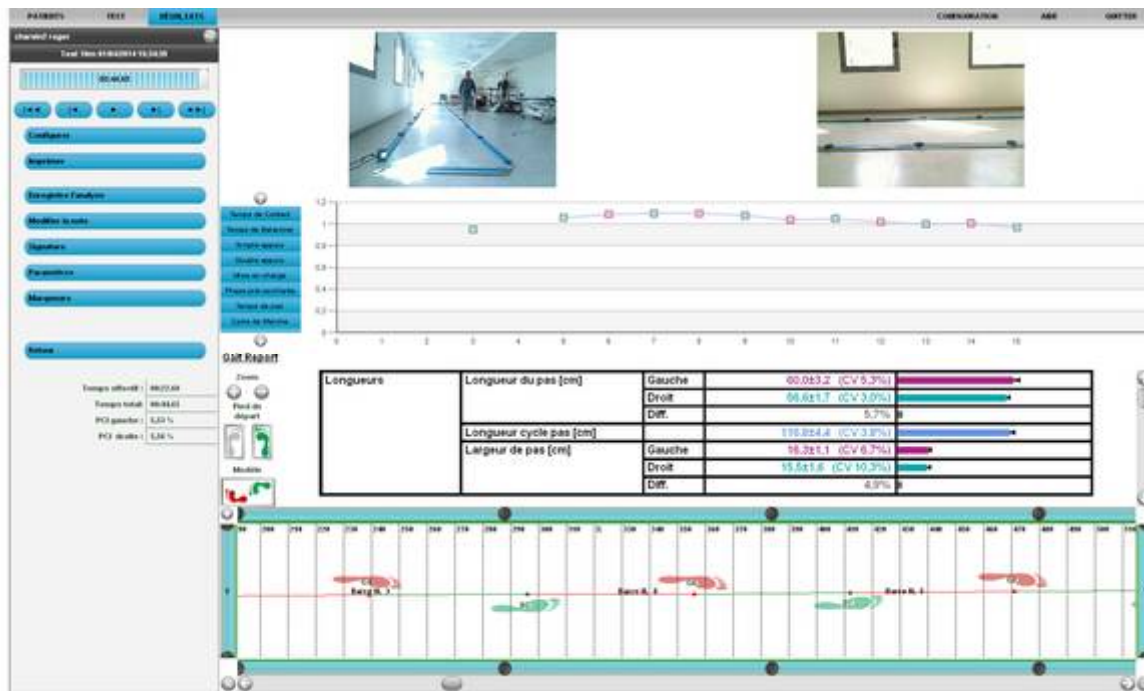


Figure n°8. Enregistrement obtenu à partir du couloir de marche Optogait

### VIII. Critère de jugement principal

Le critère de jugement principal subjectif pour l'équilibre et la marche était le qualificatif au score de perception d'équilibre et de marche.

Le critère de jugement principal pour l'équilibre était le nombre d'échecs en appui monopodal côté opéré, en supposant que celui-ci soit diminué en post-opératoire.

Le critère de jugement principal objectif pour la marche était le temps appui monopodal du côté opéré à vitesse normale (en pourcentage du cycle de marche), en supposant que celui-ci soit augmenté en post-opératoire.

### IX. Critères de jugements secondaires

Les critères de jugements secondaires objectifs pour l'équilibre étaient le nombre d'échecs côté non opéré, le pourcentage d'appui côté opéré et non opéré, l'écart type (= oscillation) antéropostérieur et médiolatéral dans les 3 conditions (2 pieds, membre opéré, membre non opéré).

Les critères de jugements secondaires objectifs pour la marche étaient le temps d'appui monopodal côté non opéré, le temps d'appui bipodal, la vitesse de marche, la cadence, la longueur et largeur de pas côté opéré et non opéré aux différentes vitesses (normale, lente, rapide).

## **X. Analyse statistique**

Le logiciel utilisé était le logiciel R version 3.1.2. Les données ont été exprimées sous la forme de moyenne  $\pm$  écart type (minimum ; maximum) pour les variables quantitatives à distribution normale et sous la forme de médiane (1<sup>er</sup> quartile - 3<sup>ème</sup> quartile) pour les variables quantitatives à distribution non normale. La vérification de l'appariement des patients et des témoins a été réalisée grâce au test de Wilcoxon. L'appariement était de 1 patient pour 1 témoin. Les données subjectives ont été comparées grâce au test de Chi2. Les données objectives d'équilibre et de marche ont été traitées grâce au test de Wilcoxon. Un test Anova complémentaire sur les facteurs poids et arthrose a été réalisé. Lorsque nécessaire, des tests post-hoc (Huckey LSD) ont pu préciser quels sous-groupes pouvaient expliquer les différences significatives sur les paramètres spatio-temporels de marche. Le risque de premier ordre a été fixé à 5%. Après correction de Bonferroni, le seuil de significativité concernant les scores cliniques était de 0,004. Concernant les paramètres objectifs d'équilibre ce seuil était de 0,017 pour l'équilibre bipodal et de 0,025 pour l'équilibre monopodal. Le seuil de significativité concernant les paramètres objectifs de marche était de 0,006.

## **XI. Ethique**

Un avis éthique consultatif favorable a été obtenu le 03/09/2014 (CECIC Rhône-Alpes-Auvergne, Clermont-Ferrand, IRB 5891). Tous les patients ont signé un formulaire d'information et de consentement à l'étude (annexe 5).

## RESULTATS

### I. Comparaison à l'inclusion des patients aux témoins (n=24)

#### a) **Données cliniques des participants à l'inclusion**

Vingt-quatre patients ont satisfait les critères d'inclusion et accepté de participer à l'étude. Vingt-quatre patients (15 hommes et 9 femmes) ont été évalués en préopératoire. Les patients étaient jeunes, avec un âge moyen était de 52,4 ans  $\pm$  6,8 (38,1 ; 65,6). Quatorze patients sur 24 (58,3%) étaient obèses dont 100% des femmes. L'IMC moyen était de 31,2  $\pm$  5,4 (22,6 ; 40,1). Les déficiences étaient notables avec des patients douloureux et raides. Leur échelle numérique moyenne était de 5, 7  $\pm$  2,2 (1,5-10). Les sous score de Womac étaient de 10/20 (8,5-14) pour la douleur et de 4/8 (3-6) pour la raideur. Le sous score de Koos étaient de 43,1 % (33,3-55,6) concernant les douleurs, de 42,9% (35,7-67,9) concernant les symptômes. Les patients présentaient d'importantes incapacités en préopératoire représentées par un score de Lysholm mauvais à 58 (49,8-63,5) et un sous score de Womac de 33/68 (23-40,5) pour la fonction. Leur handicap était important : le score de Womac total était de 46,5/96 (38,3-58,5). Les sous score de Koos étaient de 44,1 % (36,4-61,8) concernant la vie quotidienne, de 15 % (8,8-31,3) concernant le sport, de 21,9 % (6,3-26,6) concernant la qualité de vie. Le score physique de l'échelle SF36 était de 31,8 % (27,9-47,2), le score mental de 53,2 % (41,4-68,6). La distance de marche, le stade d'arthrose selon les critères d'Ahlbäck modifiés (annexe 6), les informations concernant l'intervention chirurgicale réalisée sont décrites dans l'annexe 7. A noter, tous les sujets ont bénéficié d'une chirurgie assistée par ordinateur sauf 3 sujets (n° 1, 7,8). Cette décision a été prise en préopératoire car ces sujets présentaient une faible déformation. Le sujet n° 21 était le seul à qualifier sa marche de bonne et à avoir une échelle

numérique basse à 1,5. Il s'agissait d'un guide de haute montagne dont l'objectif chirurgical était de poursuivre son activité professionnelle le plus longtemps possible.

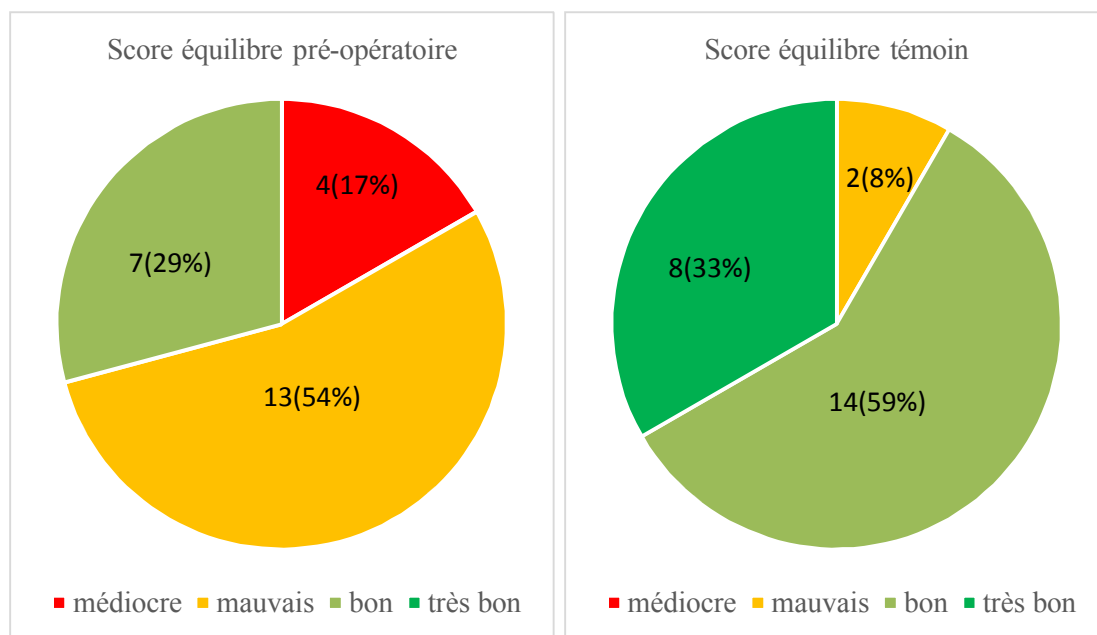
Vingt-quatre témoins d'âge moyen de 51,8 ans  $\pm$  7,7 (37,2 ; 67,9) ont été inclus et évalués parallèlement et indépendamment des patients. Ils étaient normo-pondérés avec un IMC moyen de 23,8  $\pm$  3,1 (18,8 ; 30,7). Aucun témoin n'était douloureux.

Les deux groupes étaient équivalents en sexe ratio (15 hommes et 9 femmes dans chaque groupe). Ils étaient appariés sur l'âge ( $p = 0.789$ ), mais pas sur l'IMC ( $p\text{-value} < 10^{-3}$ ).

### b) Evaluation de l'équilibre chez les patients en préopératoire versus témoins

#### Evaluation subjective de l'équilibre

Sont décrits dans la figure n°9, les résultats aux scores subjectifs de l'équilibre évalués par une échelle ordinale à 4 niveaux.



**Figure n°9. Scores subjectifs d'équilibre en préopératoire versus témoins évalués par une échelle ordinale à 4 niveaux**

La perception par les patients de leur équilibre était significativement moins bonne que celle des témoins ( $p < 10^{-6}$ ).

### Evaluation objective de l'équilibre

Un seul patient n'a pas pu réaliser le test en appui monopodal côté à opérer du fait de la douleur (patient n°8). Son échelle numérique était cotée à 10. Aucun patient n'a eu besoin de faire une pause. Il n'existait aucun échec en tâche bipodale chez les patients et les témoins. Il existait plus d'échec chez les patients en tâche monopodale côté à opérer et non à opérer. Il n'existait pas de différence selon le côté (Tableau 1).

**Tableau 1. Nombre d'échec à la tâche sur les 5 essais en appui monopodal (côté opéré ou non opéré) chez les patients en préopératoire versus témoins**

	Nombre d'échec côté non à opérer	Nombre d'échec côté à opérer	P value
Préopératoire (n=22)	36/110 (32,7%)	36/110 (32,7%)	0.932
Témoins (n=24)	8/120 (6,7%)	3/120 (2,5%)	0.399
P value	$10^{-3}$	0.002	

n=nombre ; % : pourcentage

Soixante-quatre pourcent des patients ont touché au moins une fois le garde-corps en préopératoire du côté pied non à opérer et pied à opérer. Vingt et un pourcent des témoins ont au moins touché une fois le garde-corps côté pied à opérer et 13% côté pied non à opérer.

Après analyse des données sur plateforme d'équilibre, en ne retenant que les essais réussis, il n'existait pas de différence significative entre les 2 groupes (Tableau 2).



**Tableau 2. Paramètres d'équilibre chez les 24 patients préopératoires versus témoins**

Paramètres d'équilibre chez les 24 patients	Médiane préopératoire	1er quartile	3ème quartile	Médiane témoins	1er quartile	3ème quartile	P value préopératoire vs témoins	Après correction de Bonferroni
Pourcentage d'appui côté non opéré	50,92	46,83	52,49	48,95	47,5	51,21	0,060	NS
Oscillation latérale bipodal (mm)	2,47	2,15	3,48	1,99	1,6	2,51	0,084	NS
Oscillation antéropostérieure bipodal	4,63	3,99	5,11	4,07	3,1	5	0,345	NS
Oscillation latérale pied non opéré (mm)	6,38	5,23	7,35	6,39	4,79	6,71	0,321	NS
Oscillation antéropostérieure pied non opéré (mm)	7,49	6,87	9,16	7,28	6,11	9,14	0,588	NS
Oscillation latérale pied opéré (mm)	6,30	5,27	6,91	5,86	5,12	7,03	0,399	NS
Oscillation antéropostérieure pied opéré (mm)	8,36	7,2	9,27	7,34	6,54	8,46	0,046	NS

Vs : versus ; Après correction de Bonferroni : S : significatif ; NS : non significatif

Les patients en préopératoire percevaient leur équilibre moins bons que les témoins. En appui bipodal, il n'existait pas de différence significative entre les 2 groupes. En appui monopodal, l'équilibre des patients en préopératoire était plus précaire des 2 côtés par rapport aux témoins. Le nombre d'échecs à la tâche était significativement plus élevé en appui monopodal chez les patients préopératoire que chez les témoins. Cependant, une fois réussi, l'essai était de même valeur que celui des témoins.

### c) Evaluation de la marche chez les patients en préopératoire versus témoins

#### Evaluation subjective de la marche

Sont présentés dans la figure n°10, les scores subjectifs de la marche chez les patients en préopératoire versus témoins. Ce score a été évalué au moyen d'une échelle ordinale à 4 niveaux.

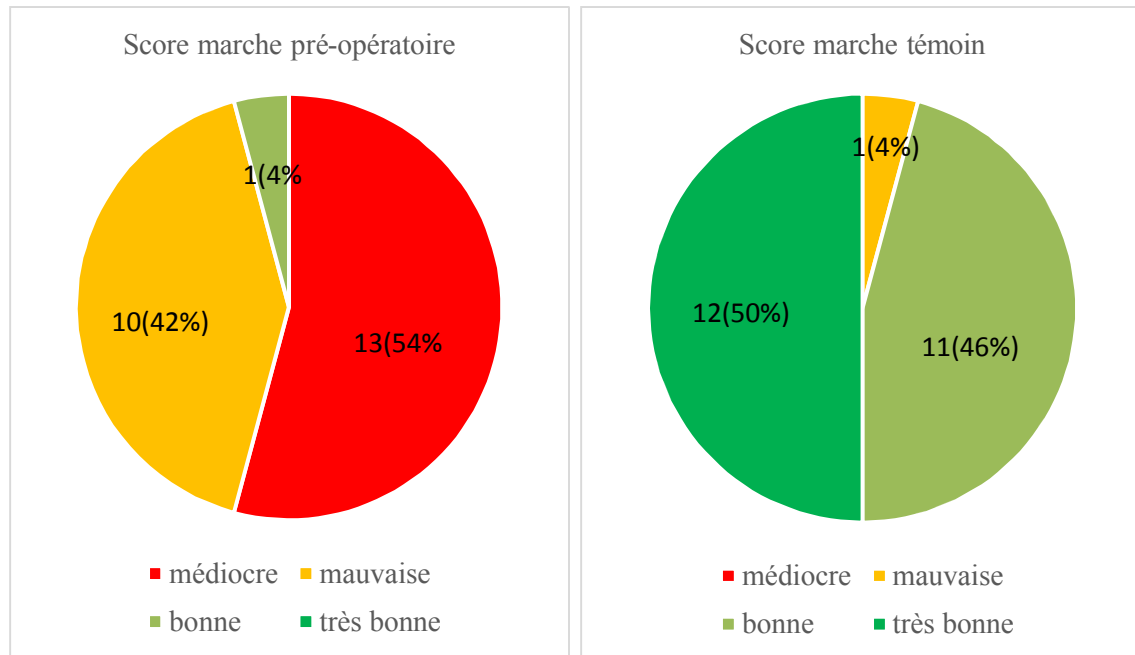


Figure n°10. Scores subjectifs de marche en préopératoire versus témoins évalués par une échelle ordinale à 4 niveaux

La perception de la marche par les patients était significativement moins bonne que celle des témoins ( $p < 10^{-11}$ ).

#### Evaluation objective de la marche

Tous les patients ont pu participer à l'analyse de la marche. Aucun n'a eu besoin de faire une pause, ni d'utiliser une aide technique. Les patients marchaient avec un temps d'appui monopodal des 2 côtés diminué, un temps d'appui bipodal augmenté, une longueur de pas des 2 côtés diminué, et une vitesse diminuée par rapport aux témoins, aux 3 vitesses (Tableau 3).

**Tableau 3. Paramètres spatiaux et temporels de marche chez les patients en préopératoire versus témoins à vitesse normale et rapide**

Paramètres spatiaux et temporels de marche chez les 24 participants en préopératoire	Médiane préopératoire	1 <sup>er</sup> quartile	3 <sup>ème</sup> quartile	Médiane témoins	1 <sup>er</sup> quartile	3 <sup>ème</sup> quartile	P value préopératoire vs témoins	Après correction de Bonferroni
Vitesse normale								
Temps d'appui monopodal côté non opéré (%)	<b>34,62</b>	33,9	36,04	<b>36,58</b>	35,78	37,76	<10 <sup>-3</sup>	S
Temps d'appui monopodal opéré(%)	<b>34,46</b>	32,18	35,66	<b>36,69</b>	36,34	37,8	<10 <sup>-4</sup>	S
Temps appui bipodal(%)	<b>30,23</b>	28,61	34,27	<b>26,28</b>	24,3	27,83	<10 <sup>-4</sup>	S
Longueur pas non opéré (cm)	<b>60,9</b>	57,9	69,25	<b>68,4</b>	65,1	73,95	0,004	S
Longueur pas opéré (cm)	<b>61</b>	54,25	68,25	<b>68,4</b>	64,2	74,85	0,003	S
Largeur de pas (cm)	13,99	12,78	16,36	13,005	11,37	16,28	0,128	NS
Vitesse (m/s)	<b>1,12</b>	0,944	1,23	<b>1,26</b>	1,22	1,43	0,001	S
Cadence (pas/min)	106,16	98,25	113,74	113,31	110,56	117,08	0,007	NS
Vitesse rapide								
Temps d'appui monopodal côté non opéré (%)	<b>37,28</b>	36,17	38,39	<b>39,06</b>	38,4	39,82	<10 <sup>-3</sup>	S
Temps d'appui monopodal opéré (%)	<b>36,28</b>	34,56	37,89	<b>39,45</b>	38,52	40,61	<10 <sup>-5</sup>	S
Temps d'appui bipodal (%)	<b>26,23</b>	23	28,9	<b>21,29</b>	19,58	22,93	<10 <sup>-4</sup>	S
Longueur pas non opéré (cm)	<b>71,3</b>	64,3	79	<b>81,3</b>	74,51	87,5	<10 <sup>-3</sup>	S
Longueur pas opéré (cm)	<b>69</b>	60,8	79	<b>79,4</b>	74,21	85,15	<10 <sup>-3</sup>	S
Largeur de pas (cm)	15,2	12,17	16,89	13,05	10,39	16,43	0,089	NS
Vitesse (m/s)	<b>1,51</b>	1,26	1,69	<b>1,73</b>	1,58	1,89	0,001	S
Cadence (pas/min)	125,01	119,51	133,54	130,99	122,29	135,92	0,252	NS

% : pourcentage du cycle de marche ; cm : centimètres ; m/s : mètres par seconde ; pas/min : pas par minute.  
Après correction de Bonferroni : S= significatif ; NS= non significatif

La perception de la marche par les patients en préopératoire était moins bonne que celle des témoins. Au regard des paramètres spatiaux et temporels de marche des patients, sur analyse bidimensionnelle, ceux-ci étaient moins bons comparativement aux témoins.

Nos sujets n'ont pu être appariés sur l'IMC. Nous avons cherché à affiner nos analyses du fait de ce non appariement. Une analyse de variance a été réalisée en prenant en compte les facteurs poids et arthrose sur les paramètres de marche significativement différents entre les patients et les témoins.

Les temps d'appui monopodal et bipodal pouvaient être expliqués par le poids ( $p < 10^{-3}$ ) et l'arthrose ( $p < 10^{-3}$  sauf pour le temps d'appui monopodal côté non opéré  $p < 10^{-2}$ ). Les

différences significatives concernant la longueur de pas côté opéré pouvaient s'expliquer par le poids ( $p=0,001$ ). Les différences significatives concernant la vitesse pouvaient s'expliquer par l'arthrose ( $p=0,01$ ). Les analyses post-hoc montraient que des différences existaient entre les patients obèses et normo-pondérés. Concernant le facteur arthrose, les différences significatives s'observaient entre les stades 2-3 et les stades 0-1 sur les analyses post-hoc. Il n'existait pas d'interaction significative entre poids et arthrose.

## II. Comparaison des patients pré-postopératoire versus témoins = apport de l'intervention (n=21)

Les patients ont été revus en moyenne à 4,3 mois  $\pm$  0,3 mois (de 4 à 5,5 mois). Trois patients n'ont pas été évalués en postopératoire. Un patient a bénéficié d'une ostéotomie sur le genou controlatéral 3 mois après la première intervention. Un autre patient a présenté une algodystrophie, et un autre un retard de consolidation. L'analyse en postopératoire a porté sur 21 patients et 21 témoins. Nous n'avons pas pris en compte dans les analyses post-opératoires des 3 témoins appariés aux 3 patients non analysés.

Cinq patients étaient douloureux en bilatéral. Le patient n°23 n'a pas été évalué en post-opératoire car opéré du côté controlatéral avant le délai d'analyse de 4 mois. Le patient n°16, en varus bilatéral prononcé, a été opéré du côté controlatéral après les analyses postopératoires. Le patient n°8 présentait une EN à 10 en préopératoire et à 1 en postopératoire. Le patient n°17 était obèse (IMC à 40) et fibromyalgique. Nous avons décidé de garder ces patients afin d'avoir un échantillon représentatif des patients opérés.

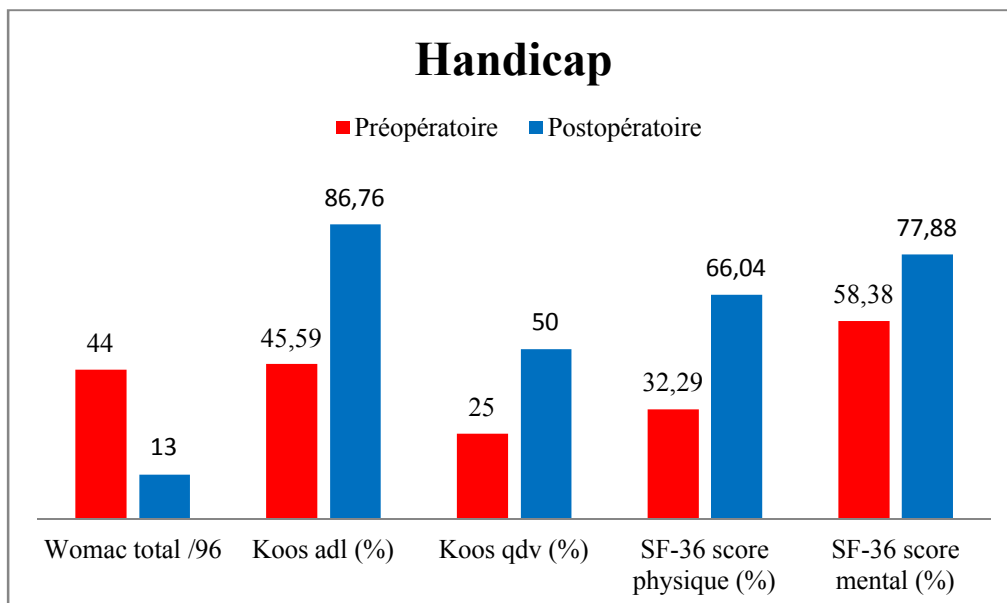
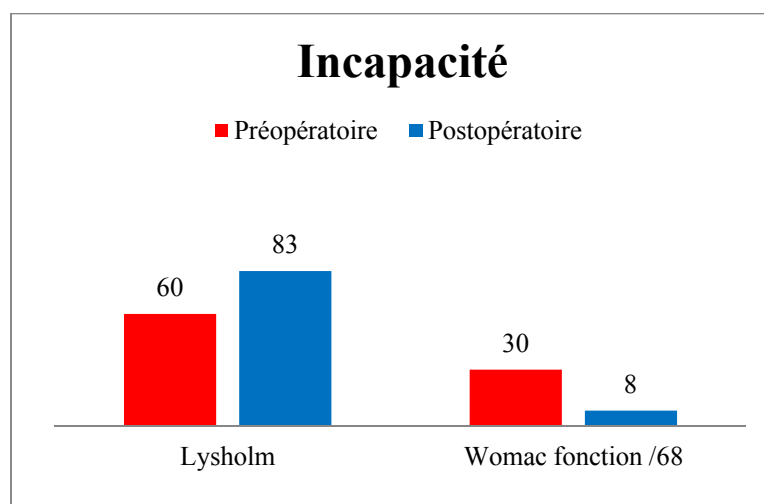
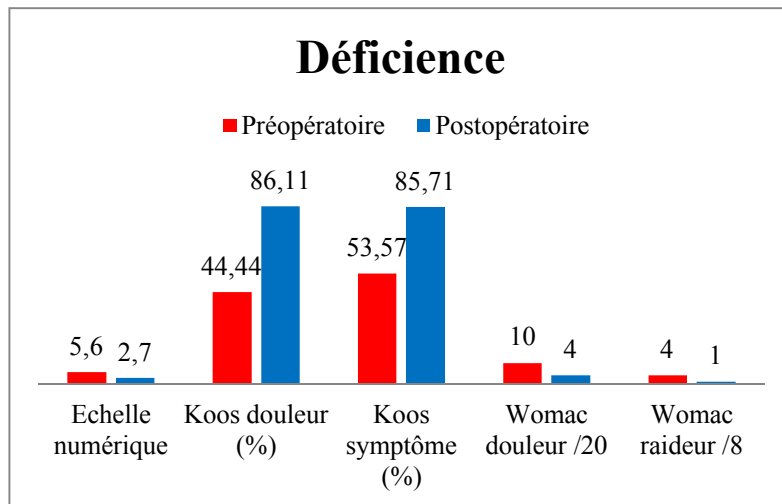
### a) Données cliniques en pré-postopératoire chez les 21 patients

Il existait une amélioration significative de tous les scores cliniques en postopératoire sauf du sous-score activité, sport, loisir (ASL) de Koos. Après l'opération, les patients présentaient moins de déficiences, moins d'incapacités et de handicaps (Tableau 4, Figure n°11).

**Tableau 4. Résultats des scores cliniques entre le pré et le postopératoire versus témoins**

	Préopératoire		Postopératoire			P value	Après correction de Bonferroni	
	Moyenne	Ecart type	Moyenne	Ecart type				
Angle.HKA °	<b>172</b>	5,1	<b>181,3</b>	3		<10 <sup>-3</sup>	S	
<b>DEFICIENCE</b>								
EN.douleur	<b>5,6</b>	2,3	<b>2,7</b>	1,7		0,001	S	
	Médiane	1er quartile	3eme quartile	Médiane	1er quartile	3eme quartile		
K.Douleur %	<b>44,44</b>	33,33	63,89	<b>86,11</b>	75	91,67	<10 <sup>-3</sup>	S
K.Symptômes%	<b>53,57</b>	35,71	67,86	<b>85,71</b>	75	89,29	<10 <sup>-3</sup>	S
Womac.douleur/20	<b>10</b>	7	14	<b>4</b>	1	6	<10 <sup>-3</sup>	S
Womac.raideur/8	<b>4</b>	3	5	<b>1</b>	0	2	<10 <sup>-3</sup>	S
<b>INCAPACITE</b>								
Lysholm	<b>60</b>	50	65	<b>83</b>	75	90	<10 <sup>-3</sup>	S
Womac.fonction/68	<b>30</b>	23	40	<b>8</b>	4	15	<10 <sup>-3</sup>	S
<b>HANDICAP</b>								
Womac.total/96	<b>44</b>	33	58	<b>13</b>	8	23	<10 <sup>-3</sup>	S
K Activité de vie quotidienne %	<b>45,59</b>	36,76	66,18	<b>86,76</b>	80,88	97,06	<10 <sup>-3</sup>	S
K Activités sport loisir %	<b>20</b>	10	35	<b>35</b>	30	50	0,012	NS
K Qualité de vie %	<b>25</b>	6,25	31,25	<b>50</b>	37,5	81,25	<10 <sup>-3</sup>	S
SF Score.physique %	<b>32,29</b>	28,13	46,46	<b>66,04</b>	49,38	87,29	<10 <sup>-5</sup>	S
SF Score.mental %	<b>58,38</b>	48,33	70,04	<b>77,88</b>	64,33	93	0,003	S

HKA : Hip Knee Ankle; EN : échelle numérique; K : Koos ; SF : Short Form. Après correction de Bonferroni : S significatif ; NS : non significatif ; % : pourcentage ; °: degré

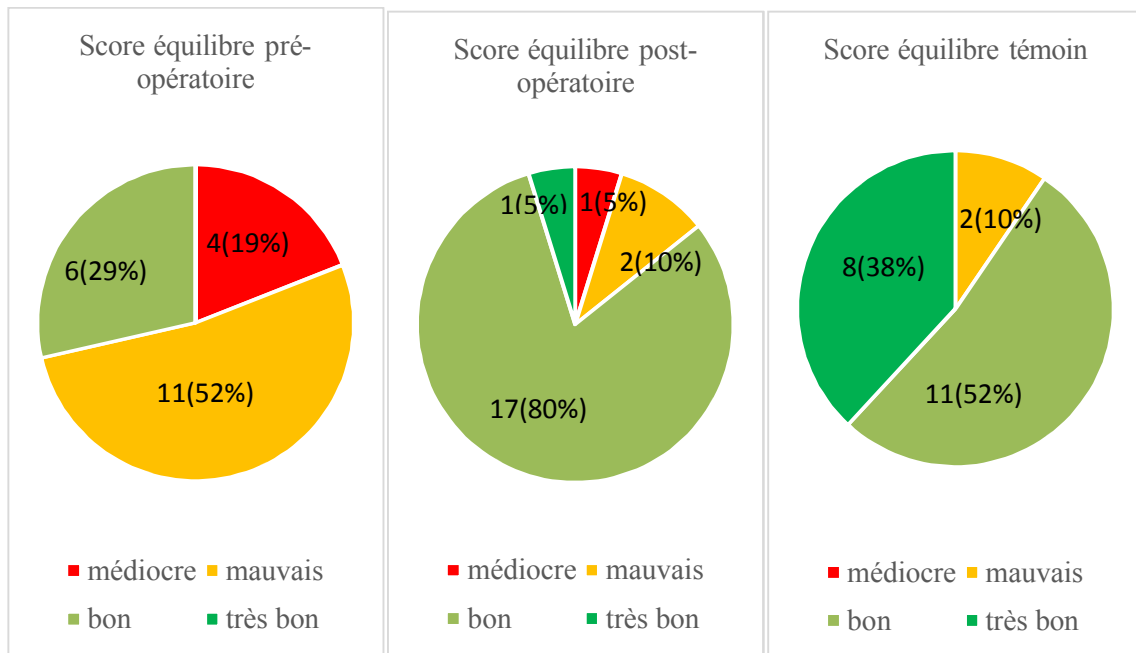


**Figure n°11. Scores cliniques significatifs entre le pré et le postopératoire**  
 % : pourcentage ; Koos adl : Koos activité de vie quotidienne ; Koos qdv : Koos qualité de vie

## b) Evaluation de l'équilibre en postopératoire

### Evaluation subjective de l'équilibre

Sont présentés dans la figure n°12, les résultats au score de perception de l'équilibre évalué au moyen d'une échelle ordinale à 4 niveaux (médiocre-mauvais-bon-très bon).



P value préopératoire- témoins 0,001 - P value pré- postopératoire 0,014 - P value postopératoire-témoins 0,259  
**Figure n°12. Scores subjectifs d'équilibre pré-postopératoire versus témoins**

La perception de l'équilibre par les patients était significativement meilleure en postopératoire comparée à leur perception en préopératoire ( $p = 0,014$ ). Les témoins et les patients en postopératoire ne présentaient pas de différence significative dans la perception de leur équilibre ( $p = 0,259$ ).

### Evaluation objective de l'équilibre

A l'exception d'un sujet, tous les patients ont pu participer à l'analyse de l'équilibre en postopératoire. Le patient n° 12 n'a pas pu réaliser le test en appui monopodal coté opéré en postopératoire du fait de ses douleurs. Seul un essai sur 5 a été réalisé. Il était pourtant capable

de réaliser ce test en préopératoire. Aucun sujet n'a eu besoin de faire une pause. Le patient n°8 n'a pas pu réaliser le test en appui monopodal côté opéré car il souffrait trop de douleurs en préopératoire. Il a pu participer à l'analyse en post-opératoire.

Il n'existait pas d'échecs à la tâche en appui bipodal dans les 3 groupes. En appui monopodal, il existait moins d'échec à la tâche en postopératoire côté non opéré ( $p=0,009$ ) et côté opéré ( $p=0,01$ ) par rapport au préopératoire, sans différence significative avec le nombre d'échecs des témoins (Tableau 5 et 6).

**Tableau 5. Nombre d'échec à la tâche en appui monopodal (côté opéré ou non) sur 5 essais entre le pré et le postopératoire**

	Nombre d'échec côté non opéré	Nombre d'échec côté opéré	P value
Préopératoire (n=22)	36/110 (32,7%)	36/110 (32,7%)	0.9324
Postopératoire (n=21)	11/105 (10,5%)	11/105 (10,5%)	0,919
P value	0.009	0,011	

n : nombre ; % : pourcentage

**Tableau 6. Nombre d'échec à la tâche en appui monopodal (côté opéré ou non) sur 5 essais entre le postopératoire et les témoins**

	Nombre d'échec côté non opéré	Nombre d'échec côté opéré	P value
Témoins (n=24)	8/120 (6,7%)	3/120 (2,5%)	0.3989
Postopératoire (21)	11/105 (10,5%)	11/10 (10,5%)	0,919
P value	0,245	0,707	

n : nombre ; % : pourcentage

En appui monopodal, soixante-quatre pourcent des patients en préopératoire ont touché au moins une fois le garde-corps en appui monopodal (côté pied opéré et non opéré), contre 24% des patients postopératoire (côté pied opéré et non opéré). Les témoins présentaient 21% d'échecs pied « opéré » et 13% d'échecs côté pied « non opéré ».



**Tableau 7. Paramètres d'équilibre chez les 21 sujets**

Paramètres d'équilibre chez les 21 patients et témoins	Médiane préop	Médiane postop	Médiane témoins	P value préop vs postop	Signif <u>Préop-Postop</u>	P value témoins vs postop	Signif <u>Postop-Témoins</u>
Pourcentage d'appui côté non opéré	51,26	51,48	48,94	0,179	NS	0,338	NS
Oscillation latérale bipodale (mm)	2,418	2,86	2	0,111	NS	0,011	S
Oscillation antéro-postérieure bipodal (mm)	4,64	4,94	4,07	0,432	NS	0,128	NS
Oscillation latérale pied non opéré (mm)	6,14	5,93	6,4	0,520	NS	0,903	NS
Oscillation antéropostérieure pied non opéré (mm)	7,17	7,60	7,62	0,679	NS	0,585	NS
Oscillation latérale pied opéré (mm)	5,98	5,86	5,83	0,241	NS	0,658	NS
Oscillation antéropostérieure pied opéré (mm)	8,21	7,74	7,48	0,210	NS	0,272	NS

préop : préopératoire ; postop : postopératoire ; Signif : significativité ; vs : versus

L'analyse sur plateforme d'équilibre ne signalait pas de différence significative entre les 3 groupes sauf en ce qui concernait l'oscillation latérale en appui bipodal qui était plus importante en postopératoire comparée aux témoins (Tableau 7).

En appui bipodal, il n'existait pas de différence significative sur le nombre d'échecs à la tâche entre les 3 groupes. L'équilibre latéral en appui bipodal était significativement moins stable en postopératoire que chez les témoins ( $p=0,011$ ).

En appui monopodal, l'équilibre était plus stable en postopératoire par rapport au préopératoire, sans différence avec les témoins. Le nombre d'échecs à la tâche était moins important chez les patients en postopératoire, quel que soit le côté opéré ( $p=0,01$ ) ou non

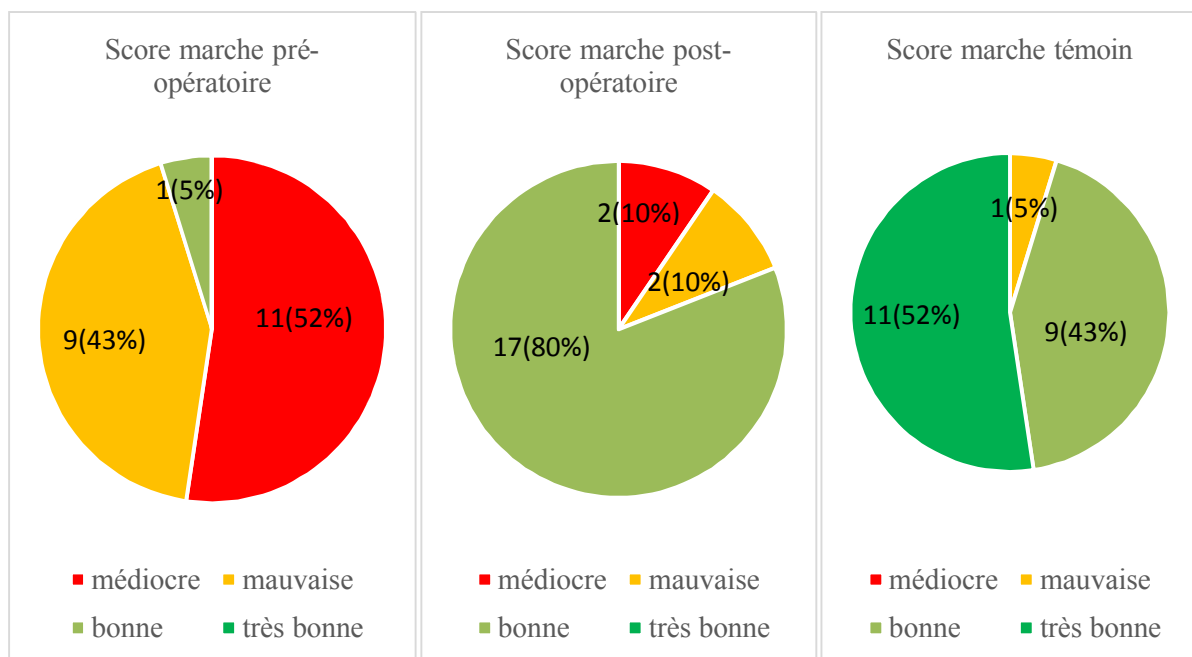
( $p=0,009$ ). Une fois réussi, il n'existait pas de différence significative entre les 3 groupes sur les résultats obtenus sur la plateforme d'équilibre.

La perception de l'équilibre par les patients a évolué dans le même sens que les résultats objectifs d'équilibre, essentiellement en appui monopodal.

### c) Evaluation de la marche en postopératoire

#### Evaluation subjective de la marche

Sont présentés dans la figure n°13, les scores de perception à la marche via une échelle ordinaire à 4 niveaux (médiocre-mauvais-bonne-très bonne) entre le pré et le postopératoire versus témoins.



P value préopératoire-témoin  $<10^{-5}$  - P value pré-postopératoire  $<10^{-4}$  - P value postopératoire-témoins 0,015

**Figure n°13. Scores subjectifs de marche pré-postopératoire versus témoins**

La perception de la marche par les patients s'est significativement améliorée en postopératoire ( $p<10^{-4}$ ).

## Evaluation objective de la marche

Les vingt et un participants ont pu participer à l'analyse de la marche en post-opératoire. Un seul sujet opéré a eu besoin de faire une pause (n° 12). Ce sujet présentait des douleurs sur le genou opéré. Ces douleurs le gênaient dans ses activités et l'obligeaient à utiliser une canne lors de longs déplacements. Aucun sujet n'a utilisé une aide technique lors de l'analyse de la marche.

L'analyse de la marche entre le pré et le postopératoire ne signalait pas de différence significative à l'exception de la largeur de pas plus grande en postopératoire ( $p < 10^{-2}$ ). La vitesse ( $p = 0,001$ ), la cadence ( $p = 0,005$ ) de la marche se sont également révélées plus lentes à vitesse rapide en postopératoire comparées au préopératoire (Tableau 8).

**Tableau 8. Paramètres spatiaux-temporels de marche chez les 21 sujets**

Paramètres spatiaux et temporels de marche chez les 21 sujets	Vitesse normale				Vitesse rapide			
	Médiane préopératoire	Médiane postopératoire	P value W préop vs postop	Signif Préop-Post	Médiane préopératoire	Médiane postopératoire	P value W préop vs postop	Signif Préop-Post
Temps d'appui monopodal côté non opéré (%)	34,64	34,94	1	NS	37,18	36,98	0,452	NS
Temps d'appui monopodal côté opéré (%)	34,62	33,9	0,794	NS	36,6	36,2	0,217	NS
Temps d'appui bipodal (%)	30,2	31,95	0,865	NS	25,99	27,06	0,412	NS
Longueur pas côté non opéré (cm)	61,4	60,8	0,159	NS	71,6	66,52	0,004	S
Longueur pas côté opéré (cm)	61,6	58,6	0,455	NS	69,8	67,4	0,117	NS
Largeur de pas (cm)	13,66	16,09	0,001	S	15,37	15,95	0,002	S
Vitesse (m/s)	1,16	1,05	0,191	NS	1,53	1,32	0,001	S
Cadence (pas/min)	106,40	107,43	0,203	NS	124,46	119,15	0,005	S

Préop : préopératoire ; vs : versus ; Post : postopératoire ; W : wilcoxon ; Signif : significativité% : pourcentage du cycle  $< 10^{-2}$  de marche ; cm : centimètres ; m/s : mètres par seconde ; pas/min : pas par minute.

Les patients ont perçu une amélioration de leur marche en postopératoire. Cependant les analyses objectives de la marche n'ont pas montré d'amélioration. Seule la largeur de pas a été significativement augmentée en postopératoire.

## **DISCUSSION**

Cette étude avait pour objectif l'analyse subjective et objective de l'équilibre et de la marche auprès de patients bénéficiant d'une ostéotomie de valgisation sur gonarthrose fémoro-tibiale médiale versus témoins.

Vingt-quatre patients, d'âge moyen de 52,4 ans  $\pm$  6,8 (38,1 ; 65,6), majoritairement obèses (58,3%), ont été évalués avant et 4,3  $\pm$  0,3 mois (de 4 à 5,5 mois) après leur chirurgie. Ils ont été comparés à vingt-quatre témoins appariés sur le sexe et l'âge.

Notre hypothèse était que la perception de l'équilibre et de la marche en postopératoire par les patients serait moins bonne du fait de la valgisation, alors que les paramètres objectifs d'équilibre et de marche seraient améliorés. Cette hypothèse n'a pas été vérifiée.

### **I. Résultats sur les données cliniques**

Après ostéotomie de valgisation, les patients ont significativement été améliorés sur le plan clinique. Les patients présentaient moins de déficiences, d'incapacités et de handicaps. Ces résultats corroborent les résultats des études précédentes (32, 43, 44, 45). En effet, tous les scores ont été significativement améliorés, à l'exception du sous score asl de Koos. Ce sous score évalue la capacité du patient à rester accroupi, à courir, sauter, tourner sur une jambe et à rester à genoux. Le temps d'évaluation postopératoire à 4 mois semblerait trop court pour permettre une amélioration significative de ces paramètres.

L'angle HKA a progressé de  $172^{\circ} \pm 5,1$  (161;180) à  $181,3^{\circ} \pm 3$  (173 ; 187). L'objectif de 183-186° n'a pas été atteint. Cependant, pour le patient n°12, l'angle HKA préopératoire de 161° est passé à 173° en postopératoire. La patient a qualifié sa marche de mauvaise en pré et postopératoire ; son EN a évolué de 4,5 en préopératoire à 6 en postopératoire. Des douleurs le gênaient dans ses activités et l'obligeaient à utiliser une canne lors de longs déplacements. Du fait des douleurs, il n'avait d'ailleurs pas pu réaliser le test d'équilibre en appui monopodal coté opéré en postopératoire (un seul un essai réalisé sur 5). Sur les analyses de la marche, ce patient a eu besoin de faire une pause. Il a donc été repris au bloc opératoire pour une nouvelle ostéotomie sur le même membre. Concernant le patient n°4, son angle HKA est passé de 169° en préopératoire à 177° en postopératoire. Il a amélioré tous ses paramètres cliniques. Si nous avons exclu ces 2 patients, l'angle HKA moyen serait passé de  $172,8^{\circ} \pm 4,6$  en préopératoire à  $182^{\circ} \pm 2,2$ .

Nous allons successivement discuter des résultats concernant l'équilibre puis de ceux concernant la marche.

## **II. Equilibre**

Les patients ont perçu une amélioration de leur équilibre en postopératoire ( $p=0,014$ ).

En ce qui concerne les analyses objectives, aucun échec à la tâche en appui bipodal, ni avant, ni après la chirurgie, ni chez les témoins, n'a été observé. En analyse sur plateforme d'équilibre, il n'est apparu aucune différence significative concernant la symétrie d'appui entre les 3 groupes. L'arthrose et le surpoids n'ont pas modifié la symétrie d'appui. La douleur n'a pas eu d'impact sur cette symétrie. En revanche, l'oscillation latérale postopératoire en appui bipodal s'est révélée plus grande que celle des témoins ( $p=0,011$ ). Les patients se sont montrés moins stables en latéral que les témoins. La contrainte d'espacement

des pieds de 4 cm imposée par la plateforme d'équilibre pourrait expliquer cette différence. Leur largeur de pas étant significativement augmentée en post-opératoire (cf résultats paramètres objectifs de marche), cette contrainte de rapprochement des pieds aurait pu influencer négativement sur leur équilibre.

Nos résultats diffèrent de ceux de la littérature. En effet, les conclusions des études ont montré que les patients gonarthrosiques présentaient un équilibre bipodal précaire. L'équilibre bipodal instable se traduisait par une augmentation du nombre d'échec à la tâche ou par une augmentation des oscillations sur plateforme d'équilibre (48, 49, 51, 55, 56, 65). Cependant la plupart de ces études ont testé l'équilibre bipodal chez des sujets 10 ans plus âgés que nos patients, et présentant une gonarthrose avancée, souvent bilatérale. Enfin, le manque d'homogénéité des conditions d'analyse des données, des critères de jugement utilisés, et des plateformes employées réduit la portée de ces résultats (Tableau 9).

En appui monopodal, le nombre d'échecs à la tâche en préopératoire des patients a été significativement plus important que celui des témoins, et ce quel que soit le côté ( $p < 10^{-3}$  côté non à opérer,  $p = 0,002$  côté à opérer). Sur plateforme d'équilibre, aucune différence significative n'est apparue entre le groupe préopératoire et les témoins. Une fois réussi, l'essai a été de même valeur que celui des témoins. L'équilibre monopodal s'est révélé par conséquent plus précaire chez les patients gonarthrosiques, obèses, douloureux, en varus, des deux côtés.

Deux études se sont intéressées à l'équilibre en appui monopodal. Duffel et al (65) ont étudié l'équilibre monopodal et bipodal chez des patients jeunes avec OA débutante (Tableau 9). Ils ont comparé l'équilibre de 18 patients présentant une gonarthrose débutante, d'âge moyen de  $56,4 \text{ ans} \pm 12,4$ , à 18 témoins appariés sur les critères sexe, âge et poids. Ils n'ont trouvé aucune différence significative en appui bipodal. Quant à l'équilibre monopodal des 2 côtés, il

était significativement moins bon chez les patients comparés aux témoins ( $p < 0,05$ ). Notre étude conforte ces résultats.

Hunt et al (49), ont évalué les facteurs associés à un mauvais équilibre monopodal chez 57 patients, douloureux ( $EN > 3$ ), en genu varum avec gonarthrose fémoro-tibiale médiale, d'âge moyen de  $63,7 \text{ ans} \pm 8,2$ . L'angle HKA était de  $177, 1^\circ \pm 2,6$ , la gonarthrose sévère, et les symptômes uni ou bilatéraux. La tâche consistait à tenir en appui monopodal pendant 10 secondes, yeux ouverts. Les patients bénéficiaient de 3 essais. Soixante pourcent des patients ( $34/57$ ) ont réussi la tâche, contre 23 patients sur 57. La différence entre les 2 groupes était liée au facteur âge qui était plus jeune dans le groupe d'essais réussis ( $p = 0,003$ ). Les facteurs associés à un mauvais équilibre monopodal chez les patients gonarthrosiques en varus étaient le nombre de genoux douloureux élevés, un varus important, une force du quadriceps diminuée, et une sévérité de la gonarthrose moindre.

Un des facteurs associé à un mauvais équilibre monopodal pourrait être la douleur. Pour certains elle compromettrait les réponses musculaires (48, 54), alors que pour d'autres (50, 66) elle n'interviendrait pas dans les troubles de l'équilibre. Jadelis et al (67) ont montré que les effets de la douleur perturbaient l'équilibre de genoux faibles, et pas de genoux forts. En équilibre monopodal sur le membre non douloureux, le membre oscillant douloureux pourrait ne plus jouer son rôle de stabilisateur.

L'obésité chez nos patients pourrait également expliquer ces troubles de l'équilibre. Les patients obèses auraient plus d'instabilité posturale que les sujets normopondérés (48, 67).

En postopératoire, le nombre d'échecs à la tâche a été significativement inférieur au nombre d'échecs en préopératoire, quel que soit le côté, opéré ( $p = 0,01$ ) ou non ( $p = 0,009$ ). Les patients ont présenté un meilleur équilibre monopodal postopératoire quel que soit le côté. Sur plateforme d'équilibre, en appui monopodal, aucune différence significative n'est apparue

entre les 3 groupes. Il se pourrait qu'un effet d'apprentissage lié à la rééducation post-opératoire soit intervenu, car tous les patients en ont bénéficié (travail proprioceptif, renforcement musculaire). D'autre part, du fait de la diminution des douleurs, il se pourrait que le membre oscillant non douloureux ait également mieux joué son rôle de balancier qu'en préopératoire.

Une seule étude s'est intéressée à l'équilibre après ostéotomie de valgisation (Hunt et al (52)). Les auteurs ont analysé l'équilibre monopodal côté opéré de 49 patients, 15 jours avant et 1 an après ostéotomie de valgisation. L'âge moyen était de 46 ans, et l'IMC de 28,6 ans. La tâche consistait en 3 essais en appui monopodal côté opéré, yeux ouverts, pendant 10 secondes. Tous les patients ont réalisé les 3 essais. Neuf patients en préopératoires versus 19 patients en postopératoires ont répété une fois l'essai. Huit patients préopératoires versus 3 patients postopératoires ont répété 2 fois l'essai. L'analyse a montré une amélioration non significative de tous les scores (longueur et écart type antéropostérieur, longueur et écart type médiolatéral). Le score de Womac a été significativement amélioré. Pour les auteurs, le contrôle postural impliquerait l'intégration de différents types d'influx sensoriels et de sorties motrices, qui ont pu être modifiés (en bien ou en mal) en l'espace d'un an. Il serait également possible que les changements induits par l'ostéotomie aient été insuffisants pour altérer le contrôle central et/ou le processus équilibre. Quant à l'effet d'apprentissage lié à la kinésithérapie postopératoire, il ne serait peut-être plus opérant à 1 an post ostéotomie.

Nos résultats concourent avec ceux de l'étude de Hunt et al (49), supposant que l'équilibre monopodal pouvait être amélioré par une diminution des douleurs, une rectification de l'alignement, et un renforcement musculaire quadricipital.



**Tableau 9. Résumé de la littérature concernant l'analyse de l'équilibre chez les patients gonarthrosiques**

Etude	Nombre de sujets	Méthode	Paramètres d'équilibre	Résultats
Wegener et al (51)	p : 11 C : 10 Age moyen : 63,9 ans (P) vs 64,3 ans (C) Appariés sur âge OA bilatérale	10 secondes Chaussettes Ecart 5 cm 6 conditions : YO 2P stable/ YF 2P stable/YO inclinaison/YF inclinaison/ YO translation/ YF translation 2 essais par condition Repos bref entre chaque essai	Index oscillation (IO)	IO gpe P > IO gpe C (13 vs 6,4 p< 0,0001) IO augmente avec YF (p=0,0006) et avec instabilité (p= 0,0001) dans les 2 groupes
Hinman et al (56)	p : 33 C : 33 Age moyen : 68,1ans Appariés sur âge, sexe, IMC	30 secondes Pieds nus Ecart 10 cm 4 conditions : YO stable/ YF stable/ YO instable/ YO instable sur 2P 1 essai par condition	Oscillations maximales antéropostérieures (mm), médiolatérales (mm)	Augmentation des oscillations ml (p<0,05) et globales (p<0,01) YO stable patients vs contrôle Augmentation oscillation ap (p<0,05) YF stable patients vs contrôles
Hassan et al (48)	p : 77 C : 63 Age moyen : 63,4 vs 63 ans IMC P> IMC C	30 secondes Avec chaussures Ecart normal 1 condition : 2P, YF 2 essais	Oscillations posturales ap (mm), ml (mm)	Augmentation des oscillations posturales ml et ap chez patients vs contrôles (p< 0,001)
Hurley et al (55)	p : 103 C : 25 Age moyen : 61 ans vs 65 ans 64/103 p ont OA bilatérale	10 secondes 3 conditions : 2P YO/ 2P YF/ 1P atteinte YO 1 essai par condition	Taux d'échec à la tâche Angle de déplacement du centre de pression°	Taux d'échec à la tâche patients (80/103 2P YO, 76/103 2P YF, 65/103 1P YO) > contrôles (25/25 dans les 3 conditions) Augmentation de l'angle 2P YO vs 2P YF et 1P YO chez patients et contrôles (p<0,001)
Hunt et al (49)	p : 57 C : 0	10 secondes Pieds nus 1P, YO 3 essais réussis – droit à 3 échecs	Nombre d'échec à la tâche	34/ 57 patients (60%) ont réussi la tâche 23/57 patients n'ont pas réussi la tâche Groupe réussite plus jeune que groupe échec (p=0,003)
Duffell et al (65)	p : 18 C : 18 Age moyen : 56,4 vs 56,2 Appariés sur sexe, âge OA stade 1, plus lourds que C	30 secondes 4 conditions : YO 2P/ YF 2P/ YO 1P Dt/ YO 1P Gche 1 essai par condition	Trajectoire du centre de pression (mm/s)	Augmentation de la trajectoire des patients vs contrôle sur équilibre unipodal droit et gauche (p<0,05)

p : patients ; C : contrôles ; OA : ostéoarthrose ; Dt : droit ; Gche : gauche ; IMC : indice de masse corporelle ; vs : versus ; mm/s : millimètres par seconde ; cm : centimètres ; mm : millimètres ; YO : yeux ouverts ; YF : yeux fermés ; 2P : deux pieds ; 1P : un pied ; ml : médiolatéral ; ap : antéropostérieur ; > : supérieur

Les patients ont perçu une amélioration de leur équilibre en postopératoire. L'équilibre monopodal des 2 côtés a été effectivement amélioré en postopératoire. En appui bipodal, il n'est apparu aucune asymétrie d'appui. Cependant, les patients en postopératoire ont présenté un équilibre latéral plus précaire que les témoins.

### **III. Marche**

Après ostéotomie, les patients ont perçu leur marche significativement améliorée ( $p < 10^{-4}$ ).

L'analyse objective de la marche chez les patients gonarthrosiques, obèses en préopératoire s'est révélée différente de celle des témoins. Les patients marchaient avec un temps d'appui bipodal plus long ( $p < 10^{-4}$ ), un temps d'appui monopodal plus court ( $p < 10^{-4}$ ), une longueur de pas plus courte ( $p = 0,003$ ), et une vitesse de marche moins grande ( $p = 0,001$ ) que celle des témoins. L'effet douleur pourrait expliquer le temps d'appui bipodal plus grand. Ce dernier permettrait de diminuer la charge sur le membre douloureux. L'appui bipodal permettrait également un transfert plus lent de la 1<sup>ère</sup> jambe vers la jambe atteinte (68). La vitesse de marche diminuée, la longueur de pas plus courte, seraient des modes adaptatifs pour réduire la charge sur le compartiment médial (11, 15). Les analyses en sous-groupes ont montré que les facteurs poids et arthrose pouvaient expliquer ces différences. Ainsi, plus les patients seraient lourds et/ou plus la gonarthrose serait sévère et plus les troubles de la marche seraient marqués.

Nos résultats sur l'analyse de la marche en préopératoire sont conformes avec ceux de la revue de littérature de Ornetti et al (69). Les auteurs ont montré que les patients avec gonarthrose, d'âge moyen 64,4 ans et d'IMC à 29, marchaient à une vitesse plus lente ( $p < 0,0001$ ), possédaient une longueur d'enjambée plus courte ( $p < 0,0001$ ), et un angle de flexion du genou diminué ( $p < 0,001$ ). Ils ont toutefois signalé un certain nombre de limites à ces

études telles que l'hétérogénéité de la population de gonarthrosiques ainsi que des systèmes d'analyse de la marche, et le faible nombre de patients inclus.

Les paramètres spatiaux et temporels du pas se sont révélés identiques en pré et postopératoire, à l'exception de la largeur de pas qui s'est agrandie en postopératoire ( $p=0,001$ ) et par rapport aux témoins ( $p=0,003$ ). Cet élargissement pourrait être un effet de la chirurgie de valgisation. Notre étude a montré une augmentation de la largeur de pas de 2,4 cm. L'angle HKA a été augmenté de  $9^\circ$ , passant de  $172^\circ \pm 5,1$  (161-180) à  $181,3^\circ \pm 3$  (173-187). Si l'on considère la taille d'une jambe de 40 cm et le genou comme le point de mobilité, une variation d'angle de  $9^\circ$  correspondrait à une augmentation de la largeur du pas de 6,28 cm. Or, notre largeur de pas a été augmentée en postopératoire mais dans des proportions inférieures aux prédictions du modèle. Cet écart au modèle théorique pourrait s'expliquer par un mode de compensation comme l'adduction de hanche afin d'éviter un écartement de pied trop important.

De plus, les patients en postopératoire ont montré une marche à une vitesse ( $p=0,001$ ) et une cadence ( $p=0,005$ ) plus lentes qu'en préopératoire (à vitesse rapide). Disposant que de 4 mois postopératoire, ces différences pourraient être dues à l'appréhension des patients à accélérer risquant de provoquer l'apparition de la douleur. Nos données corroborent les résultats non significatifs du sous score asl de Koos. L'étude de Borjesson et al (68) a comparé le devenir clinique et la marche de patients bénéficiant d'une prothèse unicompartmentale versus des patients bénéficiant d'une ostéotomie tibiale de fermeture. Les délais d'évaluations entre le pré et postopératoire ont été réalisés sur des intervalles de temps à 3 mois, 1 an et 5 ans. Les résultats ont montré une dégradation de tous les paramètres spatiaux et temporels de marche à 3 mois chez les patients ayant bénéficié d'une ostéotomie comparés aux patients bénéficiant d'une prothèse. En revanche, ils se sont normalisés dans des délais post-opératoires à 1 an et 5

ans par rapport à ceux ayant eu une prothèse. Les paramètres cliniques ont été significativement améliorés dans les 2 groupes aux différents temps de mesure. Ces résultats confortent ceux de notre étude sur la non-amélioration de la vitesse et de la cadence dans un délai postopératoire de 4 mois.

La plupart des études sur l'évaluation de la marche ont utilisé l'analyse tridimensionnelle (47, 29). Elles ont montré une amélioration des paramètres de marche non confirmée par notre étude. Il est à noter que l'intervalle de temps pré et postopératoire de ces études étaient d'au moins un an postopératoire (Tableau 10), contrairement au notre qui était de 4 mois. Il se pourrait qu'il ait été trop court pour permettre une normalisation des paramètres de marche. L'analyse bidimensionnelle n'est également peut-être pas assez sensible pour détecter des différences à 4 mois postopératoire comparativement aux analyses tridimensionnelles. Lind et al (47) ont analysé la marche de patients avant et après ostéotomie versus témoins. Ils ont montré une vitesse de marche augmentée ( $p < 0,0001$ ), une longueur d'enjambée augmentée, et un moment d'adduction externe du genou diminué ( $p < 0,02$ ). Le moment d'adduction externe du genou côté sain était cependant augmenté en post-opératoire ( $p = 0,02$ ). L'analyse a été réalisée à 1 an post opératoire. Elle a été effectuée uniquement chez des hommes sur un faible échantillon de patients (11 patients versus 9 témoins). Birmingham et al (29) ont analysé la marche avant et après ostéotomie chez 126 patients, plutôt jeunes (47,48 ans), et en surpoids (IMC 29,5). Ils ont montré une augmentation de la vitesse de marche ( $p < 0,01$ ), une diminution du moment d'adduction externe du genou ( $p < 0,01$ ), une diminution de l'inclinaison latérale du tronc ( $p < 0,01$ ), et une augmentation de l'ouverture externe du pied ( $p < 0,01$ ). Les paramètres cliniques (SF-36, Koos, LEFS) étaient significativement améliorés. L'analyse a été réalisée à 2 ans postopératoire. Aucun sujet contrôle ne faisait partie de l'étude.

L'analyse des paramètres spatiaux et temporels du pas a montré peu de changements entre le pré et le postopératoire, tandis que la perception de la marche par les patients a été ressentie comme améliorée en postopératoire. Le délai post opératoire serait trop court pour modifier objectivement le schéma de marche mais suffisant pour que les patients apprécient les résultats de la chirurgie. Le système d'analyse objective de la marche ne serait peut-être pas assez sensible pour détecter une différence à un délai de 4 mois postopératoire. Les bénéfices de l'ostéotomie seraient en premier lieu subjectifs; les patients, éprouvant moins de douleurs, tout en disposant de plus de fonction et de moins de handicap (sauf en ce qui concernait les « activités, sport et loisirs »), auto-évalueraient positivement leur marche.

Il se pourrait que cette largeur de pas augmentée puisse « perturber » d'autres types de population comme les sportifs de haut niveau, pratiquant le tennis, le jogging ou le football. La valgisation, modifiant leur schéma de marche, pourrait les empêcher de retrouver leur niveau de performance antérieur. Dès lors, l'intervention viserait à respecter un léger varus ou un axe neutre avec un risque de douleurs résiduelles (70).

**Tableau 10. Résumé de la littérature concernant l'analyse de la marche avant et après OTV**

Etude	Méthode		Résultats		
	Participants	Type an marche	Tps de mesure	HKA° pré-postop	Paramètres d'analyse de la marche
Lind et al (47) 2013 Etude prospective	11P 9 C Appariés sur âge, sexe, IMC Age moyen : 46 vs 47 ans	Analyse 3D 10m Marche confortable 1 essai	2S avant 1an après	-8 - 0	- <b>Vitesse marche</b> (m/s) 1,22 pré vs 1,43 post (p< 0,0001) vs 1,54 contrôle (NS) - <b>Longueur enjambée</b> (m) 1,37 préop vs 1,48 postop (S) vs 1,48 contrôle (NS) - <b>Moment adduction genou</b> (BW-HT) 3,9 préop vs 2,7 postop (p< 0,02), mais augmente sur le genou non opéré 3,3 préop vs 4,1 postop (p=0,02)
Borjesson et al (68) 2004 Etude prospective randomisée	18 OTV 22 PUC Apparié sur âge, sexe, IMC Age moyen 63 ans	Analyse 3D 11m 8 essais allure confortable 2 essais allure lente 2 essais allure rapide	Préop 3mois 1an 5ans postop	NP - NP	<u>Groupe OTV préop vs 1 an</u> - <b>Vitesse de marche</b> (m/s) 1,07 vs 1,12 - <b>Cadence</b> (pas/s) : 1,68 vs 1,74 - <b>Longueur de pas opéré</b> : 0,63 vs 0,64 - <b>Tps de simple appui monopodal %</b> : 35 vs 36 opéré/ 36 vs 37 non opéré <u>Groupe OTV vs PUC à 3 mois</u> - <b>Vitesse de marche</b> (m/s) 1,07 OTV vs 10,94 PUC (p<0,001) - <b>Cadence</b> (pas/s) : 1,68 OTV vs 1,60 PUC (p<0,001) - <b>Longueur de pas opéré</b> : 0,63OTV vs 0,60 PUC (p<0,001) - <b>Tps de simple appui monopodal %</b> : 35 OTV vs 33PUC (p<0,001)
Birmingham et al (29) 2009 Etude prospective randomisée	126 P 0C Age moyen : 47,48 ans	Analyse 3D Pieds nus 5 essais Vitesse confortable	Préop 2 ans postop	-8°- 0,05	<u>Préop vs postopératoire</u> - <b>Vitesse de marche (m/s)</b> : 1,10 vs 1,16 (p<0,01) - <b>Moment adduction externe genou</b> : 2,99 vs 1,62 (p< 0,01)-

HTO : hight tibial osteotomy= ostéotomie de valgisation ; PUC : prothèse unicompartmentale ; P: patients; C: contrôles; m : mètres ; gpe : groupe ;; dlrs : douleurs ;Tps : temps ; v : vitesse ; NP : non précisé ; S : significatif ; NS : non significatif ; préop : préopératoire ; postop : postopératoire ; m/s : mètre par seconde ; IMC : indice de masse corporelle ; vs : versus ; pas/s : pas par seconde ; % : pourcentage ; ° : degré

#### **IV. Force de l'étude**

La force de notre étude repose sur son caractère prospectif et contrôlé, sur l'appariement sur le sexe et âge, et sur les conditions de sa réalisation. En effet, tous les patients ont été opérés par le même chirurgien senior expérimenté en chirurgie d'ostéotomie assistée par ordinateur. Les analyses de marche et d'équilibre ont été réalisées par les 2 mêmes co-investigateurs. En outre, c'est la première étude qui procède à une analyse subjective d'équilibre et de marche pré et post ostéotomie. Ces résultats enrichissent le peu de données de la littérature sur l'analyse de l'équilibre en post ostéotomie. Enfin, elle présente une méthode d'analyse objective de la marche accessible et reproductible en pratique clinique quotidienne.

#### **V. Limites**

La principale limite de notre étude est le non appariement sur l'IMC. L'appariement apparaissait difficile compte tenu du lien entre obésité et arthrose (71, 72, 73). Les analyses de covariance et tests post-hoc ont toutefois montré que le poids et l'arthrose pouvaient expliquer les troubles de la marche sans effet cumulé. En outre, nous avons contrôlé le poids dans la réévaluation postopératoire et avons supposé qu'il était resté stable chez le patient entre 0 et 4 mois.

Les autres limites à cette étude sont la faible taille de notre échantillon (24 sujets) et le fait que les sujets opérés présentaient des antécédents chirurgicaux variés des membres inférieurs pouvant interférer dans les résultats. Quant à la population témoin, elle n'a pas bénéficié de gonométrie pour vérifier l'absence de gonarthrose et de varus. Cependant aucun d'eux ne présentait des douleurs à la marche, ni de varus cliniquement prononcé.

Les résultats sur le nombre d'échecs à la tâche en appui monopodal sont également à tempérer. Le temps pendant lequel les sujets devaient réaliser les tâches (30 secondes) était

long. Le nombre de tâches à effectuer était peut-être également trop grand. Il n'y avait pas de repos entre les tâches pouvant ajouter un effet fatigue à l'exercice.

Par ailleurs, si tous les patients ont bénéficié d'une rééducation, elle n'était ni standardisée, ni assurée par un même rééducateur.

Dans cette étude, seul l'équilibre statique a été testé, mais pas l'équilibre dynamique et fonctionnel. Il a été testé en laboratoire, ce qui ne permet pas d'extrapolation dans les activités de la vie quotidienne. L'ajout d'un test dynamique clinique tel que le step test (56) ou d'un questionnaire fonctionnel tel que le functional assesment scale (51), aurait pu être pertinent.

Enfin, les évaluations des patients se sont déroulées à des moments différents de la journée. Ces différents moments peuvent influencer les résultats de l'équilibre, notamment le matin où il se révélerait plus précaire (74).

## **VI. Perspectives**

Les résultats de cette étude ne sont pas en faveur de l'utilisation des systèmes d'analyse objective de l'équilibre et de la marche dans l'évaluation post ostéotomie de valgisation. Elle montre cependant que les principales échelles cliniques et score de perception peuvent quantifier d'une part l'existence d'un déficit en préopératoire et d'autre part l'amélioration de celui-ci à 4 mois postopératoire. Les échelles cliniques seraient donc plus sensibles à détecter le changement à un délai de 4 mois postopératoire, que les instruments de mesure objective de l'équilibre et de la marche. La poursuite de l'étude est en cours avec des analyses à 1 an postopératoire. Elle permettra d'évaluer si l'amélioration subjective via les échelles est toujours d'actualité un an plus tard. Elle nous éclairera également sur l'existence ou non d'une amélioration des paramètres objectifs d'équilibre et de marche.

De plus, l'apport clinique du système d'analyse de la marche (Optogait) pourrait être évalué. Plusieurs Professeurs de chirurgie orthopédique, de rhumatologie et/ou de rééducation



pourraient visionner les vidéos des patients pendant leur marche en pré et postopératoire, ainsi que celles de témoins. Il s'agirait alors d'identifier les anomalies de marche des patients afin de les « classer » selon les 3 groupes (pré-postopératoire-témoins). Nous pourrions ainsi mesurer l'intérêt du système optogait dans l'analyse des troubles de la marche.

THESE SOUTENUE PAR: Jessie BARBIN

TITRE: ANALYSE DE L'EQUILIBRE ET DE LA MARCHE AVANT ET APRES  
OSTEOTOMIE DE VALGISATION POUR GONARTHROSE

## CONCLUSION

L'équilibre et la marche sont 2 composantes essentielles dans la performance des activités de la vie quotidienne. Elles peuvent être perturbées par certaines pathologies comme la gonarthrose. L'objectif de notre étude était l'analyse subjective et objective de l'équilibre et de la marche avant et 4 mois après ostéotomie tibiale et/ou fémorale de valgisation chez des patients présentant une gonarthrose fémoro-tibiale médiale versus témoins. Notre hypothèse était que la perception de l'équilibre et de la marche par les patients serait moins bonne en postopératoire du fait de la valgisation, alors que les paramètres objectifs d'équilibre et de marche seraient améliorés par la chirurgie.

Vingt-quatre patients d'âge moyen de 52,4 ans  $\pm$  6,8, avec un IMC moyen de 31,2 $\pm$  5,4 dont 58,3% d'obèses, ont été appariés sur le sexe et l'âge à 24 témoins. Les déficiences, incapacités et handicaps des patients ont été évalués au moyen de questionnaires cliniques: échelle numérique, score de Lysholm, score SF-36, et le score de Koos et de Womac. Les patients et témoins ont évalué leur perception de l'équilibre et de la marche via une échelle ordinale à 4 niveaux : médiocre-mauvaise-bonne-très bonne. Des analyses objectives d'équilibre (via une plateforme d'équilibre) et de marche (via un couloir d'analyse bidimensionnelle de la marche) ont également été réalisées. Le délai moyen entre l'évaluation préopératoire et postopératoire était de 4,3 mois  $\pm$  0,3 mois.

Tous les scores cliniques ont été significativement améliorés sauf le sous score ASL de Koos. Les patients ont présenté moins de déficiences, moins d'incapacités et de handicap après ostéotomie.

Après ostéotomie, les patients ont perçu une amélioration de leur équilibre ( $p=0,014$ ) et de leur marche ( $p<10^{-4}$ ).

En appui bipodal, l'équilibre latéral était moins bon chez les patients en postopératoire par rapport aux témoins ( $p=0,011$ ). Il n'existait cependant pas d'échec à la tâche, ni d'asymétrie d'appui entre les groupes.

En appui monopodal, le nombre d'échec à la tâche était moins élevé en postopératoire par rapport au préopératoire, côté opéré ( $p=0,011$ ) et non opéré ( $p=0,009$ ). En postopératoire, les patients étaient plus stables en appui monopodal des 2 côtés, qu'en préopératoire.

Concernant la marche, on n'a observé aucune différence significative en postopératoire, à l'exception de la largeur de pas qui a été augmentée ( $p=0,001$ ).

En conclusion, notre hypothèse n'a pas été vérifiée. Les patients ont perçu leur équilibre et leur marche améliorés en postopératoire par rapport au préopératoire. Leur équilibre était effectivement meilleur en appui monopodal des 2 côtés. Par contre, en appui bipodal, les patients étaient moins stables en latéral que les témoins. Leur marche était identique en postopératoire sauf concernant la largeur de pas augmentée.

Les scores cliniques et la perception de l'équilibre et de la marche par le patient apparaissent plus pertinents dans l'évaluation de la satisfaction de l'ostéotomie à moyen terme.

(\*) VU ET PERMIS D'IMPRIMER

(\*) Grenoble, le 9/2/2015

(\*) LE DOYEN



(\*) J.P. ROMANET

(\*) LE PRESIDENT DE LA THESE



(\*) PROFESSEUR *PEREYSSO*  
Médecine Physique et Rééducation  
Institut de Rééducation  
Hôpital SUD - CHU de Grenoble  
BP 338 38434 ECHIROLLES Cedex  
Tél. 04 76 76 60 33  
N° RPPS 10002144139

## REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

1. Gallois P, Vallée JP, Le Noc Y. Arthrose : avant la prothèse.... Société Française de Documentation et de Recherche en Médecine Générale. Décembre 2011; Vol. 11 N°10, p. 461-6.
2. Sharma L. The role of varus and valgus alignment in knee osteoarthritis [editorial]. *Arthritis Rheum.* 2007;56:1044–7.
3. Peat G, McCarney R, Croft P. Knee pain and osteoarthritis in older adults: a review of community burden and current use of primary health care. *Ann Rheum Dis.* 2001;60:91–7.
4. Guillemin F, Rat A, Mazières B *et al.* Prévalence de l'arthrose symptomatique de hanche et de genou en France : une étude en population générale. 23<sup>ème</sup> congrès de rhumatologie. 28 novembre – 1<sup>er</sup> décembre 2010. Paris
5. Van Rookeghem F. CNAMTS. Propositions de l'assurance maladie sur les charges et produits pour l'année 2013. 2013
6. Suri P, Morgenroth DC, Hunter DJ. Epidemiology of osteoarthritis and associated comorbidities. *PM R.* mai 2012;4(5 Suppl):S10-9.
7. Kapandji IA. Physiologie articulaire. Membre inférieur. Fascicule II, 4e édition. Paris: Maloine SA, 1974: 104.
8. Hungerford DS, Krackow KA. Total joint arthroplasty of the knee. *Clin Orthop Relat Res.* 1985 ;( 192):23-33.
9. Baliunas AJ, Hurwitz DE, Ryals AB *et al.* Increased knee joint loads during walking are present in subjects with knee osteoarthritis. *Osteoarthritis and Cartilage.* 2002;10 (7), 573–579.
10. Mündermann A, Dyrby CO, Hurwitz DE *et al.* Potential Strategies to Reduce Medial Compartment Loading in Patients with Knee Osteoarthritis of Varying Severity: Reduced Walking Speed. *Arthritis and Rheumatism.* 2004;50 (4): 1172-78.
11. Birmingham TB, Hunt MA, Jones IC *et al.* Test-Retest Reliability of the Peak Knee Adduction Moment during Walking in Patients with Medial Compartment Knee Osteoarthritis. *Arthritis and Rheumatism.* 2007; 57 (6): 1012-17.
12. Hunt MA, Birmingham TB, Giffin JR *et al.* Associations among knee adduction moment, frontal plane ground reaction force, and lever arm during walking in patients with knee osteoarthritis. *J Biomech.* 2006;39:2213e20.
13. Mündermann A, Dyrby CO, D'Lima DD *et al.* In-vivo knee loading characteristics during activities of daily living as measured by an instrumented total knee replacement. *Journal of Orthopaedic Research.* 2008; 26 (9), 1167–1172.

14. Harrington IJ. Static and dynamic loading patterns in knee joints with deformities. *J. Bone Joint Surg. Am.* 1983; 65, 247–259.
15. Andriacchi TP. Dynamics of knee malalignment. *Orthop Clin North Am.* 1994;25:395–403.
16. Belo JN, Berger MY, Reijman M *et al.* Prognostic factors of progression of osteoarthritis of the knee: a systematic review of observational studies. *Arthritis Rheum.* 2007;57:13–26.
17. Brouwer GM, van Tol AW, Bergink AP *et al.* Association between valgus and varus alignment and the development and progression of radiographic osteoarthritis of the knee. *Arthritis Rheum.* 2007;56:1204–11.
18. Sharma L, Song J, Felson DT *et al.* The role of knee alignment in disease progression and functional decline in knee osteoarthritis. *JAMA.* 2001;286:188–95.
19. Turcot K, Armand S, Lübbecke A *et al.* Does Knee Alignment Influence Gait in Patients with Severe Knee Osteoarthritis? *Clinical Biomechanics (Bristol, Avon).* 2013; 28 (1): 34-39.
20. Berman AT, Zarro VJ, Bosacco SJ *et al.* Quantitative gait analysis after unilateral or bilateral knee replacement. *J Bone Jt Surg. Am.* 1987;69(9):1340– 5.
21. Chao EY, Laughman RK, Stauffer RN. Biomechanical gait evaluation of pre and post-operative total knee replacement patients. *Arch Orthop Trauma Surg.* 1980;97(4):309– 17.
22. Slemenda C, Heilman DK, Brandt KD *et al.* Reduced quadriceps strength relative to body weight: a risk factor for knee osteoarthritis in women? *Arthritis Rheum.* nov 1998;41(11):1951-9.
23. Sharma L, Lou C, Felson DT *et al.* Laxity in healthy and osteoarthritic knees. *Arthritis Rheum.* 1999;42:861–70.
24. O'Reilly SC, Jones A, Muir KR *et al.* Quadriceps weakness in knee osteoarthritis: the effect on pain and disability. *Ann Rheum Dis.* 1998;57:588–94.
25. Fitzgerald GK, Piva SR, Irrgang JJ. Reports of joint instability in knee osteoarthritis: its prevalence and relationship to physical function. *Arthritis Rheum.* 2004;51:941–6.
26. Lewek MD, Rudolph KS, Snyder-Mackler L. Control of frontal plane knee laxity during gait in patients with medial compartment knee osteoarthritis. *Osteoarthritis Cartilage.* 2004;12:745–51.
27. Hunt MA, Birmingham TB, Bryant D *et al.* Lateral Trunk Lean Explains Variation in Dynamic Knee Joint Load in Patients with Medial Compartment Knee Osteoarthritis. *Osteoarthritis and Cartilage / OARS, Osteoarthritis Research Society.* 2008;16 (5): 591-99.
28. Bhatnagar T et Jenkyn TR. Internal Kinetic Changes in the Knee due to High Tibial Osteotomy Are Well-Correlated with Change in External Adduction Moment: An Osteoarthritic Knee Model. *Journal of Biomechanics.* 2010; 43 (12): 2261-66.

29. Birmingham TB, Giffin JR, Chesworth BM *et al.* Medial Opening Wedge High Tibial Osteotomy: A Prospective Cohort Study of Gait, Radiographic, and Patient-Reported Outcomes. *Arthritis and Rheumatism*. 2009; 61 (5): 648-57.
30. Ramsey DK, Snyder-Mackler L, Lewek M *et al.* Effect of Anatomic Realignment on Muscle Function during Gait in Patients with Medial Compartment Knee Osteoarthritis. *Arthritis and Rheumatism*. 2007;57 (3): 389-97.
31. DeMeo PJ, Johnson EM, Chiang PP *et al.* Midterm Follow-up of Opening-Wedge High Tibial Osteotomy. *The American Journal of Sports Medicine*. 2010;38 (10): 2077-84.
32. Sischek EL, Birmingham TB, Leitch KM *et al.* Staged Medial Opening Wedge High Tibial Osteotomy for Bilateral Varus Gonarthrosis: Biomechanical and Clinical Outcomes. *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy: Official Journal of the ESSKA*. juin 2013.
33. Hernigou PD, Debeyre MJ et Goutallier D. Proximal Tibial Osteotomy for Osteoarthritis with Varus Deformity. A Ten to Thirteen-Year Follow-up Study. *The Journal of Bone and Joint Surgery*. 1987; American Volume 69 (3): 332-54.
34. Briem K, Ramsey DK, Newcomb W *et al.* Effects of the amount of valgus correction for medial compartment knee osteoarthritis on clinical outcome, knee kinetics and muscle co-contraction after opening wedge high tibial osteotomy. *J Orthop Res*. 2007;25:311–318
35. Lootvoet L, Massinon A, Rossillon R *et al.* Ostéotomie tibiale haute de valgisation pour gonarthrose sur genu varum: à propos d'une série de 193 cas revus après 6 à 10 ans de recul. *Rev Chir Orthop Reparatrice Appar Mot*. 1993;79 (5):375-84.
36. Lerat JL. Ostéotomies dans la gonarthrose. Cahiers d'enseignement de la SOFCOT. Conférences d'enseignement 2000. Paris: Elsevier édit: 165-201.
37. Saragaglia D, Pradel PH, Picard F. L'ostéotomie de valgisation assistée par ordinateur dans le genu varum arthrosique: résultats radiologiques d'une étude cas-témoin de 56 cas e-mémoires de l'Académie Nationale de Chirurgie. 2004 ; 3 (2) : 21-25.
38. Saragaglia D et Roberts J. Navigated Osteotomies around the Knee in 170 Patients with Osteoarthritis Secondary to Genu Varum. 2005; *Orthopedics* 28 (10 Suppl): s1269-74.
39. Saragaglia D, Mercier N, et Colle PE. Computer-Assisted Osteotomies for Genu Varum Deformity: Which Osteotomy for Which Varus? *International Orthopaedics*. 2010; 34 (2): 185-90.
40. Saragaglia D, Nemer C, et Colle PE. Computer-Assisted Double Level Osteotomy for Severe Genu Varum. *Sports Medicine and Arthroscopy Review*. 2008;16 (2): 91-96.
41. Holden D L, James SL, Larson RL *et al.* Proximal Tibial Osteotomy in Patients Who Are Fifty Years Old or Less. A Long-Term Follow-up Study. *The Journal of Bone and Joint Surgery*. 1988; American Volume 70 (7): 977-82.

42. Saragaglia D, Blaysat M, Inman D *et al.* Outcome of Opening Wedge High Tibial Osteotomy Augmented with a Biosorb® Wedge and Fixed with a Plate and Screws in 124 Patients with a Mean of Ten Years Follow-Up. *International Orthopaedics*. 2011; 35 (8): 1151-56.
43. Saragaglia D, Blaysat M, Mercier N *et al.* Results of Forty Two Computer-Assisted Double Level Osteotomies for Severe Genu Varum Deformity. *International Orthopaedics*. 2012;36 (5): 999-1003.
44. Nagel A, Insall JN, et Scuderi GR. Proximal Tibial Osteotomy. A Subjective Outcome Study. *The Journal of Bone and Joint Surgery*. 1966; American Volume 78 (9): 1353-58.
45. Brouwer RW, Raaij van TM, Bierma-Zeinstra SMA *et al.* Osteotomy for Treating Knee Osteoarthritis . *The Cochrane Database of Systematic Reviews*. 2007. n° 3: CD004019.
46. Miller BS, Joseph TA, Barry EM *et al.* Patient Satisfaction after Medial Opening High Tibial Osteotomy and Microfracture. *The Journal of Knee Surgery*. 2007;20 (2): 129-33.
47. Lind M, McClelland J, Wittwer JE *et al.* Gait Analysis of Walking before and after Medial Opening Wedge High Tibial Osteotomy. *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy: Official Journal of the ESSKA*. 2013;21 (1): 74-81.
48. Hassan BS, Mockett S, Doherty M. Static postural sway, proprioception, and maximal voluntary quadriceps contraction in patients with knee osteoarthritis and normal control subjects. *Ann Rheum Dis*. juin 2001;60(6):612-8.
49. Hunt MA, McManus FJ, Hinman RS *et al.* Predictors of single-leg standing balance in individuals with medial knee osteoarthritis. *Arthritis Care Res (Hoboken)*. avr 2010;62(4):496-500.
50. Masui T, Hasegawa Y, Yamaguchi J *et al.* Increasing postural sway in rural-community-dwelling elderly persons with knee osteoarthritis. *J Orthop Sci*. juill 2006;11(4):353-8.
51. Wegener L, Kisner C, Nichols D. Static and dynamic balance responses in persons with bilateral knee osteoarthritis. *J Orthop Sports Phys Ther*. janv. 1997;25(1):13-8.
52. Hunt MA, Birmingham TB, Jones IC *et al.* Effect of tibial re-alignment surgery on single leg standing balance in patients with knee osteoarthritis. *Clin Biomech (Bristol, Avon)*. oct 2009;24(8):693-6.
53. Pollock AS, Durward BR, Rowe PJ *et al.* What is balance? *Clin Rehabil*. août 2000;14(4):402-6.
54. Hall MC, Mockett SP, Doherty M. Relative impact of radiographic osteoarthritis and pain on quadriceps strength, proprioception, static postural sway and lower limb function. *Ann Rheum Dis*. juill 2006;65(7):865-70.
55. Hurley MV, Scott DL, Rees J, Newham DJ. Sensorimotor changes and functional performance in patients with knee osteoarthritis. *Ann Rheum Dis*. nov 1997;56(11):641-8.

56. Hinman RS, Bennell KL, Metcalf BR, Crossley KM. Balance impairments in individuals with symptomatic knee osteoarthritis: a comparison with matched controls using clinical tests. *Rheumatology (Oxford)*. déc 2002;41(12):1388-94.
57. Sheehy L, Felson D, Zhang Y *et al*. Does measurement of the anatomic axis consistently predict hip-knee-ankle angle (HKA) for knee alignment studies in osteoarthritis? Analysis of long limb radiographs from the multicenter osteoarthritis (MOST) study. *Osteoarthr Cartil*. janv 2011;19(1):58-64.
58. Jenny JY, Tavan A, Jenny G *et al*. Taux de survie à long terme des ostéotomies tibiales de valgisation pour gonarthrose. *Rev chir Orthop Reparatrice Appar Mot* 1998;84(4):350-7.
59. Collins NJ, Misra D, Felson DT *et al*. Measures of knee function: International Knee Documentation Committee (IKDC) Subjective Knee Evaluation Form, Knee Injury and Osteoarthritis Outcome Score (KOOS), Knee Injury and Osteoarthritis Outcome Score Physical Function Short Form (KOOS-PS), Knee Outcome Survey Activities of Daily Living Scale (KOS-ADL), Lysholm Knee Scoring Scale, Oxford Knee Score (OKS), Western Ontario and McMaster Universities Osteoarthritis Index (WOMAC), Activity Rating Scale (ARS), and Tegner Activity Score (TAS). *Arthritis Care Res (Hoboken)*. nov 2011;63 Suppl 11:S208-28.
60. Wright RW. Knee injury outcomes measures. *J Am Acad Orthop Surg*. janv 2009;17(1):31-9.
61. Ornetti P, Parratte S, Gossec L *et al*. Cross-cultural adaptation and validation of the French version of the Knee injury and Osteoarthritis Outcome Score (KOOS) in knee osteoarthritis patients. *Osteoarthr Cartil*. avr 2008;16(4):423-8.
62. Roos EM, Roos HP, Lohmander LS *et al*. Knee Injury and Osteoarthritis Outcome Score (KOOS)--development of a self-administered outcome measure. *J Orthop Sports Phys Ther*. août 1998;28(2):88-96.
63. Le Clair K, Riach C. Postural stability measures: what to measure and for how long. *Clin Biomech (Bristol, Avon)*. avr 1996;11(3):176-8.
64. Lee MM, Song CH, Lee KJ *et al*. Concurrent Validity and Test-retest Reliability of the OPTOGait Photoelectric Cell System for the Assessment of Spatio-temporal Parameters of the Gait of Young Adults. *J Phys Ther Sci*. janv 2014;26(1):81-5.
65. Duffell LD, Southgate DFL, Gulati V *et al*. Balance and gait adaptations in patients with early knee osteoarthritis. *Gait Posture*. avr 2014;39(4):1057-61.
66. Hassan BS, Doherty SA, Mockett S *et al*. Effect of pain reduction on postural sway, proprioception, and quadriceps strength in subjects with knee osteoarthritis. *Ann Rheum Dis*. mai 2002;61(5):422-8.
67. Jadelis K, Miller ME, Ettinger WH *et al*. Strength, balance, and the modifying effects of obesity and knee pain: results from the Observational Arthritis Study in Seniors (oasis). *J Am Geriatr Soc*. juill 2001;49(7):884-91.



68. Börjesson M, Weidenhielm L, Mattsson E *et al.* Gait and Clinical Measurements in Patients with Knee Osteoarthritis after Surgery: A Prospective 5-Year Follow-up Study . *The Knee.* 2005; 12 (2): 121-27.
69. Ornetti P, Maillefert J-F, Laroche D *et al.* Gait analysis as a quantifiable outcome measure in hip or knee osteoarthritis: a systematic review. *Joint Bone Spine.* oct 2010;77(5):421-5.
70. Saragaglia D, Rouchy R-C, Krayan A *et al.* Return to sports after valgus osteotomy of the knee joint in patients with medial unicompartmental osteoarthritis. *Int Orthop.* oct 2014;38(10):2109-14.
71. Magliano M. Obesity and arthritis. *Menopause Int.* déc 2008;14(4):149-54.
72. Grotle M, Hagen KB, Natvig B *et al.* Obesity and osteoarthritis in knee, hip and/or hand: an epidemiological study in the general population with 10 years follow-up. *BMC Musculoskelet Disord.* 2008;9:132.
73. Davis MA, Ettinger WH, Neuhaus JM. Obesity and osteoarthritis of the knee: evidence from the National Health and Nutrition Examination Survey (NHANES I). *Semin Arthritis Rheum.* déc 1990;20(3 Suppl 1):34-41.
74. Sørensen RR, Jørgensen MG, Rasmussen S *et al.* Impaired postural balance in the morning in patients with knee osteoarthritis. *Gait Posture.* avr 2014;39(4):1040-4.

## LISTE DES ABREVIATIONS

CAO : chirurgie assistée par ordinateur

CDP : centre de pression

EN : échelle numérique

GRF : ground reaction force

HKA: hip – knee – ankle

IMC: indice de masse corporelle

KOOS: Knee injury and Osteoarthritis Outcome Score

LEFS: lower extremity functional scale

WOMAC: Western Ontario and Mc Master University Osteoarthritis

## ANNEXE

### Annexe 1. Score de Lysholm

Evaluation selon cotation Lysholm (Tegner)			
<i>Instabilité</i>	<i>Douleur</i>	<i>Blocage</i>	<i>Gonflement</i>
<input type="checkbox"/> Jamais de déroboement 25	<input type="checkbox"/> Jamais 25	<input type="checkbox"/> Jamais 15	<input type="checkbox"/> Jamais 10
<input type="checkbox"/> En exercice, rarement 20	<input type="checkbox"/> En exercice, modéré 20	<input type="checkbox"/> Accrochage sans blocage 10	<input type="checkbox"/> Lors d'exercices intenses 6
<input type="checkbox"/> En exercice, fréquemment 15	<input type="checkbox"/> En exercice, importante 15	<input type="checkbox"/> Blocage occasionnel 6	<input type="checkbox"/> Lors d'une activité courante 2
<input type="checkbox"/> Occasionnel, vie courante 10	<input type="checkbox"/> Marche >2km, importante 10	<input type="checkbox"/> Blocage fréquent 2	<input type="checkbox"/> Constant 0

## FICHE DE LYSHOLM POUR LE GENOU

<input type="checkbox"/> A chaque pas 0	<input type="checkbox"/> Constante 0		
<b>Escaliers</b>	<b>Accroupissement</b>	<b>Boiterie</b>	<b>Canne</b>
<input type="checkbox"/> Pas de gêne 10	<input type="checkbox"/> Pas de gêne 5	<input type="checkbox"/> Aucune 5	<input type="checkbox"/> Jamais 5
<input type="checkbox"/> Léger handicap 6	<input type="checkbox"/> Léger handicap 4	<input type="checkbox"/> Modérée ou occasionnelle 3	<input type="checkbox"/> En permanence 2
<input type="checkbox"/> Une marche à la fois 2	<input type="checkbox"/> Pas plus de 90° 2	<input type="checkbox"/> Sévère et constante 0	<input type="checkbox"/> Station debout impossible (
<input type="checkbox"/> Impossible 0	<input type="checkbox"/> Impossible 0		
SCORE LYSHOLM TOTAL : .....	<input type="checkbox"/> 0 à 64 points MAUVAIS	<input type="checkbox"/> 65 à 83 points MOYEN	<input type="checkbox"/> 84 à 100 points BON/EXCELLENT

## Annexe 2. Score SF-36

1/ Dans l'ensemble, pensez-vous que votre santé est :  
 1: Excellente    2: Très bonne    3: Bonne    4: Médiocre    5: Mauvaise

2/ Par rapport à l'année dernière à la même époque, comment trouvez-vous votre état de santé actuel ?

1: Bien meilleur que l'an dernier                      2: Plutôt meilleur  
 3: À peu près pareil    4: Plutôt moins bon  
 5: Beaucoup moins bon

3/ Voici la liste d'activités que vous pouvez avoir à faire dans votre vie de tous les jours. Pour chacune d'entre elles, indiquez si vous êtes limité en raison de votre état de santé actuel :

Liste d'activités	OUI beaucoup limité (e)	OUI peu limité(e)	NON pas du tout limité(e)
<b>A</b>			
Efforts physiques importants tels que courir, soulever un objet lourd, faire du sport...	1	2	3
<b>B</b>			
Efforts physiques modérés tels que déplacer une table, passer l'aspirateur, jouer aux boules	1	2	3
<b>C</b>			
Soulever et porter les courses	1	2	3
<b>D</b>			
Monter plusieurs étages par l'escalier	1	2	3
<b>E</b>			
Monter un étage par l'escalier	1	2	3
<b>F</b>			
Se pencher en avant, se mettre à genoux, s'accroupir	1	2	3
<b>G</b>			
Marcher plus d'un kilomètre à pied	1	2	3
<b>H</b>			
Marcher plusieurs centaines de mètres	1	2	3
<b>I</b>			
Marcher une centaine de mètres	1	2	3
<b>J</b>			
Prendre un bain, une douche ou s'habiller	1	2	3



9/ Les questions qui suivent portent sur comment vous vous êtes senti(e) au cours de ces quatre dernières semaines. Pour chaque question, veuillez indiquer la réponse qui vous semble la plus appropriée. Au cours de ces quatre dernières semaines y a-t-il eu des moments où :

	En permanence	Très souvent	Souvent	Quelque fois	Rarement	Jamais
<b>A</b>						
Vous vous êtes senti(e) dynamique ?	1	2	3	4	5	6
<b>B</b>						
Vous vous êtes senti(e) très nerveux(se) ?	1	2	3	4	5	6
<b>C</b>						
Vous vous êtes senti(e) si découragé(e) que rien ne pouvait vous remonter le moral ?	1	2	3	4	5	6
<b>D</b>						
Vous vous êtes senti(e) calme et détendu(e) ?	1	2	3	4	5	6
<b>E</b>						
Vous vous êtes senti(e) débordant d'énergie ?	1	2	3	4	5	6
<b>F</b>						
Vous vous êtes senti(e) triste et abattu(e) ?	1	2	3	4	5	6
<b>G</b>						
Vous vous êtes senti(e) épuisé(e) ?	1	2	3	4	5	6
<b>H</b>						
Vous vous êtes senti(e) heureux(se) ?	1	2	3	4	5	6
<b>I</b>						
Vous vous êtes senti(e) fatigué(e) ?	1	2	3	4	5	6

10/ Au cours de ces quatre dernières semaines, y a-t-il eu des moments où votre état de santé, physique ou émotionnant vous a gêné dans votre vie et vos relations avec les autres, votre famille et vos connaissances ?

1: En permanence

2: Une bonne partie du temps

3: De temps en temps

4: Rarement

5: Jamais

11/ Indiquez pour chacune des phrases suivantes dans quelle mesure elles sont vraies ou fausses dans votre cas :

	Totalement vraie	Plutôt vraie	Je ne sais pas	Plutôt fausse	Totalement fausse
<b>A</b> Je tombe malade plus facilement que les autres	1	2	3	4	5
<b>B</b> Je me porte aussi bien que n'importe qui	1	2	3	4	5
<b>C</b> Je m'attends à ce que ma santé se dégrade	1	2	3	4	5
<b>D</b> Je suis en excellente santé	1	2	3	4	5

### ***Annexe 3. Score de Womac (Western Ontario and Mc Master University Osteo-arthritis Index)***

Référence Bellany

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, minime = 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 4. Score de KOOS (Knee injury and Osteoarthritis Outcome Score):*

**INSTRUCTIONS**

Ce questionnaire vous demande votre opinion sur votre genou. Il nous permettra de mieux connaître ce que vous ressentez et ce que vous êtes capable de faire dans votre activité de tous les jours.

Répondez à chaque question. Veuillez cocher une seule case par question. En cas de doute, cochez la case qui vous semble la plus adaptée à votre cas.

**Symptômes**

Ces questions concernent vos symptômes au cours des **huit derniers jours**.

S1. Est-ce que votre genou gonfle?

Jamais	Rarement	Parfois	Souvent	Tout le temps
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

S2. Ressentez-vous des ou entendez-vous des craquements ou n'importe quel autre type de bruit en bougeant le genou?

Jamais	Rarement	Parfois	Souvent	Toujours
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

S3. Est-ce que votre genou accroche ou se bloque en bougeant?

Jamais	Rarement	Parfois	Souvent	Toujours
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

S4. Pouvez-vous étendre votre genou complètement?

Toujours	Souvent	Parfois	Rarement	Jamais
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

S5. Pouvez-vous plier votre genou complètement?

Toujours	Souvent	Parfois	Rarement	Jamais
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

**Raideur**

Ces questions concernent la raideur de votre genou au cours des **huit derniers jours**.

La raideur est la sensation d'avoir du mal à bouger le genou.

S6. Le matin au réveil, la raideur de votre genou est:

Absente	Légère	Modérée	Forte	Extrême
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

S7. Après être resté(e) assis(e), couché(e), ou au repos pendant la journée, la raideur de votre genou est:

Absente	Légère	Modérée	Forte	Extrême
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>



## Douleur

P1. Avez-vous souvent mal au genou?

Jamais	Une fois par mois	Une fois par semaine	Tous les jours	Tout le temps
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Au cours des **huit derniers jours**, quelle a été l'importance de votre douleur du genou en faisant les activités suivantes?

P2. En tournant, pivotant sur votre jambe

Absente	Légère	Modérée	Forte	Extrême
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

P3. En étendant complètement le genou

Absente	Légère	Modérée	Forte	Extrême
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

P4. En pliant complètement le genou

Absente	Légère	Modérée	Forte	Extrême
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

P5. En marchant sur un terrain plat

Absente	Légère	Modérée	Forte	Extrême
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

P6. En montant ou en descendant les escaliers

Absente	Légère	Modérée	Forte	Extrême
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

P7. Au lit la nuit

Absente	Légère	Modérée	Forte	Extrême
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

P8. En restant assis(e) ou couché(e)

Absente	Légère	Modérée	Forte	Extrême
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

P9. En restant debout

Absente	Légère	Modérée	Forte	Extrême
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

## Fonction, vie quotidienne

Les questions suivantes concernent ce que vous êtes capable de faire. Au cours des **huit derniers jours**, quelle a été votre difficulté pour chacune des activités suivantes?

A1. Descendre les escaliers

Absente	Légère	Modérée	Forte	Extrême
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

A2. Monter les escaliers

Absente	Légère	Modérée	Forte	Extrême
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

A3. Vous relever d'une position assise	Absente	Légère	Modérée	Forte	Extrême
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
A4. Rester debout	Absente	Légère	Modérée	Forte	Extrême
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
A5. Vous pencher en avant pour ramasser un objet	Absente	Légère	Modérée	Forte	Extrême
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
A6. Marcher sur un terrain plat	Absente	Légère	Modérée	Forte	Extrême
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
A7. Monter ou descendre de voiture	Absente	Légère	Modérée	Forte	Extrême
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
A8. Faire vos courses	Absente	Légère	Modérée	Forte	Extrême
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
A9. Mettre vos chaussettes ou vos collants	Absente	Légère	Modérée	Forte	Extrême
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
A10. Sortir du lit	Absente	Légère	Modérée	Forte	Extrême
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
A11. Enlever vos chaussettes ou vos collants	Absente	Légère	Modérée	Forte	Extrême
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
A12. Vous retourner ou garder le genou dans la même position en étant couché(e)	Absente	Légère	Modérée	Forte	Extrême
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
A13. Entrer ou sortir d'une baignoire	Absente	Légère	Modérée	Forte	Extrême
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
A14. Rester assis(e)	Absente	Légère	Modérée	Forte	Extrême
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
A15. Vous asseoir ou vous relever des toilettes	Absente	Légère	Modérée	Forte	Extrême
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

A16. Faire de gros travaux ménagers (déplacer des objets lourds, récurer les sols,...)

Absente	Légère	Modérée	Forte	Extrême
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

A17. Faire des petits travaux ménagers (faire la cuisine, faire la poussière,...).

Absente	Légère	Modérée	Forte	Extrême
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

### Activités, sport et loisirs

Les questions suivantes concernent ce que vous êtes capable de faire au cours d'autres activités. Au cours des **huit derniers jours**, quelle a été votre difficulté pour les activités suivantes?

SP1. Rester accroupi(e)

Absente	Légère	Modérée	Forte	Extrême
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

SP2. Courir

Absente	Légère	Modérée	Forte	Extrême
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

SP3. Sauter

Absente	Légère	Modérée	Forte	Extrême
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

SP4. Tourner, pivoter sur votre jambe

Absente	Légère	Modérée	Forte	Extrême
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

SP5. Rester à genoux

Absente	Légère	Modérée	Forte	Extrême
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

### Qualité de vie

Q1. Pensez-vous souvent à votre problème de genou?

Jamais	Une fois par mois	Une fois par semaine	Tous les jours	Tout le temps
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Q2. Avez-vous modifié votre façon de vivre pour éviter les activités qui pourraient aggraver votre problème de genou?

Pas du tout	Un peu	Modérément	Beaucoup	Totalement
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Q3. Est-ce qu'un manque de confiance dans votre genou vous gêne?

Pas du tout	Un peu	Modérément	Beaucoup	Totalement
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Q4. Finalement, êtes-vous gêné(e) par votre genou?

Pas du tout	Un peu	Modérément	Beaucoup	Extrêmement
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

**Fiche d'information et de consentement à propos de l'étude suivante :**

**« Etude de la marche et de l'équilibre et ostéotomie tibiale de valgisation »**

Nous envisageons de faire une étude sur la marche et l'équilibre à la suite d'une ostéotomie tibiale de valgisation (ou *double ostéotomie fémorale et tibiale de valgisation*). Au cours de la consultation, le Pr Saragaglia vous a expliqué le principe de cette intervention qui consiste à modifier l'axe de votre membre inférieur pour diminuer les pressions du côté interne et mettre en charge le côté externe de votre genou qui est le côté sain, pour ainsi diminuer les douleurs.

Cette étude a pour objectif l'analyse de la marche et de l'équilibre chez les patients opérés d'une ostéotomie tibiale de valgisation (ou *de cette double ostéotomie tibiale de valgisation*), c'est-à-dire vous, versus témoins. Pour cela, nous souhaiterions utiliser les données de votre dossier clinique.

Quel sera votre parcours de soin et de l'étude ?

La veille de l'intervention, vous arriverez à l'hôpital pour vous installer dans votre chambre. Vincent Morin et/ou Jessie Barbin, deux internes, viendront vous chercher pour rejoindre le service de Médecine Physique et Réadaptation de l'Hôpital Sud afin de réaliser une analyse de votre marche et votre équilibre.

4 mois après l'intervention chirurgicale, votre marche et votre équilibre seront de nouveau analysés.

Votre participation à cette étude est entièrement volontaire. Votre refus de participer n'aura aucune conséquence sur le type et la qualité de votre prise en charge. Vous disposez également d'un droit de retrait de participation à l'étude qui n'engendrera aucune conséquence pour votre suivi médical.

Nous vérifierons que vous êtes bien affilié(e) à un régime de sécurité sociale.

En application de la loi « informatique, fichiers et liberté » du 6 janvier 1978 modifiée, le fichier informatique utilisé pour réaliser la présente recherche faite l'objet d'une demande d'autorisation de la CNIL (Commission Nationale Informatique et Libertés).

Seules les données nécessaires à la recherche seront recueillies.

Si vous acceptez, vous aurez à tout moment le droit d'accéder aux données vous concernant. Toutes les données et informations vous concernant resteront strictement confidentielles. Celles-ci ne seront accessibles qu'aux personnes participant à cette recherche.

En l'absence d'une réponse négative de votre part par courrier recommandé, nous considérerons avoir votre accord pour l'utilisation de certaines données de votre dossier clinique à des fins scientifiques.

Paraphe de la personne

Paraphe de l'investigateur

PS : Investigateurs de l'étude

Professeur Saragaglia Dominique

Morin Vincent, Interne de chirurgie orthopédique et traumatologique

Clinique Universitaire de Chirurgie Orthopédique et de Traumatologie du Sport, CHU de Grenoble, Hôpital Sud, Avenue Kimberley, BP 338, 38434 Echirolles cedex, France, Téléphone 04 76 76 54 24

Professeur Perennou Dominic

Barbin Jessie, Interne en Médecine Physique et Réadaptation

Service de Médecine Physique et Réadaptation, CHU de Grenoble, Hôpital Sud, Avenue Kimberley, BP 338, 38434 Echirolles cedex, France

## *Annexe 6. Critères d'Ahlbäck modifiés*

Stade I

=> Pincement inférieur à 50%

Stade II

=> Pincement compris entre 50 et 100%

Stade III

=> Pincement de 100%

Stade IV

=> Usure du plateau tibial sans décoaptation latérale

Stade V

=> Usure osseuse avec décoaptation latérale

## *Annexe 7. Description des patients à l'inclusion*

Sexe	Age	IMC	OTV	Côté	EN	DM (m)	Stade arthrose	
F	49,9	33,2	OTV	G		10	illimité	2
F	58,9	30	OTV	G		6	0	1
F	38,1	32,7	OTV	G		7	10	3
F	51,8	37,3	OTV	G		8,5	0	2
F	56,8	35,8	OTV	G		7,9	0	3
F	53,2	33,2	OTV	G		1,8	0	3
F	54,4	40,1	OTV	D		3	0	3
F	50,8	35,4	OTV	D		5	0	2
F	53,4	37,5	OTV	D		3,5	0	3
Moyenne	51,9	35,5				5,8		2,4
Ecart type	5,6	3,1				2,6		0,7
M	60,8	24,7	OTV	G		5,5	500	2
M	58,9	25,4	OFV	G		5	3000	2
M	39,1	32,1	OTV	G		6,5	1000	1
M	64,8	29,4	OTV	G		7,5	0	2
M	51,7	34,3	OTV	G		6,5	illimité	2
M	49,4	37,2	OFV	G		3,5	50	2
M	54,4	28	OFV	G		7,5	500	2
M	51,9	24,9	DOUBLE OTV	G		2,5	0	2
M	42,7	23,8	DOUBLE OTV	G		1,5	0	2
M	49,7	25,4	DOUBLE OTV	G		4	900	3
M	54,9	33,9	OTV	D		5	900	2
M	46,9	22,6	DOUBLE OTV	D		4,5	illimité	2
M	51,9	25,9	OTV	D		10	illimité	2
M	48,0	28,9	DOUBLE OTV	D		6,5	0	3
M	65,6	37,2	DOUBLE OTV	D		6	0	2
Moyenne	52,7	28,8				5,5		2,1
Ecart type	7,5	4,9				2,1		0,5

IMC : indice de masse corporelle-Angle HKA : angle Hip-Knee-Ankle-EN : échelle numérique

**Annexe 8. LISTE DES PROFESSEURS ET DES MAITRES DE CONFERENCE  
UNIVERSITAIRES (en surligné)- PRATICIEN HOSPITALIER DE LA FACULTE DE  
MEDECINE DE GRENOBLE- Année 2014-2015**

<b>Nom</b>	<b>Prénom</b>	<b>Intitulé de la discipline universitaire</b>
<b>ALBALADEJO</b>	Pierre	<b>Anesthésiologie-Réanimation</b>
<b>APTEL</b>	Florent	<b>Ophthalmologie</b>
<b>ARVIEUX- BARTHELEMY</b>	Catherine	<b>Chirurgie générale</b>
<b>BALOSSO</b>	Jacques	<b>Radiothérapie</b>
<b>BARRET</b>	Luc	<b>Médecine légale et droit de la santé</b>
<b>BAUDAIN</b>	Philippe	<b>Radiologie et imagerie médicale</b>
<b>BENHAMOU</b>	Pierre Yves	<b>Endocrinologie, diabète et maladies métaboliques</b>
<b>BERGER</b>	François	<b>Biologie cellulaire</b>
<b>BETTEGA</b>	Georges	<b>Chirurgie maxillo-faciale, stomatologie</b>
<b>BIDART-COUTTON</b>	Marie	<b>Biologie cellulaire</b>
<b>BOISSET</b>	Sandrine	<b>Agents infectieux</b>
<b>BONAZ</b>	Bruno	<b>Gastroentérologie ; hépatologie ; addictologie</b>
<b>BONNETERRE</b>	Vincent	<b>Médecin et santé au travail</b>
<b>BOSSON</b>	Jean-Luc	<b>Biostatistiques, informatique médicale et technologies de communication</b>
<b>BOTTARI</b>	Serge	<b>Biologie cellulaire</b>
<b>BOUGEROL</b>	Thierry	<b>Psychiatrie d'adultes</b>
<b>BOUILLET</b>	Laurence	<b>Médecine interne</b>
<b>BOUZAT</b>	Pierre	<b>Anesthésiologie</b>
<b>BRAMBILLA</b>	Christian	<b>Pneumologie</b>
<b>BRAMBILLA</b>	Elisabeth	<b>Anatomie et cytologie pathologiques</b>

<b>BRENIER-PINCHART</b>	Marie Pierre	<b>Parasitologie et mycologie</b>
<b>BRICAULT</b>	Ivan	<b>Radiologie et imagerie médicale</b>
<b>BRICHON</b>	Pierre-Yves	<b>Chirurgie thoracique et cardio-vasculaire</b>
<b>BRIOT</b>	Raphaël	<b>Thérapeutique, médecine d'urgence</b>
<b>CAHN</b>	Jean-Yves	<b>Hématologie</b>
<b>CALLANAN-WILSON</b>	Mary	<b>Hématologie, transfusion</b>
<b>CARPENTIER</b>	Françoise	<b>Thérapeutique ; médecine d'urgence</b>
<b>CARPENTIER</b>	Patrick	<b>Chirurgie vasculaire ; médecine vasculaire</b>
<b>CESBRON</b>	Jean-Yves	<b>Immunologie</b>
<b>CHABARDES</b>	Stephan	<b>Neurochirurgie</b>
<b>CHABRE</b>	Olivier	<b>Endocrinologie, diabète et maladies métaboliques</b>
<b>CHAFFANJON</b>	Philippe	<b>Anatomie</b>
<b>CHAVANON</b>	Olivier	<b>Chirurgie thoracique et cardio-vasculaire</b>
<b>CHIQUET</b>	Christophe	<b>Ophtalmologie</b>
<b>CINQUIN</b>	Philippe	<b>Biostatistiques, informatique médicale et technologies de communication</b>
<b>COHEN</b>	Olivier	<b>Biostatistiques, informatique médicale et technologies de communication</b>
<b>COUTURIER</b>	Pascal	<b>Gériatrie et biologie du vieillissement</b>
<b>CRACOWSKI</b>	Jean-Luc	<b>Pharmacologie fondamentale ; pharmacologie clinique</b>
<b>DE GAUDEMARIS</b>	Régis	<b>Médecine et santé au travail</b>
<b>DEBILLON</b>	Thierry	<b>Pédiatrie</b>
<b>DECAENS</b>	Thomas	<b>Gastroentérologie ; hépatologie</b>



<b>DEMATTEIS</b>	Maurice	<b>Addictologie</b>
<b>DEMONGEOT</b>	Jacques	<b>Biostatistiques, informatique médicale et technologies de communication</b>
<b>DERANSART</b>	Colin	<b>Physiologie</b>
<b>DESCOTES</b>	Jean-Luc	<b>Urologie</b>
<b>DETANTE</b>	Olivier	<b>Neurologie</b>
<b>DIETERICH</b>	Klaus	<b>Génétique et procréation</b>
<b>DOUTRELEAU</b>	Stéphane	<b>Physiologie</b>
<b>DUMESTRE-PERARD</b>	Chantal	<b>Immunologie</b>
<b>EPAULARD</b>	Olivier	<b>Maladies Infectieuses et Tropicales</b>
<b>ESTEVE</b>	François	<b>Biophysique et médecine nucléaire</b>
<b>EYSSERIC</b>	Hélène	<b>Médecine légale et droit de la santé</b>
<b>FAGRET</b>	Daniel	<b>Biophysique et médecine nucléaire</b>
<b>FAUCHERON</b>	Jean-Luc	<b>Chirurgie générale</b>
<b>FAURE</b>	Julien	<b>Biochimie et biologie moléculaire</b>
<b>FERRETTI</b>	Gilbert	<b>Radiologie et imagerie médicale</b>
<b>FEUERSTEIN</b>	Claude	<b>Physiologie</b>
<b>FONTAINE</b>	Eric	<b>Nutrition</b>
<b>FRANCOIS</b>	Patrice	<b>Epidémiologie, économie de la santé et prévention</b>
<b>GARBAN</b>	Frédéric	<b>Hématologie ; Transfusion</b>
<b>GAUDIN</b>	Philippe	<b>Rhumatologie</b>
<b>GAVAZZI</b>	Gaetan	<b>Gériatrie et biologie du vieillissement</b>
<b>GAY</b>	Emmanuel	<b>Neurochirurgie</b>
<b>GILLOIS</b>	Pierre	<b>Biostatistiques, informatique médicale et technologies de communication</b>
<b>GODFRAIND</b>	Catherine	<b>Anatomie et cytologie pathologiques</b>

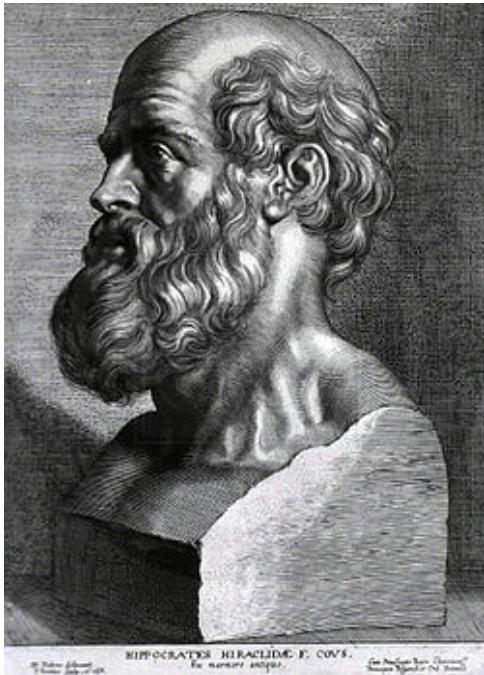
		(type clinique)
<b>GRAND</b>	Sylvie	<b>Radiologie et imagerie médicale</b>
<b>GRIFFET</b>	Jacques	<b>Chirurgie infantile</b>
<b>GUZUN</b>	Rita	<b>Endocrinologie, diabétologie, nutrition, éducation thérapeutique</b>
<b>HALIMI</b>	Serge	<b>Nutrition</b>
<b>HENNEBICQ</b>	Sylviane	<b>Génétique et procréation</b>
<b>HOFFMANN</b>	Pascale	<b>Gynécologie obstétrique</b>
<b>HOMMEL</b>	Marc	<b>Neurologie</b>
<b>JOUK</b>	Pierre-Simon	<b>Génétique</b>
<b>JUVIN</b>	Robert	<b>Rhumatologie</b>
<b>KAHANE</b>	Philippe	<b>Physiologie</b>
<b>KRACK</b>	Paul	<b>Neurologie</b>
<b>KRAINIK</b>	Alexandre	<b>Radiologie et imagerie médicale</b>
<b>LABARERE</b>	José	<b>Epidemiologie ; Eco. de la santé</b>
<b>LANTUEJOUL</b>	Sylvie	<b>Anatomie et cytologie pathologiques</b>
<b>LAPORTE</b>	François	<b>Biochimie et biologie moléculaire</b>
<b>LARDY</b>	Bernard	<b>Biochimie et biologie moléculaire</b>
<b>LARRAT</b>	Sylvie	<b>Bactériologie, virologie</b>
<b>LAUNOIS-ROLLINAT</b>	Sandrine	<b>Physiologie</b>
<b>LECCIA</b>	Marie-Thérèse	<b>Dermato-vénéréologie</b>
<b>LEROUX</b>	Dominique	<b>Génétique</b>
<b>LEROY</b>	Vincent	<b>Gastroentérologie ; hépatologie ; addictologie</b>
<b>LETOUBLON</b>	Christian	<b>Chirurgie générale</b>
<b>LEVY</b>	Patrick	<b>Physiologie</b>

<b>LONG</b>	Jean-Alexandre	<b>Urologie</b>
<b>MACHECOURT</b>	Jacques	<b>Cardiologie</b>
<b>MAGNE</b>	Jean-Luc	<b>Chirurgie vasculaire</b>
<b>MAIGNAN</b>	Maxime	<b>Thérapeutique, médecine d'urgence</b>
<b>MAITRE</b>	Anne	<b>Médecine et santé eu travail</b>
<b>MALLARET</b>	Marie-Reine	<b>Epidémiologie, économie de la santé, prévention</b>
<b>MARLU</b>	Raphaël	<b>Hématologie, transfusion</b>
<b>MAUBON</b>	Danièle	<b>Parasitologie et mycologie</b>
<b>MAURIN</b>	Max	<b>Bactériologie-virologie</b>
<b>MCLEER</b>	Anne	<b>Cytologie et histologie</b>
<b>MERLOZ</b>	Philippe	<b>Chirurgie orthopédique et traumatologique</b>
<b>MORAND</b>	Patrice	<b>Bactériologie-virologie</b>
<b>MOREAU-GAUDRY</b>	Alexandre	<b>Biostatistiques, informatique médicale et technologies de communication</b>
<b>MORO</b>	Elena	<b>Neurologie</b>
<b>MORO-SIBILOT</b>	Denis	<b>Pneumologie</b>
<b>MOUCHET</b>	Patrick	<b>Physiologie</b>
<b>MOUSSEAU</b>	Mireille	<b>Cancérologie</b>
<b>MOUTET</b>	François	<b>Chirurgie plastique, reconstructrice et esthétique ; brûlogie</b>
<b>PACLET</b>	Marie-Hélène	<b>Biochimie et biologie moléculaire</b>
<b>PALOMBI</b>	Olivier	<b>Anatomie</b>
<b>PARK</b>	Sophie	<b>Hémato - transfusion</b>
<b>PASSAGIA</b>	Jean-Guy	<b>Anatomie</b>
<b>PAYEN DE LA</b>	Jean-François	<b>Anesthésiologie-réanimation</b>

<b>GARANDERIE</b>		
<b>PAYSANT</b>	François	<b>Médecine légale et droit de la santé</b>
<b>PELLETIER</b>	Laurent	<b>Biologie cellulaire</b>
<b>PELLOUX</b>	Hervé	<b>Parasitologie et mycologie</b>
<b>PEPIN</b>	Jean-Louis	<b>Physiologie</b>
<b>PERENNOU</b>	Dominique	<b>Médecine physique et réadaptation</b>
<b>PERNOD</b>	Gilles	<b>Médecine vasculaire</b>
<b>PIOLAT</b>	Christian	<b>Chirurgie infantile</b>
<b>PISON</b>	Christophe	<b>Pneumologie</b>
<b>PLANTAZ</b>	Dominique	<b>Pédiatrie</b>
<b>POLACK</b>	Benoît	<b>Hématologie</b>
<b>POLOSAN</b>	Mircea	<b>Psychiatrie d'adultes</b>
<b>PONS</b>	Jean-Claude	<b>Gynécologie-obstétrique</b>
<b>RAMBEAUD</b>	Jean-Jacques	<b>Urologie</b>
<b>RAY</b>	Pierre	<b>Génétique</b>
<b>REYT</b>	Emile	<b>Oto-rhino-laryngologie</b>
<b>RIALLE</b>	Vincent	<b>Biostatistiques, informatique médicale et technologies de communication</b>
<b>RIGHINI</b>	Christian	<b>Oto-rhino-laryngologie</b>
<b>ROMANET</b>	Jean-Paul	<b>Ophthalmologie</b>
<b>ROUSTIT</b>	Mathieu	<b>Pharmacologie fondamentale, pharmacologie clinique, addictologie</b>
<b>ROUX-BUISSON</b>	Nathalie	<b>Biochimie, toxicologie et pharmacologie</b>
<b>SARAGAGLIA</b>	Dominique	<b>Chirurgie orthopédique et traumatologie</b>
<b>SATRE</b>	Véronique	<b>Génétique</b>
<b>SAUDOU</b>	Frédéric	<b>Biologie cellulaire</b>

<b>SCHMERBER</b>	Sébastien	<b>Oto-rhino-laryngologie</b>
<b>SCHWEBEL-CANALI</b>	Carole	<b>Réanimation médicale</b>
<b>SCOLAN</b>	Virginie	<b>Médecine légale et droit de la santé</b>
<b>SEIGNEURIN</b>	Arnaud	<b>Epidémiologie, économie de la santé et prévention</b>
<b>STAHL</b>	Jean-Paul	<b>Maladies infectieuses ; maladies tropicales</b>
<b>STANKE</b>	Françoise	<b>Pharmacologie fondamentale</b>
<b>STASIA</b>	Marie-José	<b>Biochimie et biologie moléculaire</b>
<b>TAMISIER</b>	Renaud	<b>Physiologie</b>
<b>TONETTI</b>	Jérôme	<b>Chirurgie orthopédique et traumatologie</b>
<b>TOUSSAINT</b>	Bertrand	<b>Biochimie et biologie moléculaire</b>
<b>VANZETTO</b>	Gérald	<b>Cardiologie</b>
<b>VUILLEZ</b>	Jean-Philippe	<b>Biophysique et médecine nucléaire</b>
<b>WEIL</b>	Georges	<b>Epidémiologie, économie de la santé et prévention</b>
<b>ZAOUI</b>	Philippe	<b>Néphrologie</b>
<b>ZARSKI</b>	Jean-Pierre	<b>Gastroentérologie ; hépatologie ; addictologie</b>

## *Annexe 9. Serment d'Hippocrate*



*En présence des Maîtres de cette Faculté, de mes chers condisciples et devant l'effigie d'HIPPOCRATE,*

*Je promets et je jure d'être fidèle aux lois de l'honneur et de la probité dans l'exercice de la Médecine.*

*Je donnerai mes soins gratuitement à l'indigent et n'exigerai jamais un salaire au-dessus de mon travail. Je ne participerai à aucun partage clandestin d'honoraires.*

*Admis dans l'intimité des maisons, mes yeux n'y verront pas ce qui s'y passe ; ma langue taira les secrets qui me seront confiés et mon état ne servira pas à corrompre les mœurs, ni à favoriser le crime.*

*Je ne permettrai pas que des considérations de religion, de nation, de race, de parti ou de classe sociale viennent s'interposer entre mon devoir et mon patient.*

*Je garderai le respect absolu de la vie humaine.*

*Même sous la menace, je n'admettrai pas de faire usage de mes connaissances médicales contre les lois de l'humanité.*

*Respectueux et reconnaissant envers mes Maîtres, je rendrai à leurs enfants l'instruction que j'ai reçue de leurs pères.*

*Que les hommes m'accordent leur estime si je suis fidèle à mes promesses.*

*Que je sois couvert d'opprobre et méprisé de mes confrères si j'y manque.*