



**HAL**  
open science

**Quantification des modifications de la marche, après arthrorise sous talienne par mise en place d'un implant „PitStop“ dans le sinus du tarse chez des enfants porteurs d'un pied plat valgus idiopathique : étude préliminaire**

Camille Rabhi

► **To cite this version:**

Camille Rabhi. Quantification des modifications de la marche, après arthrorise sous talienne par mise en place d'un implant „PitStop“ dans le sinus du tarse chez des enfants porteurs d'un pied plat valgus idiopathique : étude préliminaire. Médecine humaine et pathologie. 2021. dumas-03350446

**HAL Id: dumas-03350446**

**<https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-03350446>**

Submitted on 21 Sep 2021

**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.

La propriété intellectuelle du document reste entièrement celle du ou des auteurs. Les utilisateurs doivent respecter le droit d'auteur selon la législation en vigueur, et sont soumis aux règles habituelles du bon usage, comme pour les publications sur papier : respect des travaux originaux, citation, interdiction du pillage intellectuel, etc.

Il est mis à disposition de toute personne intéressée par l'intermédiaire de [l'archive ouverte DUMAS](#) (Dépôt Universitaire de Mémoires Après Soutenance).

Si vous désirez contacter son ou ses auteurs, nous vous invitons à consulter la page de DUMAS présentant le document. Si l'auteur l'a autorisé, son adresse mail apparaîtra lorsque vous cliquerez sur le bouton « Détails » (à droite du nom).

Dans le cas contraire, vous pouvez consulter en ligne les annuaires de l'ordre des médecins, des pharmaciens et des sages-femmes.

Contact à la Bibliothèque universitaire de Médecine Pharmacie de Grenoble :

[bump-theses@univ-grenoble-alpes.fr](mailto:bump-theses@univ-grenoble-alpes.fr)

Année : 2021

**QUANTIFICATION DES MODIFICATIONS DE LA MARCHÉ, APRÈS  
ARTHRORISE SOUS TALIENNE PAR MISE EN PLACE D'UN IMPLANT „PitStop“  
DANS LE SINUS DU TARSE CHEZ DES ENFANTS PORTEURS D'UN PIED PLAT  
VALGUS IDIOPATHIQUE  
ÉTUDE PRÉLIMINAIRE**

THÈSE  
POUR LE DIPLÔME D'ÉTAT DE DOCTEUR EN MÉDECINE  
SPÉCIALITÉ : CHIRURGIE PÉDIATRIQUE, OPTION ORTHOPÉDIE INFANTILE

Par Mme Camille RABHI

*[Données à caractère personnel]*

THÈSE SOUTENUE PUBLIQUEMENT À LA FACULTÉ DE MÉDECINE DE  
GRENOBLE

Le 17/09/2021

DEVANT LE JURY COMPOSÉ DE :

Président du jury :

M. le Professeur Jacques GRIFFET

Membres :

M. le Professeur Aurélien COURVOISIER (directeur de thèse)

Mme le Docteur Émeline BOURGEOIS

M. le Docteur Ahmad EID

*L'UFR 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.*

Doyen de la Faculté : Pr. Patrice MORAND

Année 2020-2021

**ENSEIGNANTS DE L'UFR DE MEDECINE**

CORPS	NOM-PRENUM	Discipline universitaire
PU-PH	ALBALADEJO Pierre	Anesthésiologie-réanimation et médecine péri-opératoire
PU-PH	APTEL Florent	Ophtalmologie
PU-PH	ARVIEUX-BARTHELEMY Catherine	Chirurgie viscérale et digestive
PU-PH	BAILLET Athan	Rhumatologie
PU-PH	BARONE-ROCHETTE Gilles	Cardiologie
PU-PH	BAYAT Sam	Physiologie
MCF Ass.MG	BENDAMENE Farouk	Médecine Générale
PU-PH	BENHAMOU Pierre-Yves	Endocrinologie, diabète et maladies métaboliques
PU-PH	BERGER François	Biologie cellulaire
MCU-PH	BIDART-COUTTON Marie	Biologie cellulaire
PU-PH	BLAISE Sophie	Chirurgie vasculaire ; médecine vasculaire
PR Ass. Méd.	BOILLOT Bernard	
MCU-PH	BOISSET Sandrine	Bactériologie-virologie ; Hygiène hospitalière
PU-PH	BONAZ Bruno	Gastroentérologie ; hépatologie ; addictologie
PU-PH	BONNETERRE Vincent	Médecine et santé au travail
PU-PH	BOREL Anne-Laure	Nutrition
PU-PH	BOSSON Jean-Luc	Biostatistiques, informatique médicale et technologies de communication
MCU-PH	BOTTARI Serge	Biologie cellulaire
PR Ass.MG	BOUCHAUD Jacques	Médecine Générale
PU-PH	BOUGEROL Thierry	Psychiatrie d'adultes
PU-PH	BOUILLET Laurence	Médecine interne ; gériatrie et biologie du vieillissement ; addictologie
MCU-PH	BOUSSAT Bastien	Epidémiologie, économie de la santé et prévention
PU-PH	BOUZAT Pierre	Anesthésiologie-réanimation et médecine péri-opératoire
PU-PH émérite	BRAMBILLA Christian	Pneumologie
PU-PH émérite	BRAMBILLA Elisabeth	Anatomie et cytologie pathologiques
MCU-PH	BRENIER-PINCHART Marie Pierre	Parasitologie et mycologie
PU-PH	BRICAULT Ivan	Radiologie et imagerie médicale
PU-PH	BRICHON Pierre-Yves	Chirurgie thoracique et cardiovasculaire
MCU-PH	BRIOT Raphaël	Thérapeutique-médecine de la douleur ; Addictologie
PU-PH émérite	CAHN Jean-Yves	Hématologie
PU-PH émérite	CARPENTIER Patrick	Chirurgie vasculaire, médecine vasculaire
PR Ass.MG	CARRILLO Yannick	Médecine Générale
PU-PH	CESBRON Jean-Yves	Immunologie
PU-PH	CHABARDES Stephan	Neurochirurgie
PU-PH	CHABRE Olivier	Endocrinologie, diabète et maladies métaboliques
PU-PH	CHAFFANJON Philippe	Anatomie
MCF Ass.MG	CHAMBOREDON Benoît	Médecine Générale
PU-PH	CHARLES Julie	Dermato-vénérologie
MCF Ass.MG	CHAUVET Marion	Médecine Générale
PU-PH	CHAVANON Olivier	Chirurgie thoracique et cardiovasculaire



CORPS	NOM-PRENOM	Discipline universitaire
PU-PH	CHIQUET Christophe	Ophthalmologie
PU-PH	CHIRICA Mircea	Chirurgie viscérale et digestive
PU-PH	CINQUIN Philippe	Biostatistiques, informatique médicale et technologies de communication
MCU-PH	CLAVARINO Giovanna	Immunologie
PU-PH	COHEN Olivier	Histologie, embryologie et cytogénétique
PU-PH	COURVOISIER Aurélien	Chirurgie infantile
PU-PH	COUTTON Charles	Génétique
PU-PH	COUTURIER Pascal	Médecine interne ; gériatrie et biologie du vieillissement ; addictologie
PU-PH	CRACOWSKI Jean-Luc	Pharmacologie fondamentale ; pharmacologie clinique ; addictologie
PU-PH	DEBATY Guillaume	Médecine d'Urgence
PU-PH	DEBILLON Thierry	Pédiatrie
PU-PH	DECAENS Thomas	Gastroentérologie ; hépatologie ; addictologie
PR Ass. Méd.	DEFAYE Pascal	Cardiologie
PU-PH	DEGANO Bruno	Pneumologie ; addictologie
PU-PH	DEMATTEIS Maurice	Pharmacologie fondamentale ; pharmacologie clinique ; addictologie
PU-PH émérite	DEMONGEOT Jacques	Biostatistiques, informatique médicale et technologies de communication
MCU-PH	DERANSART Colin	Physiologie
PU-PH	DESCOTES Jean-Luc	Urologie
PU-PH	DETANTE Olivier	Neurologie
MCU-PH	DIETERICH Klaus	Génétique
MCU-PH	DOUTRELEAU Stéphane	Physiologie
MCU-PH	DUMESTRE-PERARD Chantal	Immunologie
PU-PH	EPAULARD Olivier	Maladies infectieuses ; Maladies tropicales
PU-PH	ESTEVE François	Biophysique et médecine nucléaire
MCU-PH	EYSSERIC Hélène	Médecine légale et droit de la santé
PU-PH	FAUCHERON Jean-Luc	Chirurgie viscérale et digestive
MCU-PH	FAURE Julien	Biochimie et biologie moléculaire
PU-PH	FERRETTI Gilbert	Radiologie et imagerie médicale
PU-PH	FEUERSTEIN Claude	Physiologie
PU-PH	FONTAINE Éric	Nutrition
PU-PH	FRANCOIS Patrice	Epidémiologie, économie de la santé et prévention
MCU-MG	GABOREAU Yoann	Médecine Générale
PU-PH	GARBAN Frédéric	Hématologie ; Transfusion
PU-PH	GAUDIN Philippe	Rhumatologie
PU-PH	GAVAZZI Gaétan	Médecine interne ; gériatrie et biologie du vieillissement ; addictologie
PU-PH	GAY Emmanuel	Neurochirurgie
MCU-PH	GILLOIS Pierre	Biostatistiques, informatique médicale et technologies de communication
PU-PH	GIOT Jean-Philippe	Chirurgie plastique, reconstructrice et esthétique ; Brûlologie
MCU-PH	GRAND Sylvie	Radiologie et imagerie médicale
PU-PH émérite	GRIFFET Jacques	Chirurgie infantile
MCU-PH	GUZUN Rita	Nutrition
PU-PH	HAINAUT Pierre	Biochimie et biologie moléculaire
PU-PH émérite	HALIMI Serge	Nutrition
PU-PH	HENNEBICQ Sylviane	Biologie et médecine du développement et de la reproduction ; gynécologie médicale
PU-PH	HOFFMANN Pascale	Gynécologie-obstétrique ; gynécologie médicale
PU-PH émérite	HOMMEL Marc	Neurologie
PU-MG	IMBERT Patrick	Médecine Générale

CORPS	NOM-PRENOM	Discipline universitaire
PU-PH émérite	JOUK Pierre-Simon	Génétique
PU-PH	KAHANE Philippe	Physiologie
MCU-PH	KASTLER Adrien	Radiologie et imagerie médicale
PU-PH	KRAINIK Alexandre	Radiologie et imagerie médicale
PU-PH	LABARERE José	Epidémiologie, économie de la santé et prévention
MCU-PH	LABLANCHE Sandrine	Endocrinologie, diabète et maladies métaboliques
MCU-PH	LANDELLE Caroline	Bactériologie – virologie ; Hygiène hospitalière
PU-PH	LANTUEJOL Sylvie	Anatomie et cytologie pathologiques
PR Ass. Méd.	LARAMAS Mathieu	Cancérologie ; radiothérapie
MCU-PH	LARDY Bernard	Biochimie et biologie moléculaire
MCU - PH	LE GOUELLEC LE PISSART Audrey	Biochimie et biologie moléculaire
PU-PH	LECCIA Marie-Thérèse	Dermato-vénérologie
MCF Ass.MG	LEDOUX Jean-Nicolas	Médecine Générale
PU-PH émérite	LETOUBLON Christian	Chirurgie viscérale et digestive
PU-PH	LEVY Patrick	Physiologie
PU-PH	LONG Jean-Alexandre	Urologie
MCU-PH	LUPO Julien	Bactériologie-virologie ; Hygiène hospitalière
PU-PH	MAIGNAN Maxime	Médecine d'urgence
PU-PH	MAITRE Anne	Médecine et santé au travail
MCU-PH	MALLARET Marie-Reine	Bactériologie – virologie ; Hygiène hospitalière
MCU-PH	MARLU Raphaël	Hématologie ; Transfusion
PR Ass. Méd.	MATHIEU Nicolas	Gastroentérologie ; hépatologie ; addictologie
MCU-PH	MAUBON Danièle	Parasitologie et mycologie
PU-PH	MAURIN Max	Bactériologie-virologie ; Hygiène hospitalière
MCU-PH	MC LEER Anne	Histologie, embryologie et cytogénétique
MCU-PH	MONDET Julie	Histologie, embryologie et cytogénétique
PU-PH	MORAND Patrice	Bactériologie-virologie ; Hygiène hospitalière
PU-PH	MOREAU-GAUDRY Alexandre	Biostatistiques, informatique médicale et technologies de communication
PU-PH	MORO Elena	Neurologie
PU-PH	MORO-SIBILOT Denis	Pneumologie ; addictologie
MCU-PH	MORTAMET Guillaume	Pédiatrie
PU-PH	MOUSSEAU Mireille	Cancérologie ; radiothérapie
PU-PH émérite	MOUTET François	Chirurgie plastique, reconstructrice et esthétique ; brûlologie
MCF Ass.MG	ODDOU Christel	Médecine Générale
PR Ass. Méd.	ORMEZANO Olivier	Cardiologie
MCU-PH	PACLET Marie-Hélène	Biochimie et biologie moléculaire
PU-PH	PAILHE Régis	Chirurgie orthopédique et traumatologie
PU-PH	PALOMBI Olivier	Anatomie
PU-PH	PARK Sophie	Hématologie ; Transfusion
PU-PH	PASSAGGIA Jean-Guy	Anatomie
PR Ass.MG	PAUMIER-DESBRIERES Françoise	Médecine Générale
PU-PH	PAYEN DE LA GARANDERIE Jean-François	Anesthésiologie-réanimation et médecine péri-opératoire
MCU-PH	PAYSANT François	Médecine légale et droit de la santé
MCU-PH	PELLETIER Laurent	Biologie cellulaire
PU-PH	PELLOUX Hervé	Parasitologie et mycologie
PU-PH	PEPIN Jean-Louis	Physiologie
PU-PH	PERENNOU Dominique	Médecine physique et de réadaptation

CORPS	NOM-PRENOM	Discipline universitaire
PU-PH	PERNOD Gilles	Chirurgie vasculaire ; Médecine vasculaire
PU-PH	PIOLAT Christian	Chirurgie infantile
PU-PH	PISON Christophe	Pneumologie ; Addictologie
PU-PH	PLANTAZ Dominique	Pédiatrie
PU-PH	POIGNARD Pascal	Bactériologie-virologie ; Hygiène hospitalière
PU-PH	POLACK Benoît	Hématologie ; Transfusion
PU-PH	POLOSAN Mircea	Psychiatrie d'adultes ; Addictologie
PU-PH	RAMBEAUD Jean-Jacques	Urologie
PU-PH	RAY Pierre	Biologie et médecine du développement et de la reproduction ; gynécologie médicale
PR Ass. Méd.	RECHE Fabian	Chirurgie viscérale et digestive
MCU-PH	RENDU John	Biochimie et biologie moléculaire
MCU-PH émérite	RIALLE Vincent	Biostatistiques, informatique médicale et technologies de communication
PU-PH	RIETHMULLER Didier	Gynécologie-obstétrique ; gynécologie médicale
PU-PH	RIGHINI Christian	Oto-rhino-laryngologie
PU-PH émérite	ROMANET Jean Paul	Ophtalmologie
PU-PH	ROSTAING Lionel	Néphrologie
PU-PH	ROUSTIT Matthieu	Pharmacologie fondamentale ; pharmacologie clinique ; addictologie
MCU-PH	ROUX-BUISSON Nathalie	Biochimie et biologie moléculaire
PR Ass.MG	ROYER DE VERICOURT Guillaume	Médecine Générale
PU-PH émérite	SARAGAGLIA Dominique	Chirurgie orthopédique et traumatologie
MCU-PH	SATRE Véronique	Génétique
PU-PH	SAUDOU Frédéric	Biologie cellulaire
PU-PH	SCHMERBER Sébastien	Oto-rhino-laryngologie
PU-PH	SCHWEBEL Carole	Médecine intensive-réanimation
PU-PH	SCOLAN Virginie	Médecine légale et droit de la santé
MCU-PH	SEIGNEURIN Arnaud	Epidémiologie, économie de la santé et prévention
PU-PH émérite	STAHL Jean-Paul	Maladies infectieuses ; Maladies tropicales
PU-PH	STANKE Françoise	Pharmacologie fondamentale ; pharmacologie clinique ; addictologie
MCU-PH	STASIA Marie-José	Biochimie et biologie moléculaire
PU-PH	STURM Nathalie	Anatomie et cytologie pathologiques
PU-PH	TAMISIER Renaud	Physiologie
PU-PH	TERZI Nicolas	Médecine intensive-réanimation
PU-PH	THEVENON Julien	Génétique
MCU-PH	TOFFART Anne-Claire	Pneumologie ; Addictologie
PU-PH	TONETTI Jérôme	Chirurgie orthopédique et traumatologie
PU-PH	TOUSSAINT Bertrand	Biochimie et biologie moléculaire
PU-PH	VALMARY-DEGANO Séverine	Anatomie et cytologie pathologiques
PU-PH	VANZETTO Gérard	Cardiologie
PU-PH	VUILLEZ Jean-Philippe	Biophysique et médecine nucléaire
PU-PH	WEIL Georges	Epidémiologie, économie de la santé et prévention
PU-PH	ZAOUI Philippe	Néphrologie
PU-PH émérite	ZARSKI Jean-Pierre	Gastroentérologie ; hépatologie ; addictologie

PU-PH : Professeur des Universités - Praticiens Hospitaliers  
 MCU-PH : Maître de Conférences des Universités - Praticiens Hospitaliers  
 PU-MG : Professeur des Universités de Médecine Générale  
 MCU-MG : Maître de Conférences des Universités de Médecine Générale  
 PR Ass. Méd. : Professeur des Universités Associé de Médecine  
 PR Ass.MG : Professeur des Universités Associé de Médecine Générale  
 MCF Ass.MG : Maître de Conférences Associé de Médecine Générale

## TABLE DES MATIÈRES

I.	<b>INTRODUCTION</b> .....	12
II.	<b>MATÉRIELS &amp; MÉTHODES</b> .....	18
	1. Description de l'étude .....	18
	2. Population étudiée .....	18
	3. Données recueillies .....	19
	a. Examen clinique .....	19
	b. Examen radiographique .....	19
	c. Analyse quantifiée de la marche .....	19
	4. Critères de jugement .....	21
	5. Technique opératoire .....	22
III.	<b>RÉSULTATS</b> .....	24
	1. Patient 1 .....	24
	a. COP .....	24
	b. Angles .....	25
	i. Chevilles .....	25
	ii. Genoux .....	28
	c. Puissance .....	31
	2. Tableaux récapitulatifs .....	33
	a – g. Patient 2 – 8 .....	33 - 43
IV.	<b>DISCUSSION</b> .....	44
V.	<b>CONCLUSION</b> .....	49
VI.	<b>BIBLIOGRAPHIE</b> .....	50
VII.	<b>ANNEXES</b> .....	55
	1 – 7. Patient 2 – 8 .....	55 – 63
VIII.	<b>RÉSUMÉS</b> .....	64 – 65

## REMERCIEMENTS

**À mon président du jury, Pr Jacques Griffet,** *merci pour votre disponibilité, vos conseils et votre accompagnement pendant ce début d'internat.*

**À mon directeur de thèse, Pr Aurélien Courvoisier,** *merci pour ton aide et ta disponibilité pendant l'élaboration de cette thèse.*

**À mes juges,** *merci d'avoir accepté de faire partie de mon jury,*

**Au Dr Émeline Bourgeois,** *merci pour tout, tout simplement, tes attentions, tes histoires, ta bonne humeur, ton enseignement. Travailler à tes côtés est un vrai bonheur au quotidien.*

**Au Dr Ahmad Eid,** *merci pour votre sagesse, c'est un honneur pour moi d'apprendre à vos côtés.*

**À l'ensemble des équipes médicales et paramédicales** *qui m'ont accueillies, soutenues et accompagnées pendant cet internat.*

**Plus particulièrement au service de chirurgie pédiatrique,** *qui m'a accueillie pendant ma première année d'internat en tant que bébé interne, du service d'hospitalisation, aux consultations, au bloc ou au secrétariat, c'est grâce à vous et à votre soutien que je suis devenue celle que je suis aujourd'hui.*

**Au service des urgences pédiatriques,** *avec qui j'ai passé de nombreuses nuits, merci aux internes et aux urgentistes pour votre aide sur des gardes d'hiver compliquées.*

**Au Dr Nicolas Bremond, à Nicoco,** *merci pour tes blagues et ton air nonchalant, même en écrivant mes remerciements je lève les yeux au ciel ...*

**Au Dr Lilia Brahim,** *au début cointerne puis assistante, merci pour ton aide sur mon début d'internat.*

**Au Dr Benoît Orfeuvre, au docteur Borf,** *je ne l'avouerai jamais devant toi (vous pardon) mais je n'aurais pas rêvé d'un meilleur assistant (roux) pour ma première année d'internat.*

**À Mr Olivier Daniel,** *merci pour tes réponses et ton aide pour comprendre un peu mieux l'analyse de la marche.*

**À mes 6 mois du côté obscur en chirurgie viscérale pédiatrique,**

**Au Dr Yohann Robert et au Dr Pierre-Yves Rabattu, Yo et Piwai,** *je ne sais même pas par où commencer ... merci pour ce « non-harcèlement » permanent, merci pour vos soirées*

*mémorables du GESKI aux soirées HCE, merci pour votre aide, conseils et discussions dans votre bureau enfumé.*

**Au Dr Romain Faguet**, *merci pour ta bonne humeur au quotidien et encore merci à Virginie et à toi de m'avoir invitée à votre mariage annécien.*

**Au Dr Soizic Antoine**, *je te remercie pour ta gentillesse, c'est vraiment un plaisir de travailler avec toi.*

**Au Dr Youssef Teklali**, *merci pour ton sens de la rigueur et ton apprentissage.*

**Au Dr Catherine Jacquier**, *merci pour votre expérience et vos conseils.*

**Au Dr Samir Sibaï**, *merci pour votre patience.*

**Au Pr Christian Piolat**, *merci pour votre bienveillance, votre disponibilité et votre apprentissage.*

**Aux anesthésistes de l'HCE**, *merci pour votre patience et votre accompagnement.*

**Au service d'orthopédie d'Annecy**, *merci de m'avoir fait découvrir le monde adulte, même si un invité « surprise » nous a tous confiné, ce fut un stage très enrichissant.*

**Au service de chirurgie de la main, Dr Corcella, Dr Forli, Dr Delord et Dr Marie, et toute l'équipe paramédicale du bloc et des pansements**, *je vous remercie de m'avoir fait découvrir la chirurgie du membre supérieur, cela m'a permis de confirmer mon attrait pour cette surspécialité.*

**Au Dr Isabelle James**, *merci de m'avoir permis de réaliser un stage dans votre service, c'est un enrichissement quotidien, merci pour votre gentillesse, vos conseils, votre disponibilité et votre apprentissage.*

**À mes cointernes de chirurgie pédiatrique, Pierre-Loulou**, *mon tout premier cointerne de spé', merci pour tes blagues de très bons goûts, sans tes réponses, je n'aurais pas choisi Grenoble. Lila*, *bébé interne quand on s'est rencontrées mais déjà très débrouillarde, merci pour ce semestre d'hiver en orthopédie pédiatrique.*

**À tous mes autres cointernes, Benoit**, *merci Gaulin de m'avoir autant aidée et soutenue pendant ce 1<sup>er</sup> semestre et d'avoir répandu le surnom Crabhi, avec Quentin et Adrien vous formiez un beau trio infernal, vous m'avez bien préparée à l'ambiance chirurgie et Mahmoud merci pour ta bonne humeur et ton sens de l'orientation ; Micha, Thibault, Valentin et Maxime ; Nathan, Thibault et Laura (petit bonus pour la découverte des terrasses de Lyon*

*et les aller-retours au DU de micro') ; Guillaume, François et Thibaud ; merci à tous pour les fous rires et les galères pendant ces différents semestres.*

**À l'équipe annécienne, Sarah, Thomas, Apolline, Sarah, Duncan, Lucas, Claire, François,** *merci d'avoir rendu ce confinement beaucoup plus agréable et pour les apéros butte.*

**À ma famille et mes amis,**

**À ma mère,** *mon modèle depuis toujours, merci pour ton soutien sans faille. On en aura passé des épreuves mais si j'en suis arrivée là, c'est bien grâce à toi. Plus que l'univers.*

**À ma (petite) sœur, à ma grosse tête, Clem,** *j'ai demandé une petite sœur et je me suis retrouvée avec toi et franchement, je n'aurai pas pu demander mieux. Merci pour tout.*

**À mes oncles, tantes, à Soso et à mes cousins-cousines, en particulier, à Mickaël,** *qui a sauvé cette thèse avec son aide et l'élaboration de ces courbes, merci pour ta patience et tous les tutoriels.*

**À mes grands-parents, mémé Marie et pépé Pierrot,** *je sais que vous êtes fiers de moi de là-haut même si j'aurais aimé que vous soyez présents avec nous aujourd'hui.*

**Au club des 5, Liçou, Jen et Antho (+ Lola et Alice, notre filleule),** *quelle merveilleuse décision d'être allée faire une (puis deux) saison à Ramatuelle, vous en restez les plus beaux souvenirs. Merci pour votre présence et votre soutien pendant toutes ces années, une vraie bouffée d'oxygène dans ce monde de fou.*

**À Fanette, Gornette et Camille,** *mes copines de fac, mes caribous. Fanette, merci pépette pour ton optimisme à toutes épreuves et de m'avoir fait découvrir le monde de la coloc', tu vas vraiment me manquer même si je sais qu'on arrive toujours à se retrouver et que tout reste comme avant malgré tout. Gornette, un sacré personnage à toi toute seule, merci pour ces fous rires et à tous les moments partagés depuis le début (mais attention pas la tête), à cette amitié qui ne s'arrêtera jamais. Camille, malgré l'éloignement récent, merci pour cet externat, cela n'aurait pas été pareil sans toi.*

**À Clo, à cette fameuse Grocamora,** *seule rescapée de VLF, merci pour ces vacances à l'UCP' aux Conta', reste perchée s'il te plait.*

*À Jo, merci pour tous ces moments à Nantes et ailleurs, je sais que tu vas devenir une brillante neurochir'ped'.*

*À mes colocs, Camou et Cam, quoi de mieux que d'avoir que des Camille dans sa vie ? Merci Camou pour cette année de coloc', de fous rires à Grenoble et de pâtes à la truffe ; je suis toujours partante pour le financement piscine à SMU. Et merci Cam, de me faire découvrir Lyon (de réussir à me faire courir à la tête d'or) et de me faire rencontrer tant de personnes différentes, vivement qu'on se fasse un week-end au lac pour voir tes talents de pilote en bateau.*

*À Audrey et Lisa, mes super-héroïnes préférées, merci pour votre bonne humeur, accueil et fous rires en tout genre.*



## **ABRÉVIATIONS**

**AQM** : Analyse Quantifiée de la Marche

**CE** : Conformité Européenne

**COP** : Center Of Pressure

**CPP** : Comité de Protection des Personnes

**PPVI** : Pied Plat Valgus Idiopathique

**SESA**: Subtalar Extra-articular Screw Arthroereises

**W** : Watt

## I. INTRODUCTION

Le pied plat valgus idiopathique pédiatrique est commun dans l'enfance. On le décrit comme idiopathique quand aucune cause inductrice connue n'a pu être retrouvée. Un enfant sur neuf présente un pied plat valgus, avec empreinte statique de pied plat au podoscope, c'est une morphologie banale de l'enfant de moins de 7 ans.<sup>1-3</sup>

On retrouve chez environ 44 % des enfants de trois à six ans un pied plat valgus dynamique.<sup>4</sup> Selon l'âge, le taux de pied plat valgus retrouvé diffère, ainsi 54 % des enfants de trois ans présentent cette déformation, contre seulement 24 % des enfants de 6 ans et 17 % chez les enfants de sept à quatorze ans.<sup>5</sup>

Des facteurs prédisposant ont été retrouvés tels que l'hyperlaxité, le surpoids ou l'obésité.<sup>6</sup>

Cette déformation acquise du pied est caractérisée par un valgus excessif du talon, l'abduction de l'avant pied sur l'arrière-pied associé à un équin relatif de l'arrière-pied avec une brièveté fréquente du triceps qui entraîne la bascule en valgus du calcanéum.

On met alors en évidence un effondrement de l'arche médiale expliquant les déformations en pied plat valgus.

On peut classer le pied plat valgus selon 3 grades en fonction de sa sévérité (Figure 1).<sup>7</sup>

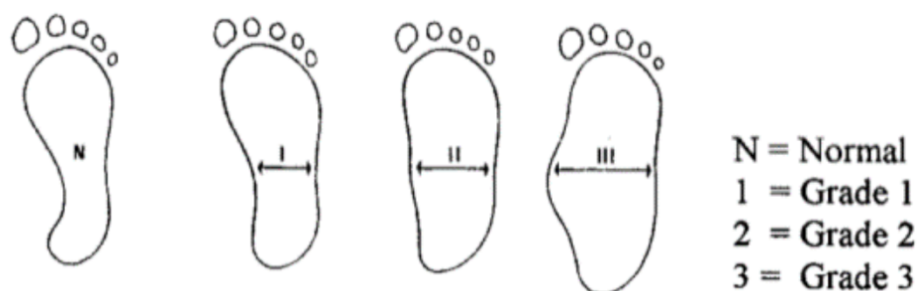
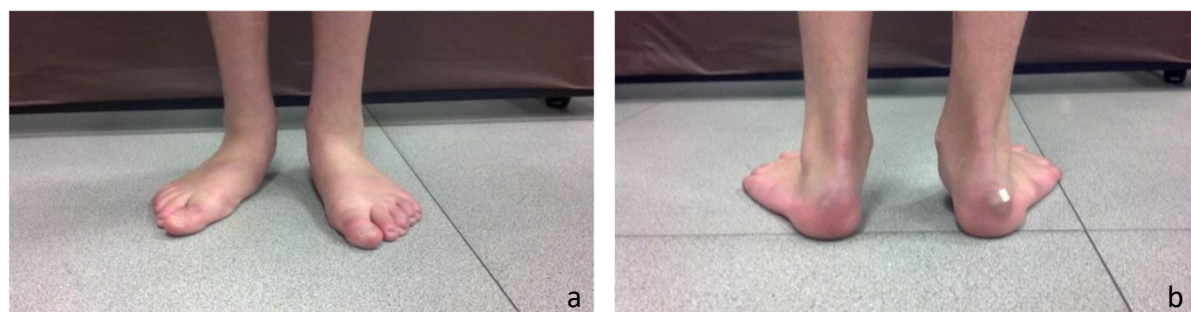


Figure 1: Classification pieds plats valgus - Garcia-Rodriguez

On constate, dans la majorité des cas, une correction spontanée du pied plat ou a minima une présentation asymptomatique. Dans certains cas, celui-ci entraîne des troubles notamment fonctionnels comme des douleurs, des durillons, ou des phlyctènes, sans aucune amélioration spontanée au cours de la croissance.<sup>8</sup> (Figure 2) Au fur et à mesure de l'évolution et en raison de l'incongruence de la tête du talus dans le complexe ostéo-articulaire, la déformation devient irréductible.<sup>9</sup>

Sans intervention médicale, la douleur, la gêne à la marche et au chaussage peuvent persister et s'amplifier.<sup>1</sup>

A terme, la cheville peut évoluer vers une arthrose douloureuse à l'âge adulte pouvant nécessiter une intervention telle qu'une arthrodèse.<sup>10</sup>



*Figure 2: Pieds plats valgus chez un de nos patients  
a : Photographie de face de pieds plats valgus idiopathiques  
b : Photographie de dos de pieds plats valgus idiopathiques*

Des traitements peuvent être mis en place pour éviter de recourir à ce type d'interventions lourdes.

Dans les pieds plats sévères, certains recommandent l'utilisation d'orthèses plantaires.<sup>11</sup> Leur efficacité est toutefois controversée.<sup>6,12</sup> Les semelles ou chaussures orthopédiques permettent aux pieds d'être mieux positionnés lors du chaussage et donc, dans certains cas, d'améliorer les douleurs mais n'engendrent pas de modification architecturale de l'arche plantaire.<sup>6</sup>

Le recours à de la kinésithérapie est aussi controversé, certains auteurs pensent qu'une faiblesse musculaire est responsable de l'effondrement de l'arche plantaire et que des exercices de renforcement musculaire peuvent améliorer cette déformation.<sup>12</sup>

Il existe également, pendant la croissance, des traitements de correction du pied plat valgus idiopathique, telle que l'arthrorise sous talienne et/ou des ostéotomies.<sup>12,13</sup>

Il existe 2 types d'ostéotomies de correction du pied plat valgus : Une ostéotomie oblique du calcanéum postérieur, décrite par Koutsogiannis, où le fragment postérieur est médialisé pour corriger le valgus du talon, ce qui permet une compensation de la déformation et améliorer le valgus de l'arrière-pied.<sup>14</sup> L'autre ostéotomie permettant la correction du valgus est une ostéotomie d'allongement du calcanéum, décrite par Evans et Mosca qui consiste en l'insertion d'un greffon corticospongieux au niveau d'une ostéotomie antérieure du calcanéum, parallèle à l'articulation calcanéocuboïdienne afin de rehausser la colonne latérale et de corriger la déformation.<sup>15,16</sup>

Les traitements chirurgicaux sont indiqués lors d'une persistance de la déformation et pour réduire ou éliminer les douleurs persistantes.<sup>6</sup>

L'arthrorise sous talienne consiste en la mise en place d'un implant (métallique ou résorbable) dans l'arrière-pied entre le talus et le calcanéum.<sup>17-19</sup> Cet implant est donc positionné dans le sinus du tarse où il empêche le valgus de l'arrière-pied, l'effondrement de l'arche et donc l'augmentation de la pronation. Avec la croissance, cela permet une correction permanente de la déformation.<sup>6</sup>

On retrouve le plus fréquemment les implants d'arthrorise de Maxwell-Brancheau, composé d'une vis cylindrique en titane et celui d'expansion en acier inoxydable de Giannini.<sup>12</sup>

Dans notre étude, nous avons utilisé l'implant « Pit'Stop » du laboratoire In2Bones réalisé en polymère biocompatible et inerte (PEEK-OPTIMA®).<sup>20</sup>

Différentes études ont été menées pour décrire le résultat, tant sur le plan anatomique ou fonctionnel, de la mise en place d'un implant dans le sinus du tarse lors de l'arthrorise sous-talienne.

Les principales conclusions sont regroupées dans le tableau ci-dessous (Tableau 1) :

Tableau 1: Arthrorise sous talienne - Résultats selon le type d'implant utilisé

Auteurs	Année	Nombre patients	Type implants	Constatations
<i>Vogt et al.</i> <sup>21</sup>	2021	73	11 non résorbables	<u>Non résorbables / Résultats :</u> - 72% : très bons - 18% : acceptables - 9% : faibles
			37 résorbables	<u>Résorbables / Résultats :</u> - 72% : très bons - 18% : acceptables - 9% : faibles
			25 non résorbables SESA	<u>SESA / Résultats :</u> - 72% : très bons - 16% : acceptables - 12% : faibles
<i>Bittar et al.</i> <sup>22</sup>	2020	20	Non résorbables	5-14 ans / 3 ans de suivi : <u>Résultats :</u> - 91% : très bons - 9% d'ablation (Gêne)
<i>Papamerkouriou et al.</i> <sup>23</sup>	2019	6	Non résorbables	6-15 ans Ablation systématique entre 15-18 mois Translation latérale du point de pression 8-16 ans / 10 ans de suivi :
<i>Memeo et al.</i> <sup>19</sup>	2019	150	Biorésorbables	<u>Résultats :</u> - 88% : très bons résultats - 12% de complications (Inflammation) dont 2,5% d'ablation (Erreur technique)
<i>Megremis et al.</i> <sup>24</sup>	2019	14	Non résorbables	8-14 ans / 3 ans de suivi : <u>Résultats :</u> - 100% : très bons résultats
<i>Faldini et al.</i> <sup>25</sup>	2016	32	Biorésorbables	8-12 ans / 2-6 ans de suivi : <u>Résultats :</u> - 100% : très bons résultats - 1% d'ablation (Douleur)
<i>Ruozi et al.</i> <sup>26</sup>	2013	33	Biorésorbables	8-16 ans / 3-8 ans de suivi : <u>Résultats :</u> - 85% : très bons résultats - 13% : acceptables - 25% ablation (douleur, inflammation)
<i>Giannini et al.</i> <sup>27</sup>	2003	12	Biorésorbables	9-18 ans / 2-5 ans de suivi : <u>Résultats :</u> - 78% : très bons - 21% : acceptables

SESA: Subtalar extra-articular screw arthroereises

Les résultats démontrés ci-dessus montrent une réelle efficacité de la mise en place d'un implant dans le sinus du tarse, chez les patients porteurs d'un pied plat valgus idiopathique symptomatique, qu'il soit résorbable ou non.

D'autres études décrivent les modifications en analyse de la marche de patients porteurs de pieds plats valgus idiopathiques traités ou non. Les principaux résultats sont détaillés ci-dessous. (Tableau 2)

Certains auteurs ont d'ailleurs constaté des modifications sur les différents segments des membres inférieurs, telle qu'une augmentation de l'abduction et de la supination de l'avant-pied, de l'éversion de l'arrière-pied, de la flexion plantaire et de la rotation interne de genou associé à une diminution de la dorsiflexion de cheville.<sup>28-32</sup>

Mais peu ont décrit l'impact de la modification architecturale après la mise en place d'un implant.<sup>22</sup>

Tableau 2: Modifications en analyse de la marche chez des patients porteurs de pieds plats valgus idiopathiques

Auteurs	Année	Nombre patients	Traitements	Constatations		
				Constats	Augmentation	Diminution
<i>Kerr et al.</i> <sup>28</sup>	2019	38	Aucun	Marche + lente	Abduction avant-pied (Phase d'appui) + Éversion arrière-pied + Flexion genou + Valgus genou	..
<i>Papamerkouriou et al.</i> <sup>23</sup>	2019	6	Implant non résorbable	Translation latérale du point de pression	..	Valgus talon + Pronation arrière-pied
<i>Kothari et al.</i> <sup>30</sup>	2015	42	Aucun	..	Supination avant-pied (Phase d'appui)	Inversion arrière-pied
<i>Hosl et al.</i> <sup>31</sup>	2014	14	Aucun	..	Flexion plantaire (Phase d'oscillation) + Éversion arrière-pied + Supination avant-pied	Dorsiflexion (Phase d'appui)

					+ Rotation interne genou	
<i>Shih et al.</i> <sup>32</sup>	2012	20	Aucun	..	Rotation interne de genou	Rotation interne de hanche
<i>Twomey et al.</i> <sup>33</sup>	2012	24	Aucun	..	Rotation externe de hanche (Phase d'appui) + Valgus de genou	..
<i>Levinger et al.</i> <sup>29</sup>	2010	20	Aucun	..	Flexion plantaire + Abduction avant-pied + Rotation interne et éversion arrière-pied (Phase d'appui) + Pronation	Adduction avant-pied
<i>Zafiropoulos et al.</i> <sup>34</sup>	2009	569	Aucun	..	Rotation interne de hanche	..
<i>Leung et al.</i> <sup>35</sup>	1998	8	Orthèses	..	..	Pronation (Phase d'appui) à court terme + Diminution tension ligaments plantaires

Mais l'impact de cette modification architecturale sur le cycle de la marche, après la mise en place d'un implant, est encore peu compris et détaillé dans la littérature.

Nos constatations cliniques sont que le traitement par arthrorise sous talienne par interposition d'implant dans le sinus du tarse et allongement du triceps dans les pieds plats valgus idiopathiques réductibles modifie la marche du sujet de manière significative.

L'apprentissage d'un nouveau schéma de marche est nécessaire en post-opératoire, ce qui diffère le retour à une marche sans difficulté.<sup>19,36</sup> Ce sont ces mécanismes d'adaptation que nous souhaitons étudier par l'analyse du mouvement.

L'objectif principal de cette étude est de quantifier en pré- et en post-opératoire à environ 3 mois, 6 mois et à 1 an, les modifications du pied lors de la phase d'appui du cycle de marche après arthrorise sous talienne par mise en place d'implant sous talien chez l'enfant.

## **II. MATÉRIELS & MÉTHODES**

### **1. Description de l'étude**

Nous avons réalisé, au CHU GRENOBLE ALPES, une étude observationnelle prospective monocentrique non randomisée de mesure quantitative descriptive des modifications musculo-squelettiques lors de la marche, sur une série de 8 patients.

Il s'agit d'une étude de type 3 Loi Jardé impliquant la personne humaine qui a été soumis au CPP, ayant pour référence 18 07 45.

L'étude a débuté en novembre 2018 et s'est poursuivie jusqu'en février 2021.

### **2. Population étudiée**

Les critères d'inclusions étaient :

- Patients âgés de moins de 16 ans,
- De sexe masculin ou féminin,
- Ayant acquis la marche,
- Présentant un pied plat valgus idiopathique souple symptomatique, nécessitant la mise en place d'un implant sous talien pour correction chirurgicale.
- Chez des patients affiliés à, ou bénéficiaires de, la sécurité sociale.

Les critères de non-inclusion étaient :

- Opposition du sujet ou de ses parents ou tuteurs à participer à la recherche,
- Antécédent de chirurgie ostéo-articulaire des membres inférieurs datant de moins de 6 mois, de pathologies neuromusculaires dégénératives, de problème médical non stabilisé.



- Personnes protégées visées par les articles L1121-5, L1121-6 du Code de la Santé Publique.

### **3. Données recueillies**

#### **a. Examen clinique**

L'examen clinique préopératoire a permis de recueillir des données sur le sexe, l'âge, la taille, le poids, l'histoire clinique de la déformation, les principaux antécédents.

Le reste de l'examen s'intéressait à la description de la marche du sujet, à tester la réductibilité du pied plat valgus et les mobilités du pied (flexion plantaire, flexion dorsale, supination et éversion). Une évaluation au podoscope a été effectuée en utilisant la classification de Garcia-Rodriguez.<sup>7</sup>

#### **b. Examen radiographique**

Concernant les examens radiographiques, une analyse exhaustive n'a pas pu être réalisée pour cette étude car tous les patients ne bénéficiaient pas de tous les clichés nécessaires.

Le diagnostic d'un pied plat valgus souple idiopathique repose avant tout sur l'examen clinique. Au vu d'un manque de données pour réaliser une analyse claire, précise et détaillée, nous avons préféré ne pas se concentrer sur les examens radiographiques.

#### **c. Analyse quantifiée de la marche (AQM)**

Le cycle de la marche (Figure 3) est défini par deux phases successives, une phase d'appui (60% du cycle) et une phase oscillante (40% du cycle), réparties avec des temps uni- et bipodaux.<sup>37</sup>

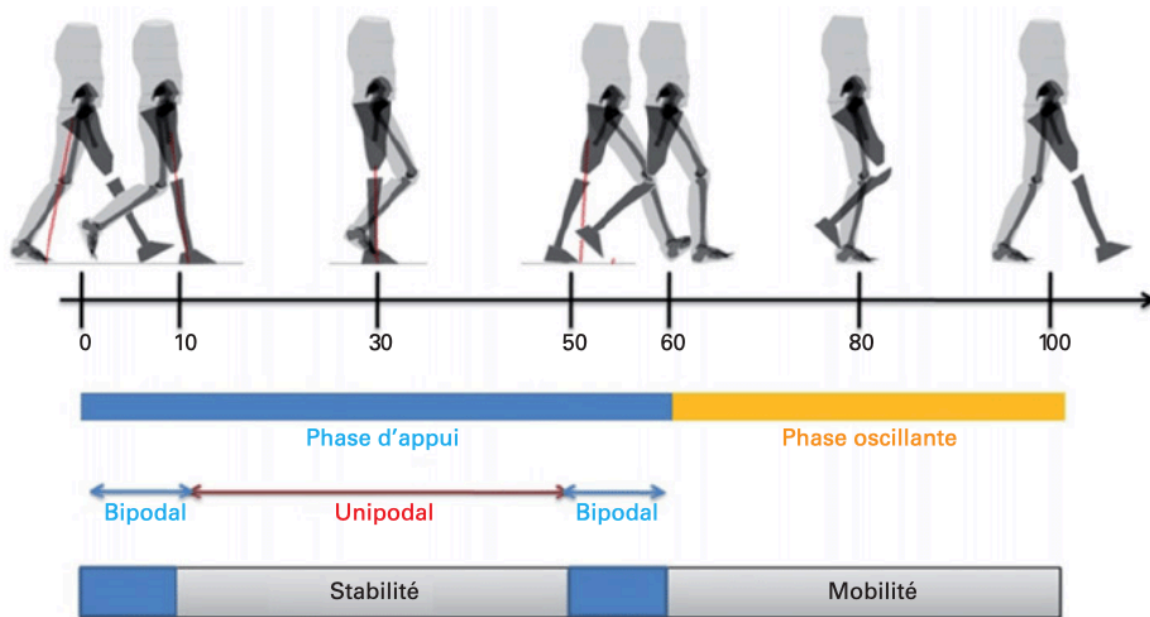


Figure 3: Cycle de la marche - SAURET

L'analyse quantifiée de la marche (AQM) est une démarche d'analyse objective du mouvement, non invasive, réalisée en soins courants pour de nombreux troubles musculo-squelettiques. Ces modifications ne sont pas quantifiables par l'examen clinique car difficilement observables à l'œil nu du fait de la simultanéité des événements lors de la marche. Cette analyse fait partie des soins courants pour le suivi des PPVI.

L'AQM est l'examen de référence permettant d'analyser et de comprendre les mécanismes adaptatifs lorsque des troubles musculo-squelettiques surviennent chez les enfants<sup>38</sup>.

Une analyse quantifiée de la marche a été réalisée en pré- et post-opératoire, afin de récolter différentes informations lors d'un cycle de marche :

- Les données sur la cinématique des angles du genou et de la cheville.
- Les paramètres spatiotemporels analysés lors de différentes phases (phase d'appui, phase oscillante), l'évolutivité du cycle de la marche.
- La force de réaction au sol à l'aide d'une plateforme de force avec laquelle nous allons pouvoir interpréter la puissance exercée par les chevilles lors de la phase d'appui.

- L'analyse du COP qui est définie comme le point où la pression est maximale lors de la phase d'appui.

L'analyse du COP se définit comme le point où la pression est maximale lors de la phase d'appui, il s'agit du point d'application théorique de la force de réaction du sol. L'appui plantaire est donc résumé à un point<sup>39</sup>.

Dans notre étude, nous allons étudier la modification, au cours du temps, du COP chez les patients opérés. Cette analyse n'a été retrouvée qu'à une seule reprise dans les différentes études référencées.

Les capteurs utilisés pour l'analyse cinématique seront placés de manière standardisée en suivant un protocole de type Helen HAYES fourni par Codamotion. Tous les dispositifs médicaux sont contrôlés par le marquage CE.

Le matériel Codamotion CX1/ suite logicielle Odin utilisé est composé de clusters de 4 marqueurs pour la cuisse, la jambe et le pied et de cluster de 6 marqueurs pour le bassin.

#### **4. Critères de jugement**

L'objectif principal de cette étude était de quantifier en pré- et en post-opératoire à 3 mois, 6 mois et à 1 an, les modifications du pied lors de la phase d'appui du cycle de marche après arthrorise sous talienne par mise en place d'implant sous talien chez l'enfant.

Concernant le critère de jugement principal, il s'agissait de mesurer, en millimètres, le déplacement du centre de pression (COP) sous les pieds lors de la phase d'appui du cycle de marche avant et après la chirurgie. Les résultats attendus étaient d'observer un déplacement du centre de pression vers la partie latérale du pied après la chirurgie.

Les critères de jugement secondaires reposaient sur la quantification des modifications angulaires au niveau des genoux et des chevilles lors du cycle de marche en pré et en post-opératoire à 3, 6 mois et 1 an et sur la quantification de la puissance exercée par les chevilles lors de la phase d'appui en pré- et en post-opératoire à 3, 6 mois et à 1 an.

## **5. Technique opératoire**

Sous anesthésie générale, on réalise une incision de 1 à 3 cm sur la partie latérale du pied en regard du sinus du tarse. L'incision peut être rectiligne ou en S, dans la mesure où le nerf sural est protégé.

Le médio- pied est orienté en varus (Figure 4), et dans le même temps l'assistant aide à positionner l'avant-pied en pronation. La réduction ainsi obtenue (le talus étant « à cheval » sur le calcanéum), une broche guide de 1,6 mm est introduite dans l'axe du sinus du tarse et palpée sur la face interne du pied.

Un contrôle radioscopique permet d'apprécier la position correcte de la broche.

Des implants d'essai sont successivement introduits afin d'estimer la taille nécessaire à la correction. L'implant d'interposition PitStop de la société In2Bones marqué CE est utilisé.

La mobilité de l'arrière-pied est évaluée et le choix de la taille définitive peut être ajusté si nécessaire.

Les deux marqueurs de l'implant permettent de contrôler le bon positionnement dans les 3 dimensions par contrôle radiographique. L'implant est introduit les faces parallèles orientées le long de la partie latérale du talus formant un angle d'environ 45° avec le péroné et la partie plantaire du pied.

Le contrôle final de la mobilité de l'arrière-pied atteste alors du bon positionnement de l'implant.

En fonction de la réduction de chaque pied, une ténotomie d'allongement du tendon calcanéen peut être réalisée en complément.

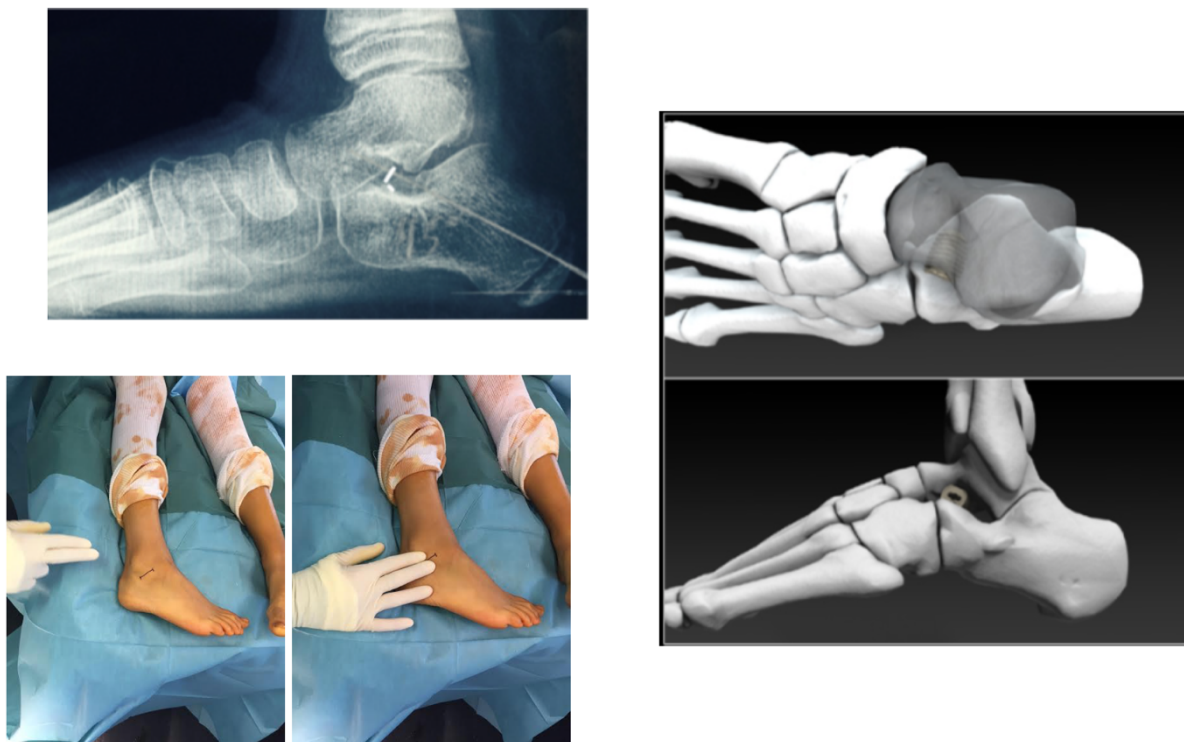


Figure 4: Installation chirurgicale, contrôle radiographique de l'implant et schématisation 3D du positionnement de l'implant  
- BREMOND

Le protocole post-opératoire ainsi que le suivi est identique pour tous les patients.

Un appui contact est autorisé sous protection d'une botte plâtrée renforcée au niveau de la plante et du talon.

### III. RÉSULTATS

Sur cette série de 8 patients, les résultats que nous allons détailler sont descriptifs et observationnels.

Nous avons choisi de les présenter au cas par cas afin d'étudier de façon plus précise et détaillée les changements occasionnés par la mise en place d'un implant dans le sinus du tarse.

#### 1. Patient 1 – 13 ans

##### a. COP

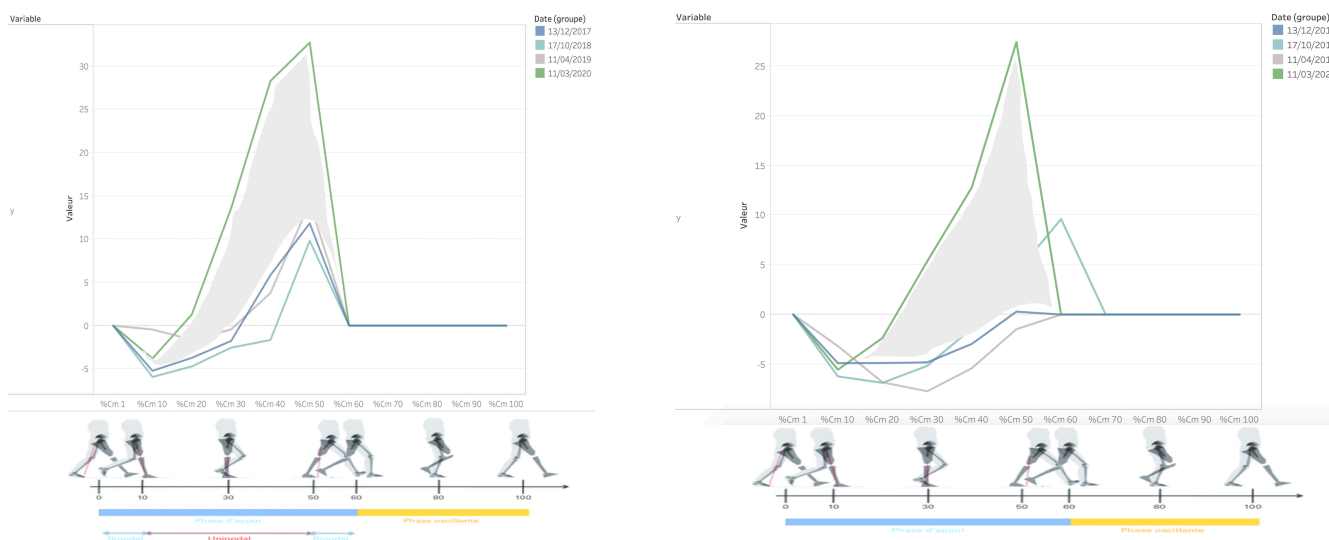


Figure 5: Courbes COP gauche et droit

Les différentes courbes correspondent aux différentes AQMs réalisées, en bleu foncé, nous retrouvons l'AQM pré-opératoire, en bleu ciel, celle réalisée à 10 mois post-opératoire, en grise à 16 mois post-opératoire et enfin en vert foncé celle à 27 mois post-opératoire.

Nous pouvons interpréter ces courbes selon le cycle de la marche, découpé en pourcentages, et selon l'axe y, qui permet d'établir la translation médiale ou latérale d'un point.






Nous pouvons constater une translation du point de pression avec un décalage jusqu'à + 20 mm pour le pied gauche à 50% et de + 27 mm pour le pied droit à 50% du cycle de la marche. (Figure 5)

Ceci montre qu'il existe une modification du point de pression maximal après une chirurgie d'interposition d'implant dans le sinus du tarse.

## b. Angles

### i. *Chevilles*

Les différentes courbes correspondent aussi aux différentes AQMs avec un code couleur différent, la courbe rouge est celle de la normale dans la population générale, elle va pouvoir nous servir de point de comparaison par rapport à nos patients tout en prenant en considération, qu'un pied plat valgus corrigé par un implant, n'est pas un pied normal. La courbe grise est la courbe pré-opératoire, la bleue ciel la première post-opératoire à 10 mois, la courbe bleue foncée est la 2<sup>ème</sup> post-opératoire à 16 mois et la violette, la dernière post-opératoire à 27 mois. Elles sont interprétées selon le cycle de la marche, en pourcentages, et selon les axes  $x$ ,  $y$  et  $z$ , qui définissent les 3 plans de l'espace.

-  Courbe normale
-  AQM pré-opératoire
-  Premier contrôle post-opératoire à 10 mois
-  2<sup>ème</sup> contrôle post-opératoire à 16 mois
-  Dernier contrôle post-opératoire à 27 mois

L'axe  $x$  correspond, en application clinique, à la prono-supination (vers le négatif : pronation, vers le positif : supination) ; l'axe  $y$  à l'adduction-abduction (vers le négatif : adduction, vers le positif : abduction) tandis que l'axe  $z$  définit la flexion-extension (vers le négatif : flexion plantaire, vers le positif : flexion dorsale).

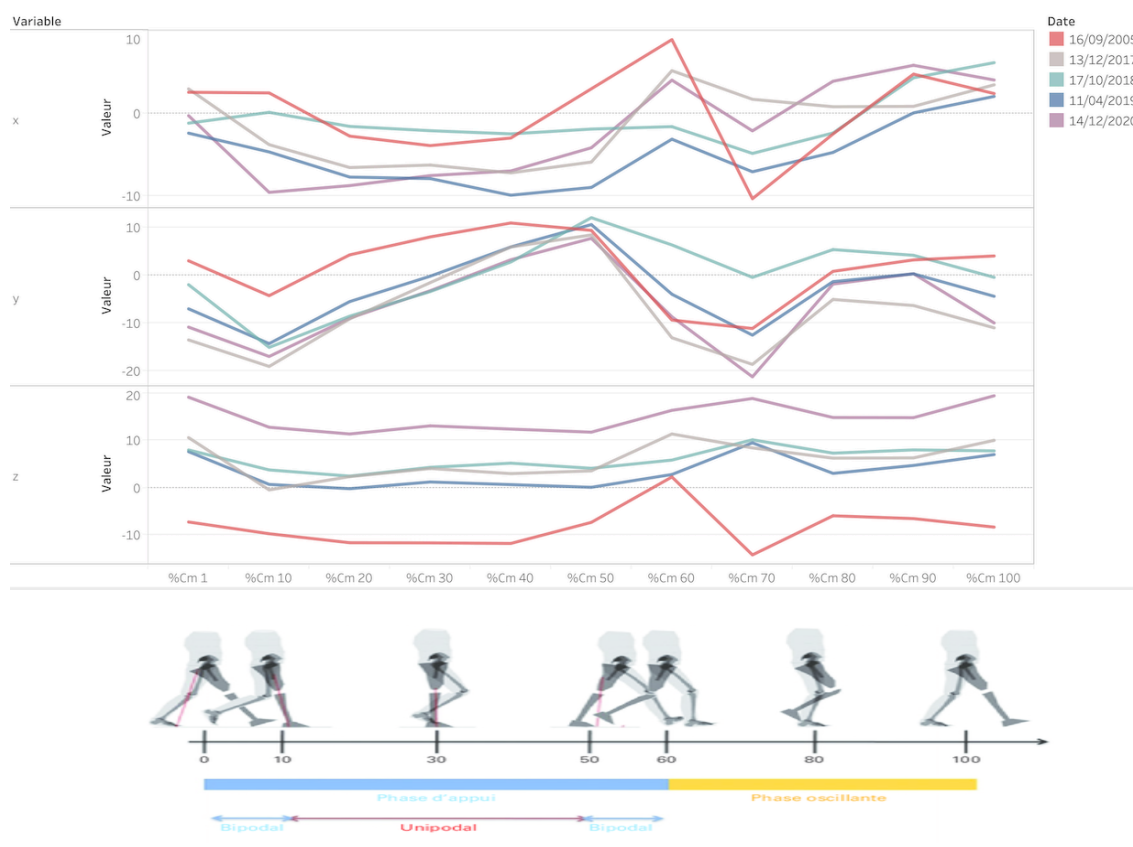


Figure 6: Angles - Cheville gauche

Les codes couleurs utilisés sont les mêmes que pour la courbe précédente.

Nous pouvons constater, pour la cheville gauche, selon  $x$ , une augmentation de la pronation lors de la phase d'appui surtout au niveau de la phase de double appui et une augmentation de la supination lors de la phase d'oscillation et de simple appui. (Figure 6)

Selon  $y$ , nous pouvons remarquer une diminution de l'adduction lors du cycle entier de la marche.

Selon  $z$ , c'est surtout une augmentation de la flexion dorsale de cheville qui est mis en avant avec un gain d'une dizaine de degrés lors de la phase d'appui.





Figure 7: Angles - Cheville droite

Au niveau de la cheville droite, selon  $x$ , nous pouvons constater une diminution de la supination et une augmentation de la pronation lors de la phase d'appui, concentrées sur la phase de double appui. (Figure 7) Lors de la phase d'oscillation et de simple appui, c'est plutôt une augmentation de la supination qui est mise en évidence.

Selon l'axe  $y$ , nous pouvons remarquer une diminution de l'adduction, généralisée à l'ensemble du cycle, un gain de  $7^\circ$  est constaté lors de la phase d'oscillation.

Selon l'axe  $z$ , nous mettons en évidence une augmentation de la flexion dorsale lors des phases d'appui avec un gain de  $8^\circ$  dans la première partie du cycle. En revanche, nous observons une diminution de la flexion dorsale lors de la phase d'oscillation.

## *ii. Genoux*

Dans l'analyse de l'AQM, il est admis que plus l'articulation étudiée s'éloigne des capteurs positionnés, plus le risque d'erreur est grand. Nous avons donc choisi d'étudier les mesures angulaires des genoux et non l'application sur les hanches car les capteurs sont positionnés au niveau des pieds. Il faut alors rester prudent sur l'exactitude au degré près des mesures angulaires tout en pouvant tout de même conclure sur ces données.

Comme il s'agit aussi de mesures angulaires, les légendes et codes couleurs sont les mêmes que pour les mesures des angles sur les chevilles.

Concernant l'application clinique, selon l'axe  $x$ , nous étudions le varus-valgus de genou (vers le négatif : valgus, vers le positif : varus) ; selon  $y$ , la flexion-extension (vers le négatif : extension, vers le positif : flexion) et selon  $z$ , la rotation du genou étudié (vers le négatif : rotation interne, vers le positif : rotation externe) selon le cycle de la marche.

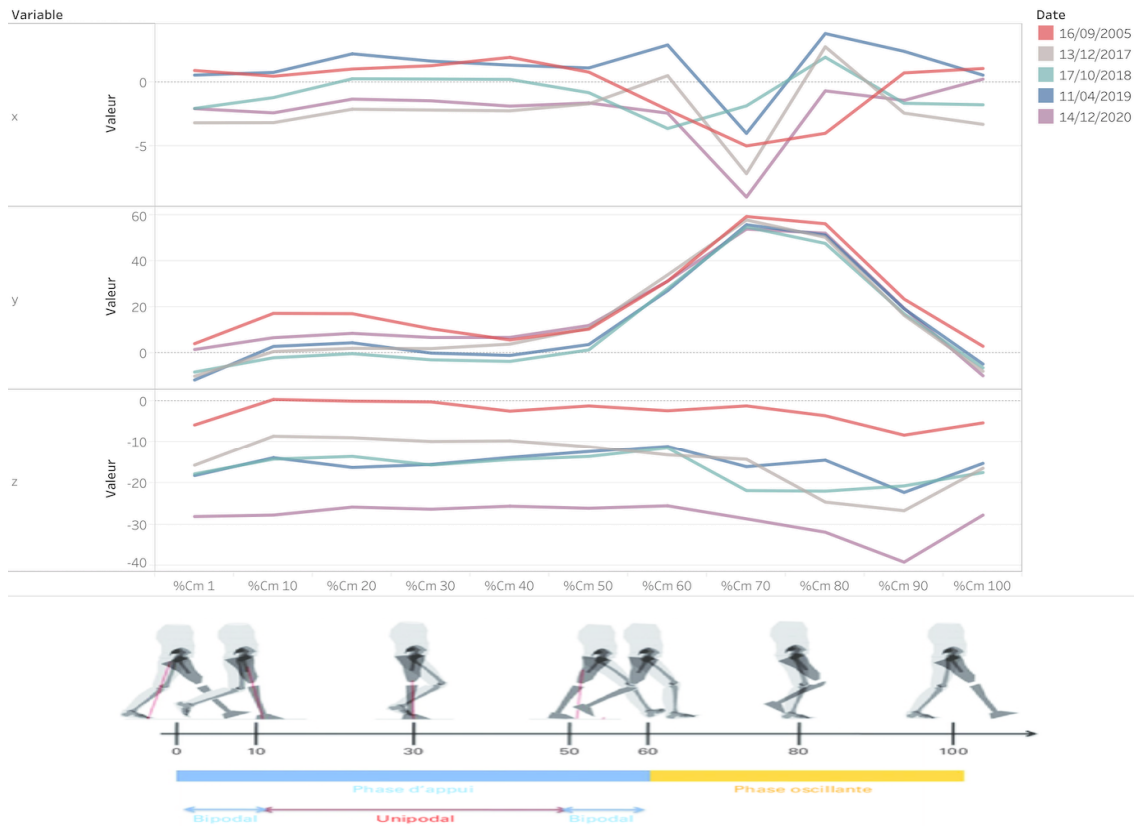


Figure 8: Angles - Genou gauche

Concernant le genou gauche, selon l'axe  $x$ , nous constatons un gain jusqu'à  $5^\circ$  correspondant à une augmentation du valgus généralisé sur tout le cycle. (Figure 8)

Selon l'axe  $y$ , les différentes courbes sont superposées avec la normale, il n'y a pas de changement sur la flexion-extension du genou.

Selon l'axe  $z$ , nous mettons en évidence un gain d'une vingtaine de degrés, qui correspond à une augmentation de la rotation externe, allant dans le sens inverse de la normale.

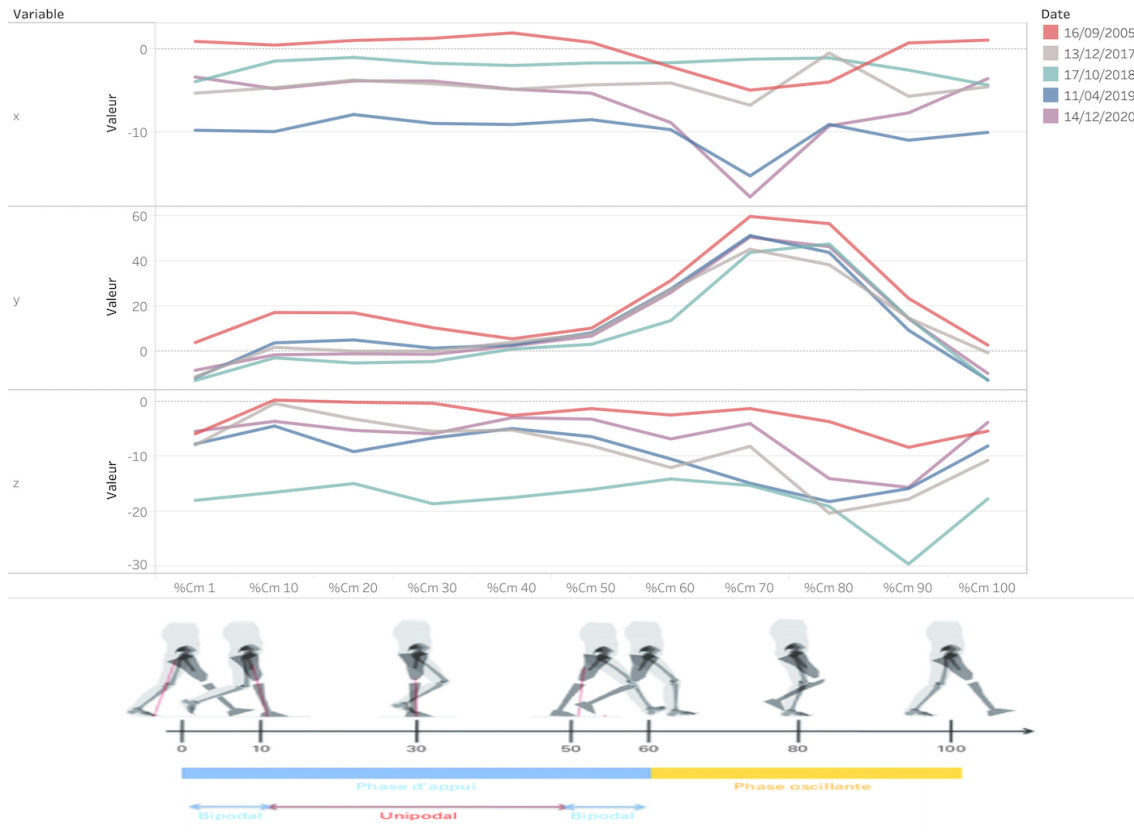


Figure 9: Angles - Genou droit

Concernant le genou droit, selon l'axe x, un gain de 5-10 degrés est constaté lors de la phase d'oscillation, correspondant à une augmentation du valgus du genou. (Figure 9)

Selon l'axe y, les courbes sont superposées à celle de la normale.

Selon l'axe z, nous pouvons mettre en évidence un gain de 5° sur l'ensemble du cycle, donc une diminution de la rotation externe.

Nous pouvons donc constater que la mise en place d'un implant dans le sinus du tarse, a une implication jusque dans la mesure angulaire lors d'un cycle de marche des genoux du patient avec une implication clinique vraie.

### c. Puissance

Concernant la puissance exercée par la cheville sur le sol, il s'agit du produit d'une force exercée au sol multiplié par la vitesse, mesurée en Watt (W), selon l'axe x.

La puissance a été normalisée au poids pour prendre en compte que les patients ont grandi et grossi au fur et à mesure des nouvelles analyses de la marche.

- Courbe normale
- AQM pré-opératoire
- Premier contrôle post-opératoire à 10 mois
- 2<sup>ème</sup> contrôle post-opératoire à 16 mois
- Dernier contrôle post-opératoire à 27 mois

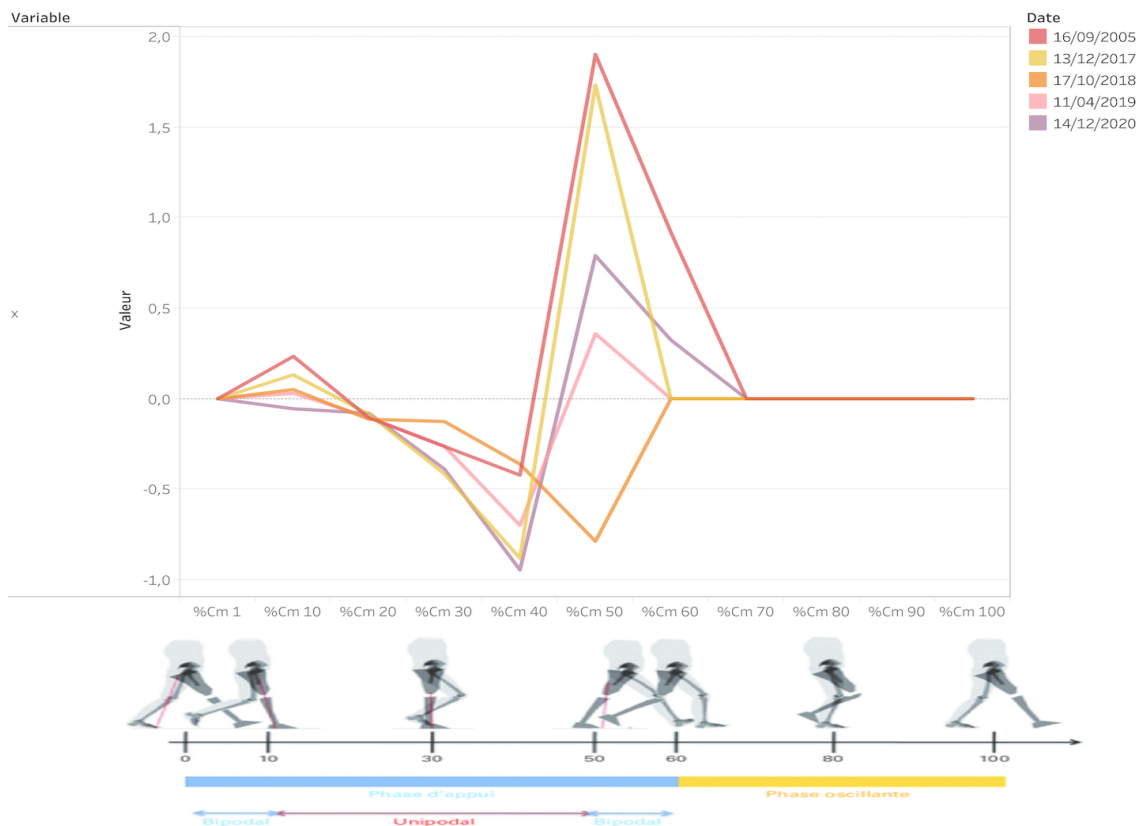


Figure 10: Puissance - Cheville gauche

Concernant la puissance de la cheville gauche, lors de la phase d'appui, nous pouvons remarquer une diminution de la puissance par rapport à la normale. (Figure 10)

Le pic de puissance se situe bien à 50% du cycle de la marche comme celui de la normale avec un gain de puissance pour la dernière courbe post-opératoire par rapport à celles précédentes.

Nous pouvons mettre en évidence une diminution de la puissance plus rapide par rapport à la normale lors des phases de simple et double appui, avec à 70% du cycle, un retour à la normale pour le dernier contrôle post-opératoire.

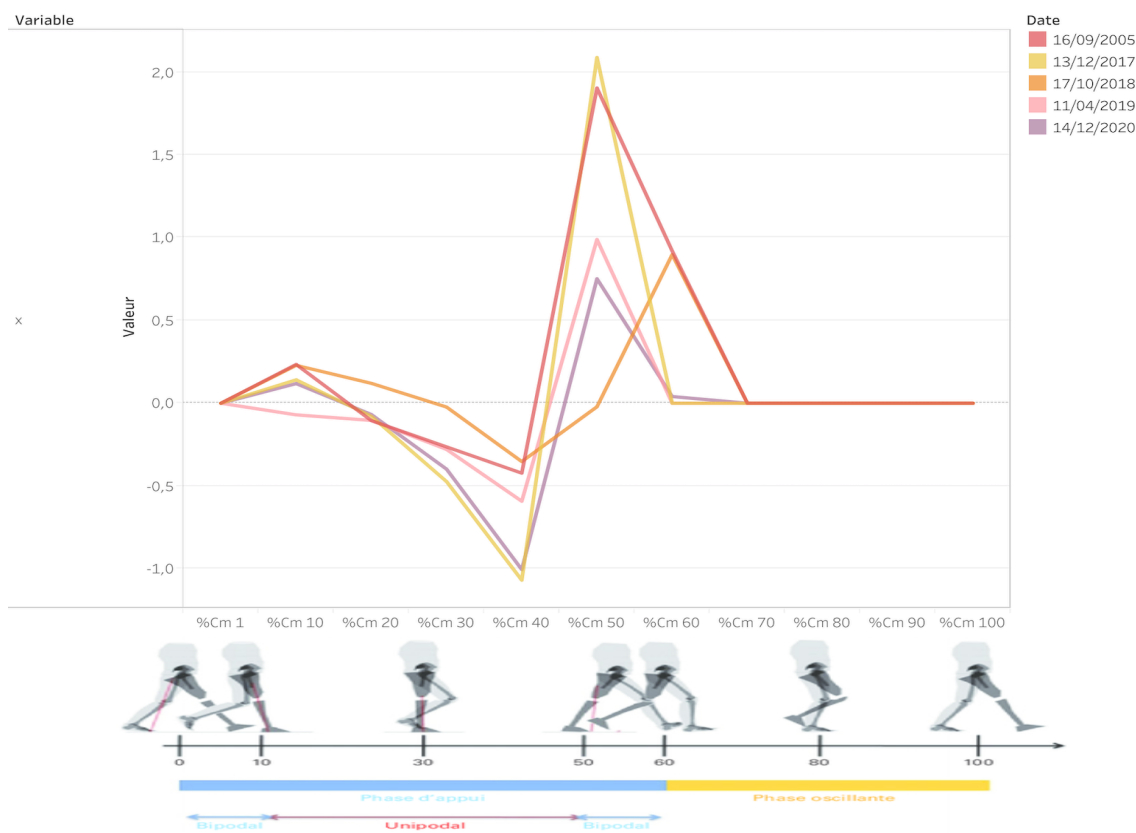


Figure 11: Puissance - Cheville droite

Concernant la puissance de la cheville droite, nous pouvons constater une diminution initiale de la puissance lors de la phase d'appui. (Figure 11)

Un pic à 50% avec une perte de puissance par rapport aux courbes précédentes, qui est aussi constaté lors des phases de simple et double appui.

Après avoir remarqué une implication sur le centre de pression, les mesures angulaires des chevilles et genoux, nous pouvons également dire que des changements sont aussi retrouvés sur la puissance de la cheville lors du cycle de la marche. Les répercussions sont donc multiples après cette chirurgie.

## 2. Tableaux récapitulatifs

Les interprétations des courbes des patients suivants sont résumées dans les tableaux ci-joints.

Les courbes peuvent être retrouvées en annexe.

### a. Patient 2 – 11 ans (Annexe 1 – Page 55)

#### i. COP

	<b>Phase d'appui 0-60%</b>	<b>Phase d'oscillation 60-100%</b>	<b>Phase double appui 0-10% &amp; 50-60%</b>	<b>Phase simple appui 10-50% &amp; 60-100%</b>
<b>Y - Gauche</b>	+ 22 mm à 50%			
<b>Y - Droit</b>	+ 13 mm à 50%			

#### ii. Angles

### 1. Chevilles

<b>Gauche</b>	<b>Phase d'appui 0-60%</b>	<b>Phase d'oscillation 60-100%</b>	<b>Phase double appui 0-10% &amp; 50-60%</b>	<b>Phase simple appui 10-50% &amp; 60-100%</b>
<b>X</b>	Augmentation supination + Diminution pronation	Augmentation supination	Augmentation supination + Diminution pronation	
<b>Y</b>	Pas de changement notable	Augmentation adduction (7°)	Pas de changement notable	
<b>Z</b>	Augmentation flexion dorsale			

<b>Droite</b>	<b>Phase d'appui 0-60%</b>	<b>Phase d'oscillation 60-100%</b>	<b>Phase double appui 0-10% &amp; 50-60%</b>	<b>Phase simple appui 10-50% &amp; 60-100%</b>
<b>X</b>	Augmentation pronation			
<b>Y</b>	Pas de changement notable	Augmentation adduction	Pas de changement notable	
<b>Z</b>	Augmentation flexion dorsale (+8°) Courbes s'éloignant de la normale			

## 2. Genoux

<b>Gauche</b>	<b>Phase d'appui 0-60%</b>	<b>Phase d'oscillation 60-100%</b>	<b>Phase double appui 0-10% &amp; 50-60%</b>	<b>Phase simple appui 10-50% &amp; 60-100%</b>
<b>X</b>	Gain de 3° : diminution valgus Courbes se rapprochant de la normale			
<b>Y</b>	Courbes superposées			
<b>Z</b>	Gain de 10° : diminution rotation externe Courbes se rapprochant de la normale			

<b>Droit</b>	<b>Phase d'appui 0-60%</b>	<b>Phase d'oscillation 60-100%</b>	<b>Phase double appui 0-10% &amp; 50-60%</b>	<b>Phase simple appui 10-50% &amp; 60-100%</b>
<b>X</b>	Gain jusqu'à 5° : diminution valgus Courbes se rapprochant de la normale			
<b>Y</b>	Courbes superposées			
<b>Z</b>	Gain jusqu'à +15° : augmentation rotation externe Courbes s'éloignant de la normale			

### iii. Puissance

	<b>Phase d'appui 0-60%</b>	<b>Phase d'oscillation 60-100%</b>	<b>Phase double appui 0-10% &amp; 50-60%</b>	<b>Phase simple appui 10-50% &amp; 60-100%</b>
<b>X - Gauche</b>	Diminution par rapport à la normale	Pic à 50% Augmentation puissance au fur et à mesure avec décalage du pic	Augmentation puissance au fur et à mesure contrôles post-op	
<b>X - Droit</b>	Diminution par rapport à la normale	Pic à 50% Diminution puissance au fur et à mesure avec décalage du pic	Diminution puissance au fur et à mesure contrôles post-op	



b. Patient 3 – 10 ans (Annexe 2 – Page 56)

i. *COP*

	<b>Phase d'appui 0-60%</b>	<b>Phase d'oscillation 60-100%</b>	<b>Phase double appui 0-10% &amp; 50-60%</b>	<b>Phase simple appui 10-50% &amp; 60-100%</b>
<b>Y - Gauche</b>	+ 8 mm à 10%			
<b>Y - Droit</b>	+ 5 mm à 50%			

ii. *Angles*

**1. Chevilles**

<b>Gauche</b>	<b>Phase d'appui 0-60%</b>	<b>Phase d'oscillation 60-100%</b>	<b>Phase double appui 0-10% &amp; 50-60%</b>	<b>Phase simple appui 10-50% &amp; 60-100%</b>
<b>X</b>	Augmentation supination			
<b>Y</b>	Augmentation de l'adduction Courbes similaires			
<b>Z</b>	Diminution flexion dorsale		Augmentation flexion plantaire	

<b>Droite</b>	<b>Phase d'appui 0-60%</b>	<b>Phase d'oscillation 60-100%</b>	<b>Phase double appui 0-10% &amp; 50-60%</b>	<b>Phase simple appui 10-50% &amp; 60-100%</b>
<b>X</b>	Diminution supination Courbes se rapprochant de la normale			
<b>Y</b>	Diminution de l'adduction Courbes similaires			
<b>Z</b>	Augmentation flexion plantaire Courbes se rapprochant de la normale			

**2. Genoux**

<b>Gauche</b>	<b>Phase d'appui 0-60%</b>	<b>Phase d'oscillation 60-100%</b>	<b>Phase double appui 0-10% &amp; 50-60%</b>	<b>Phase simple appui 10-50% &amp; 60-100%</b>
<b>X</b>	Gain de 2° : diminution varus Courbes se rapprochant de la normale			
<b>Y</b>	Courbes superposées avec erreur acquisition 1 <sup>er</sup> post-opératoire			
<b>Z</b>	Gain de 30° : diminution rotation externe Courbes se rapprochant de la normale			

<b>Droit</b>	<b>Phase d'appui 0-60%</b>	<b>Phase d'oscillation 60-100%</b>	<b>Phase double appui 0-10% &amp; 50-60%</b>	<b>Phase simple appui 10-50% &amp; 60-100%</b>
<b>X</b>	Gain jusqu'à -5° : augmentation valgus			
<b>Y</b>	Courbes superposées			
<b>Z</b>	Gain jusqu'à +10° : diminution rotation externe Courbes se rapprochant de la normale			

*iii. Puissance*

	<b>Phase d'appui 0-60%</b>	<b>Phase d'oscillation 60- 100%</b>	<b>Phase double appui 0-10% &amp; 50-60%</b>	<b>Phase simple appui 10-50% &amp; 60- 100%</b>
<b>X - Gauche</b>	Diminution par rapport à la normale	Pic à 50% Puissance pré-op = Puissance dernière post-op	Augmentation puissance au fur et à mesure contrôles post-op	
<b>X - Droit</b>	Diminution par rapport à la normale	Pic à 50% Diminution vs pré-op	Diminution puissance Augmentation puissance au fur et à mesure contrôles post-op	

c. Patient 4 – 13 ans (Annexe 3- Page 57)

*i. COP*

	<b>Phase d'appui 0-60%</b>	<b>Phase d'oscillation 60-100%</b>	<b>Phase double appui 0-10% &amp; 50-60%</b>	<b>Phase simple appui 10-50% &amp; 60-100%</b>
<b>Y - Gauche</b>	+ 17 mm à 50%			
<b>Y - Droit</b>	+ 10 mm à 40%			

*ii. Angles*

**1. Chevilles**

<b>Gauche</b>	<b>Phase d'appui 0-60%</b>	<b>Phase d'oscillation 60-100%</b>	<b>Phase double appui 0-10% &amp; 50-60%</b>	<b>Phase simple appui 10-50% &amp; 60-100%</b>
<b>X</b>	Diminution supination			
<b>Y</b>	Augmentation adduction			
<b>Z</b>	Diminution flexion dorsale			

<b>Droite</b>	<b>Phase d'appui 0-60%</b>	<b>Phase d'oscillation 60-100%</b>	<b>Phase double appui 0-10% &amp; 50-60%</b>	<b>Phase simple appui 10-50% &amp; 60-100%</b>
<b>X</b>	Diminution supination			
<b>Y</b>	Diminution abduction			
<b>Z</b>	Diminution flexion dorsale			

## 2. Genoux

<b>Gauche</b>	<b>Phase d'appui 0-60%</b>	<b>Phase d'oscillation 60-100%</b>	<b>Phase double appui 0-10% &amp; 50-60%</b>	<b>Phase simple appui 10-50% &amp; 60-100%</b>
<b>X</b>	Gain jusqu'à 5° : diminution valgus Courbes se rapprochant de la normale			
<b>Y</b>	Courbes superposées			
<b>Z</b>	Gain de 10° : diminution rotation externe			

<b>Droit</b>	<b>Phase d'appui 0-60%</b>	<b>Phase d'oscillation 60-100%</b>	<b>Phase double appui 0-10% &amp; 50-60%</b>	<b>Phase simple appui 10-50% &amp; 60-100%</b>
<b>X</b>	Gain de 3° : diminution valgus Courbes se rapprochant de la normale			
<b>Y</b>	Courbes superposées			
<b>Z</b>	Gain de 10° : diminution rotation externe Courbes se rapprochant de la normale			

### *iii. Puissance*

	<b>Phase d'appui 0-60%</b>	<b>Phase d'oscillation 60-100%</b>	<b>Phase double appui 0-10% &amp; 50-60%</b>	<b>Phase simple appui 10-50% &amp; 60-100%</b>
<b>X - Gauche</b>	Diminution vs normale	Pic à 50% Augmentation	Augmentation puissance au fur et à mesure contrôles post-op	
<b>X - Droit</b>	Diminution vs normale	Pic à 50% Augmentation	Augmentation puissance au fur et à mesure contrôles post-op	

d. Patient 5 – 10 ans (Annexe 4 – Page 58)

i. *COP*

	<b>Phase d'appui 0-60%</b>	<b>Phase d'oscillation 60-100%</b>	<b>Phase double appui 0-10% &amp; 50-60%</b>	<b>Phase simple appui 10-50% &amp; 60-100%</b>
<b>Y - Gauche</b>	COP ininterprétable car une seule donnée AQM			
<b>Y - Droit</b>				

ii. *Angles*

**1. Chevilles**

<b>Gauche</b>	<b>Phase d'appui 0-60%</b>	<b>Phase d'oscillation 60-100%</b>	<b>Phase double appui 0-10% &amp; 50-60%</b>	<b>Phase simple appui 10-50% &amp; 60-100%</b>
<b>X</b>	Augmentation pronation vs normale			
<b>Y</b>	Courbes quasi superposées			
<b>Z</b>	Augmentation flexion dorsale vs normale			

<b>Droite</b>	<b>Phase d'appui 0-60%</b>	<b>Phase d'oscillation 60-100%</b>	<b>Phase double appui 0-10% &amp; 50-60%</b>	<b>Phase simple appui 10-50% &amp; 60-100%</b>
<b>X</b>	Augmentation pronation	Diminution pronation	Augmentation pronation Diminution supination	
<b>Y</b>	Augmentation adduction vs normale			
<b>Z</b>	Diminution flexion plantaire vs normale			

**2. Genoux**

<b>Gauche</b>	<b>Phase d'appui 0-60%</b>	<b>Phase d'oscillation 60-100%</b>	<b>Phase double appui 0-10% &amp; 50-60%</b>	<b>Phase simple appui 10-50% &amp; 60-100%</b>
<b>X</b>	Jusqu'à 10° d'écart vs normale : + en valgus			
<b>Y</b>	Courbes superposées			
<b>Z</b>	Jusqu'à 25° d'écart vs normale : + en rotation externe			

<b>Droit</b>	<b>Phase d'appui 0-60%</b>	<b>Phase d'oscillation 60-100%</b>	<b>Phase double appui 0-10% &amp; 50-60%</b>	<b>Phase simple appui 10-50% &amp; 60-100%</b>
<b>X</b>	5° d'écart vs normale : + en valgus			
<b>Y</b>	Courbes superposées			
<b>Z</b>	20° d'écart vs normale : + en rotation externe			

iii. Puissance

	<b>Phase d'appui 0-60%</b>	<b>Phase d'oscillation 60-100%</b>	<b>Phase double appui 0-10% &amp; 50-60%</b>	<b>Phase simple appui 10-50% &amp; 60-100%</b>
<b>X - Gauche</b>	Diminution vs normale	Pic à 50%	Début pic + précoce	
<b>X - Droit</b>	Diminution vs normale	Pas de pic franc	Début pic + précoce (30% vs 40%)	

e. Patient 6 – 12 ans (Annexe 5 – Page 59)

i. COP

	<b>Phase d'appui 0-60%</b>	<b>Phase d'oscillation 60-100%</b>	<b>Phase double appui 0-10% &amp; 50-60%</b>	<b>Phase simple appui 10-50% &amp; 60-100%</b>
<b>Y - Gauche</b>	+ 14 mm à 50%			
<b>Y - Droit</b>	+ 6 mm à 50%			

ii. Angles

1. Chevilles

<b>Gauche</b>	<b>Phase d'appui 0-60%</b>	<b>Phase d'oscillation 60-100%</b>	<b>Phase double appui 0-10% &amp; 50-60%</b>	<b>Phase simple appui 10-50% &amp; 60-100%</b>
<b>X</b>	Augmentation pronation	Augmentation supination		
<b>Y</b>	Diminution adduction	Augmentation adduction	Superposition avec normale	
<b>Z</b>	Augmentation flexion plantaire Gain de 10°			

<b>Droite</b>	<b>Phase d'appui 0-60%</b>	<b>Phase d'oscillation 60-100%</b>	<b>Phase double appui 0-10% &amp; 50-60%</b>	<b>Phase simple appui 10-50% &amp; 60-100%</b>
<b>X</b>	Augmentation supination Gain de 10° en phase d'appui			
<b>Y</b>	Augmentation adduction	Diminution adduction + Augmentation abduction		
<b>Z</b>	Augmentation flexion plantaire Gain de 10°			

## 2. Genoux

<b>Gauche</b>	<b>Phase d'appui 0-60%</b>	<b>Phase d'oscillation 60-100%</b>	<b>Phase double appui 0-10% &amp; 50-60%</b>	<b>Phase simple appui 10-50% &amp; 60-100%</b>
<b>X</b>	Gain de 10° : augmentation valgus			
<b>Y</b>	Courbes superposées			
<b>Z</b>	Gain de 10° : diminution rotation externe + Augmentation rotation interne			

<b>Droit</b>	<b>Phase d'appui 0-60%</b>	<b>Phase d'oscillation 60-100%</b>	<b>Phase double appui 0-10% &amp; 50-60%</b>	<b>Phase simple appui 10-50% &amp; 60-100%</b>
<b>X</b>	Gain de 10° : augmentation valgus			
<b>Y</b>	Courbes superposées			
<b>Z</b>	Gain de 10° : diminution rotation interne			

### *iii. Puissance*

	<b>Phase d'appui 0-60%</b>	<b>Phase d'oscillation 60- 100%</b>	<b>Phase double appui 0-10% &amp; 50-60%</b>	<b>Phase simple appui 10-50% &amp; 60- 100%</b>
<b>X - Gauche</b>	Diminution par rapport à la normale	Pic à 50% Gain de puissance	Augmentation puissance Fin du pic + précoce à 60% du cycle	
<b>X - Droit</b>	Diminution par rapport à la normale	Pic à 50% Diminution vs pré-op	Diminution puissance Fin du pic + précoce à 60% du cycle	

f. Patient 7 – 14 ans (Annexe 6 – Page 60)

i. *COP*

	<b>Phase d'appui 0-60%</b>	<b>Phase d'oscillation 60-100%</b>	<b>Phase double appui 0-10% &amp; 50-60%</b>	<b>Phase simple appui 10-50% &amp; 60-100%</b>
<b>Y - Gauche</b>	+ 2 mm à 50%			
<b>Y - Droit</b>	+ 11 mm à 50%			

ii. *Angles*

**1. Chevilles**

<b>Gauche</b>	<b>Phase d'appui 0-60%</b>	<b>Phase d'oscillation 60-100%</b>	<b>Phase double appui 0-10% &amp; 50-60%</b>	<b>Phase simple appui 10-50% &amp; 60-100%</b>
<b>X</b>	Augmentation supination			
<b>Y</b>	Diminution adduction Courbes se rapprochant de la normale			
<b>Z</b>	Augmentation flexion dorsale			

<b>Droite</b>	<b>Phase d'appui 0-60%</b>	<b>Phase d'oscillation 60-100%</b>	<b>Phase double appui 0-10% &amp; 50-60%</b>	<b>Phase simple appui 10-50% &amp; 60-100%</b>
<b>X</b>	Diminution supination			
<b>Y</b>	Courbes quasi superposées avec légère augmentation adduction			
<b>Z</b>	Diminution flexion dorsale			

**2. Genoux**

<b>Gauche</b>	<b>Phase d'appui 0-60%</b>	<b>Phase d'oscillation 60-100%</b>	<b>Phase double appui 0-10% &amp; 50-60%</b>	<b>Phase simple appui 10-50% &amp; 60-100%</b>
<b>X</b>	Gain jusqu'à -10° : diminution varus			
<b>Y</b>	Courbes superposées			
<b>Z</b>	Gain jusqu'à -18° : augmentation rotation externe			

<b>Droit</b>	<b>Phase d'appui 0-60%</b>	<b>Phase d'oscillation 60-100%</b>	<b>Phase double appui 0-10% &amp; 50-60%</b>	<b>Phase simple appui 10-50% &amp; 60-100%</b>
<b>X</b>	Gain jusqu'à -5° : augmentation valgus			
<b>Y</b>	Courbes superposées			
<b>Z</b>	Gain jusqu'à +5° : diminution rotation externe			

iii. Puissance

	<b>Phase d'appui 0-60%</b>	<b>Phase d'oscillation 60-100%</b>	<b>Phase double appui 0-10% &amp; 50-60%</b>	<b>Phase simple appui 10-50% &amp; 60-100%</b>
<b>X - Gauche</b>	Diminution vs normale	Pic à 50% Augmentation au fur et à mesure	Fin pic + précoce (60% vs 70%)	
<b>X - Droit</b>	Diminution vs normale	Pic à 50% Augmentation au fur et à mesure	Fin pic + précoce (60% vs 70%)	

g. Patient 8 – 13 ans (Annexe 7 – Page 61)

i. COP

	<b>Phase d'appui 0-60%</b>	<b>Phase d'oscillation 60-100%</b>	<b>Phase double appui 0-10% &amp; 50-60%</b>	<b>Phase simple appui 10-50% &amp; 60-100%</b>
<b>Y - Gauche</b> <b>Y - Droit</b>	COP ininterprétable car une seule donnée AQM			

ii. Angles

1. Chevilles

<b>Gauche</b>	<b>Phase d'appui 0-60%</b>	<b>Phase d'oscillation 60-100%</b>	<b>Phase double appui 0-10% &amp; 50-60%</b>	<b>Phase simple appui 10-50% &amp; 60-100%</b>
<b>X</b>	Augmentation supination vs normale			
<b>Y</b>	Adduction + importante vs normale	Adduction – importante vs normale	Adduction + importante vs normale	
<b>Z</b>	Flexion plantaire + importante vs normale			

<b>Droite</b>	<b>Phase d'appui 0-60%</b>	<b>Phase d'oscillation 60-100%</b>	<b>Phase double appui 0-10% &amp; 50-60%</b>	<b>Phase simple appui 10-50% &amp; 60-100%</b>
<b>X</b>	Augmentation supination vs normale			
<b>Y</b>	Adduction + importante vs normale	Adduction – importante vs normale	Adduction + importante vs normale	Adduction – importante vs normale
<b>Z</b>	Flexion plantaire + importante vs normale			



## 2. Genoux

<b>Gauche</b>	<b>Phase d'appui 0-60%</b>	<b>Phase d'oscillation 60-100%</b>	<b>Phase double appui 0-10% &amp; 50-60%</b>	<b>Phase simple appui 10-50% &amp; 60-100%</b>
<b>X</b>	Jusqu'à 10° d'écart vs normale : + en valgus			
<b>Y</b>	Courbes superposées			
<b>Z</b>	Jusqu'à 8° d'écart vs normale : + en rotation interne			

<b>Droit</b>	<b>Phase d'appui 0-60%</b>	<b>Phase d'oscillation 60-100%</b>	<b>Phase double appui 0-10% &amp; 50-60%</b>	<b>Phase simple appui 10-50% &amp; 60-100%</b>
<b>X</b>	3° d'écart vs normale : + en valgus			
<b>Y</b>	Courbes superposées			
<b>Z</b>	10° d'écart vs normale : + en rotation externe			

### *iii. Puissance*

	<b>Phase d'appui 0-60%</b>	<b>Phase d'oscillation 60-100%</b>	<b>Phase double appui 0-10% &amp; 50-60%</b>	<b>Phase simple appui 10-50% &amp; 60-100%</b>
<b>X - Gauche</b>	Diminution vs normale	Pic à 50% Diminution au pic vs normale	Amorçage fin de pic + précoce (60% vs 70%)	
<b>X - Droit</b>	Diminution vs normale	Pic à 50% Puissance égale au pic	Fin pic + précoce (60% vs 70%)	

#### IV. DISCUSSION

L'objectif principal était d'analyser, dans cette étude descriptive, les modifications en analyse de la marche de la mise en place dans le sinus du tarse d'un implant PitStop chez des patients porteurs de pieds plats valgus idiopathiques sévères.

Nous avons trouvé chez nos 8 patients, des modifications vraies lors du cycle de la marche en post-opératoire.

Concernant le critère de jugement principal, nous avons pu constater la translation du centre de pression (COP) chez tous nos patients, allant de + 2 mm à + 27 mm avec une moyenne à + 13 mm.

L'aspect des différentes courbes illustrant le COP sont toutes différentes, ceci peut s'expliquer par la position des capteurs ou par le fait que chaque pied plat est différent avec sa propre répartition des forces sur la voûte plantaire.

Nos résultats sont similaires à l'étude réalisée en 2019 par Papamerkouriou *et al.*, qui a retrouvé une translation latérale du point de pression chez les patients opérés par arthrorise sous-talienne avec des implants non résorbables.<sup>23</sup>

Concernant les critères de jugements secondaires, nous avons pu mettre en évidence des modifications angulaires, dans tous les plans de l'espace, que ce soit pour les chevilles ou pour les genoux.

Les constatations ne sont pas les mêmes inter- et intra-patients car, même si tous les pieds étaient au grade sévère de la classification des pieds plats, ceux-ci n'en restent pas moins différents quantitativement concernant la déformation initiale pré-opératoire.

Comme nous avons pu le démontrer dans le tableau 2, diverses constatations ont été faites selon les différentes études référencées concernant les modifications en analyse de la marche chez des patients porteurs de pieds plats valgus idiopathiques.

Chez 8 pieds sur 16 opérés (50%) au total, on a pu constater, dans le plan *x*, une diminution de la pronation de cheville ou une augmentation de la supination.

Dans le plan *y*, 10 pieds sur 16 (62%) présentent une diminution de l'abduction de cheville ou une augmentation de l'adduction.

Dans le plan *z*, une diminution de la flexion plantaire a été retrouvée chez 7 pieds sur 16 (43%). Comme Kerr le montrait en 2019, un pied plat valgus présente des déformations dans les 3 plans de l'espace, ce qui explique les modifications observées en analyse de la marche dont l'amélioration de l'éversion du pied en post-opératoire.<sup>28</sup>

Des modifications ont été rapportées au niveau des genoux montrant l'impact global sur les membres inférieurs de cette chirurgie. Dans le plan *x*, 4 pieds sur 18 (22%) ont présenté une diminution du valgus de genou ou une augmentation du varus.

Ce résultat concorde avec l'étude de Twomey *et al.*, qui décrit que les pieds plats se présentent plus fréquemment avec un valgus de genou. Cette correction de valgus s'est donc présentée chez un quart de nos patients.<sup>33</sup>

Dans le plan *y*, il existe une superposition des courbes avec la normale, ce qui s'explique par l'absence de déficit de flexion ou d'extension chez les patients porteurs de pieds plats. Au contraire Kerr a retrouvé une augmentation de la flexion des genoux.<sup>28</sup>

Enfin, dans le plan *z*, 7 pieds sur 16 (43%) ont présenté une diminution de la rotation interne ou une augmentation de la rotation externe des genoux. Comme Hösl *et al.* le démontrait, les patients porteurs de pieds plats se présentent plus en rotation interne de genoux pour compenser leur déformation.<sup>31</sup>

Concernant la puissance appliquée lors de la phase d'appui du cycle de la marche, on constate chez tous les patients (100%) une diminution de la puissance par rapport à la normale.

La diminution de puissance initiale peut s'expliquer par la précocité de notre première AQM en post-opératoire.

Comme le décrivent Mémeo *et al.* et Papamerkouriou *et al.*, pour avoir les premiers résultats objectifs de cette chirurgie, il faut attendre entre 3-6 mois post-opératoire, ce qui n'a pas forcément été le cas chez tous nos patients, du moins pour le 1<sup>er</sup> contrôle.<sup>19,23</sup>

Nous pouvons tout de même retrouver chez 9 pieds sur 16 (56%), une augmentation de la puissance au fur et à mesure des contrôles post-opératoires.

Nous remarquons aussi que chez 10 pieds sur 16 (62%), la fin du pic de puissance est plus précoce que la normale, ceci pourrait s'expliquer par la brièveté de la longueur du pas chez les patients porteurs de pieds plats, comme l'a décrit Hösl *et al.*<sup>31</sup>

Les modifications post-opératoires de la mise en place d'un implant dans le sinus du tarse, en analyse de la marche, sont globales car elles impliquent le centre de pression, les mesures angulaires de chevilles et de genoux tout comme la puissance des chevilles lors d'un cycle de marche. Comment expliquer ces modifications globales du schéma de marche et la difficulté qu'ont les patients à retrouver une marche « normale » ? La discordance entre la modification morphologique du pied et l'impact cinématique sur la marche est grande.

Après avoir analysé dans le tableau 1, les différences entre l'utilisation d'implants biorésorbables ou non, nous pouvons constater que les résultats sont similaires en termes d'efficacité, comme Ruiz-Picazo *et al.* le décrit dans son étude.<sup>40</sup> Le choix d'utilisation d'un implant biorésorbable, ou non, reste donc à la discrétion du chirurgien et des habitudes du service et n'influe donc pas sur le résultat. C'est la modification morphologique d'une part et la « perturbation » proprioceptive du sinus du tarse d'autre part qui en sont responsables.

En effet, Akiyama *et al.* a mis en évidence que le sinus du tarse était une zone riche en terminaisons nerveuses.<sup>41</sup> Après excision et analyse de la synoviale du sinus du tarse chez des patients atteints de douleurs, ils retrouvaient d'abondantes terminaisons nerveuses et différents types de mécanorécepteurs. Ainsi le sinus du tarse n'est pas qu'un espace dans l'articulation

talo-calcaneenne mais aussi une cause probable de douleur proprio- ou nociceptive. Cela peut représenter une cause supplémentaire de douleur en pré- ou post-opératoire chez les patients porteurs de pieds plats valgus du fait de la modification de l'architecture du pied. L'introduction d'un implant dans le sinus du tarse entraîne par conséquent une perturbation des mécanorécepteurs du sinus du tarse. Au-delà de la correction morphologique, l'arthrorise sous-talienne modifie la proprioception du pied et de la cheville et par conséquent le schéma de marche de l'individu.

Böhm *et al.* en 2020 a bien décrit l'intérêt d'étudier le cycle de la marche, en AQM, des patients porteurs de pieds plats, car l'analyse radiographique ne permet de mettre en évidence qu'une petite partie des variables impliquées dans la cinématique du pied.<sup>38</sup> Ces constatations sont appuyées par le fait que la fonction du pied, lors de la marche, est dynamique et non statique et doit donc être analysée avec un examen dynamique associé à un examen clinique. Notre étude confirme que l'AQM est un élément pertinent de l'analyse pré et post-opératoire d'une chirurgie d'arthrorise sous-talienne. Elle apporte une analyse plus fine que le podoscope et la radiographie. La variabilité des résultats montre à quel point l'AQM doit progresser en précision mais également à quel point, tous les pieds plats ne se ressemblent pas. Pour une même sévérité « podoscopique », nous avons observé des différences cinématiques. Cette étude est donc un plaidoyer pour l'utilisation de l'AQM en soins courants et pour une analyse au cas par cas des patients. Il est probable que de nouvelles classifications découleront d'une utilisation plus systématique de l'AQM.

Malgré les différences cinématiques retrouvées ci-dessus, concernant les modifications angulaires et la puissance, Evans *et al.* ont démontré qu'il n'y pas de différence significative retrouvée concernant la performance sportive entre les enfants porteurs de pieds plats et les autres.<sup>6</sup> Néanmoins, c'est une idée reçue qui a longtemps accompagnée le recrutement dans l'armée ; les recrues présentant des pieds plats étaient réformées car ceux-ci étaient associés à

douleur et inaptitude sportive. Mais, comme le décrit aussi Evans *et al.*, avoir des pieds plats ne signifie pas être symptomatique et inapte. En revanche, Mosca *et al.* décrit que les pieds plats rajoutent une prédisposition à faire des fractures de stress par rapport à ceux avec une arche plantaire haute ou standard.<sup>12</sup> Il faut donc examiner chaque patient au cas par cas en fonction de sa symptomatologie sans être stigmatisant concernant les pratiques sportives.

## V. CONCLUSION

Le pied plat valgus idiopathique est donc une déformation fréquente chez l'enfant mais peut se révéler symptomatique et donc devoir nécessiter d'une prise en charge chirurgicale.

C'est une déformation tridimensionnelle n'impliquant pas uniquement le pied mais aussi les autres segments du membre inférieur, une analyse dynamique en analyse de la marche est donc souhaitable pour mieux comprendre ses conséquences cliniques.

L'arthrorise sous taliennne, est un traitement très répandu, simple et efficace dans la prise en charge du pied plat valgus.

Nous avons pu constater, dans notre étude, que les modifications sont variables mais réelles, que ce soit pour la translation du centre de pression, les modifications angulaires au niveau des chevilles et des genoux et la puissance impliquée par les chevilles lors du cycle de la marche.

Une étude à plus grande échelle est souhaitable pour pouvoir apporter des résultats significatifs et une généralisation de la correction apportée par l'implant.

## VI. BIBLIOGRAPHIE

- (1) Bremond, Nicolas, C. Mémoire de Master 2 - Implant "Pitstop" chez des enfants porteurs d'un pied plat valgus idiopathique. 99.
- (2) Chen, J.-P.; Chung, M.-J.; Wu, C.-Y.; Cheng, K.-W.; Wang, M.-J. Comparison of Barefoot Walking and Shod Walking Between Children with and Without Flat Feet. *J. Am. Podiatr. Med. Assoc.* **2015**, *105* (3), 8.
- (3) Chen, K.-C.; Tung, L.-C.; Yeh, C.-J.; Yang, J.-F.; Kuo, J.-F.; Wang, C.-H. Change in Flatfoot of Preschool-Aged Children: A 1-Year Follow-up Study. *Eur. J. Pediatr.* **2013**, *172* (2), 255–260. <https://doi.org/10.1007/s00431-012-1884-4>.
- (4) Pfeiffer, M.; Kotz, R.; Ledl, T.; Hauser, G.; Sluga, M. Prevalence of Flat Foot in Preschool-Aged Children. *PEDIATRICS* **2006**, *118* (2), 634–639. <https://doi.org/10.1542/peds.2005-2126>.
- (5) Sadeghi-Demneh, E.; Jafarian, F.; Melvin, J. M. A.; Azadinia, F.; Shamsi, F.; Jafarpishe, M. Flatfoot in School-Age Children: Prevalence and Associated Factors. *Foot Ankle Spec.* **2015**, *8* (3), 186–193. <https://doi.org/10.1177/1938640015578520>.
- (6) Evans, A. M.; Rome, K. A Cochrane Review of the Evidence for Non-Surgical Interventions for Flexible Pediatric Flat Feet. *Eur. J. Phys. Rehabil. Med.* **2011**, *47* (1), 21.
- (7) García-Rodríguez, A.; Martín-Jiménez, F.; Carnero-Varo, M.; Gómez-Gracia, E.; Gómez-Aracena, J.; Fernández-Crehuet, J. Flexible Flat Feet in Children: A Real Problem? *Pediatrics* **1999**, *103* (6), e84–e84. <https://doi.org/10.1542/peds.103.6.e84>.
- (8) Banwell, H. A.; Paris, M. E.; Mackintosh, S.; Williams, C. M. Paediatric Flexible Flat Foot: How Are We Measuring It and Are We Getting It Right? A Systematic Review. *J. Foot Ankle Res.* **2018**, *11* (1), 21. <https://doi.org/10.1186/s13047-018-0264-3>.
- (9) Dare, D. M.; Dodwell, E. R. Pediatric Flatfoot: Cause, Epidemiology, Assessment, and Treatment. *Curr. Opin. Pediatr.* **2014**, *26* (1), 93–100. <https://doi.org/10.1097/MOP.0000000000000039>.



- (10) Bernasconi, A.; Iervolino, C.; D'Alterio, R.; Lintz, F.; Patel, S.; Sadile, F. Midterm Assessment of Subtalar Arthroereisis for Correction of Flexible Flatfeet in Children. *Orthop. Traumatol. Surg. Res.* **2020**, *106* (1), 185–191. <https://doi.org/10.1016/j.otsr.2019.10.012>.
- (11) Michaud, T. C.; Nawoczinski, D. A. The Influence of Two Different Types of Foot Orthoses on First Metatarsophalangeal Joint Kinematics During Gait in a Single Subject. *J. Manipulative Physiol. Ther.* **2006**, *29* (1), 60–65. <https://doi.org/10.1016/j.jmpt.2005.11.009>.
- (12) Mosca, V. S. Flexible Flatfoot in Children and Adolescents. *J. Child. Orthop.* **2010**, *4* (2), 107–121. <https://doi.org/10.1007/s11832-010-0239-9>.
- (13) Smith, C.; Zaidi, R.; Bhamra, J.; Bridgens, A.; Wek, C.; Kokkinakis, M. Subtalar Arthroereisis for the Treatment of the Symptomatic Paediatric Flexible Pes Planus: A Systematic Review. *EFORT Open Rev.* **2021**, *6* (2), 118–129. <https://doi.org/10.1302/2058-5241.6.200076>.
- (14) Koutsogiannis, E. Treatment of Mobile Flat Foot by Displacement Osteotomy of the Calcaneus. *J. Bone Joint Surg. Br.* **1971**, *53* (1), 96–100.
- (15) Evans, D. Calcaneo-Valgus Deformity. *J. Bone Joint Surg. Br.* **1975**, *57* (3), 270–278.
- (16) Mosca, V. S. Calcaneal Lengthening for Valgus Deformity of the Hindfoot. Results in Children Who Had Severe, Symptomatic Flatfoot and Skewfoot. *J. Bone Joint Surg. Am.* **1995**, *77* (4), 500–512. <https://doi.org/10.2106/00004623-199504000-00002>.
- (17) Faldini, C.; Mazzotti, A.; Panciera, A.; Perna, F.; Stefanini, N.; Giannini, S. Bioabsorbable Implants for Subtalar Arthroereisis in Pediatric Flatfoot. *Musculoskelet. Surg.* **2017**. <https://doi.org/10.1007/s12306-017-0491-y>.
- (18) Faldini, C.; Mazzotti, A.; Panciera, A.; Persiani, V.; Pardo, F.; Perna, F.; Giannini, S. Patient-Perceived Outcomes after Subtalar Arthroereisis with Bioabsorbable Implants for Flexible Flatfoot in Growing Age: A 4-Year Follow-up Study. *Eur. J. Orthop. Surg. Traumatol.* **2018**, *28* (4), 707–712. <https://doi.org/10.1007/s00590-017-2119-1>.
- (19) Memeo, A.; Verdoni, F.; Rossi, L.; Ferrari, E.; Panuccio, E.; Pedretti, L. Flexible Juvenile Flat Foot Surgical Correction: A Comparison Between Two Techniques After Ten

Years' Experience. *J. Foot Ankle Surg.* **2019**, *58* (2), 203–207.

<https://doi.org/10.1053/j.jfas.2018.07.013>.

(20) In2Bones. Pit'Stop - In2Bones.

(21) Vogt, B.; Toporowski, G.; Gosheger, G.; Rölfing, J. D.; Rosenbaum, D.; Schiedel, F.; Laufer, A.; Kleine-Koenig, M.-T.; Theil, C.; Roedl, R.; Frommer, A. Subtalar Arthroereisis for Flexible Flatfoot in Children—Clinical, Radiographic and Pedobarographic Outcome Comparing Three Different Methods. *Children* **2021**, *8* (5), 359.

<https://doi.org/10.3390/children8050359>.

(22) Bittar, C. K.; Cliquet Júnior, A.; Reis, A. M. D.; Flôr, B. M. D. S. S.; Bertazzo, D. P. C.; Dezan, M. F. R. PEDIATRIC FLEXIBLE VALGUS FLATFOOT CORRECTION BY ARTHROEREISIS. *Acta Ortopédica Bras.* **2020**, *28* (5), 212–215.

<https://doi.org/10.1590/1413-785220202805234176>.

(23) Papamerkouriou, Y.-M.; Rajan, R.; Chaudhry, S.; Kodumuri, P.; Evans, H.; Kerr, M. Prospective Early Clinical, Radiological, and Kinematic Pedobarographic Analysis Following Subtalar Arthroereises for Paediatric Pes Planovalgus. *Cureus* **2019**.

<https://doi.org/10.7759/cureus.6309>.

(24) Megremis, P.; Megremis, O. Arthroereisis for Symptomatic Flexible Flatfoot Deformity in Young Children: Radiological Assessment and Short-Term Follow-Up. *J. Foot Ankle Surg.* **2019**, *58* (5), 904–915. <https://doi.org/10.1053/j.jfas.2019.01.012>.

(25) Faldini, C.; Nanni, M.; Traina, F.; Fabbri, D.; Borghi, R.; Giannini, S. Surgical Treatment of Hallux Valgus Associated with Flexible Flatfoot during Growing Age. *Int. Orthop.* **2016**, *40* (4), 737–743. <https://doi.org/10.1007/s00264-015-3019-9>.

(26) Ruozi, B.; Belletti, D.; Manfredini, G.; Tonelli, M.; Sena, P.; Vandelli, M. A.; Forni, F.; Tosi, G. Biodegradable Device Applied in Flatfoot Surgery: Comparative Studies between Clinical and Technological Aspects of Removed Screws. *Mater. Sci. Eng. C* **2013**, *33* (3), 1773–1782. <https://doi.org/10.1016/j.msec.2012.12.093>.

(27) Giannini, S.; Ceccarelli, F.; Vannini, F.; Baldi, E. Operative Treatment of Flatfoot

With Talocalcaneal Coalition. *Clin. Orthop.* **2003**, *411*, 178–187.

<https://doi.org/10.1097/01.blo.0000069897.31220.7a>.

(28) Kerr, C. M.; Zavatsky, A. B.; Theologis, T.; Stebbins, J. Kinematic Differences between Neutral and Flat Feet with and without Symptoms as Measured by the Oxford Foot Model. *Gait Posture* **2019**, *67*, 213–218. <https://doi.org/10.1016/j.gaitpost.2018.10.015>.

(29) Levinger, P.; Murley, G. S.; Barton, C. J.; Cotchett, M. P.; McSweeney, S. R.; Menz, H. B. A Comparison of Foot Kinematics in People with Normal- and Flat-Arched Feet Using the Oxford Foot Model. *Gait Posture* **2010**, *32* (4), 519–523.

<https://doi.org/10.1016/j.gaitpost.2010.07.013>.

(30) Kothari, A.; Dixon, P. C.; Stebbins, J.; Zavatsky, A. B.; Theologis, T. The Relationship between Quality of Life and Foot Function in Children with Flexible Flatfoot. *Gait Posture* **2015**, *41* (3), 786–790. <https://doi.org/10.1016/j.gaitpost.2015.02.012>.

(31) Hösl, M.; Böhm, H.; Multerer, C.; Döderlein, L. Does Excessive Flatfoot Deformity Affect Function? A Comparison between Symptomatic and Asymptomatic Flatfeet Using the Oxford Foot Model. *Gait Posture* **2014**, *39* (1), 23–28.

<https://doi.org/10.1016/j.gaitpost.2013.05.017>.

(32) Shih, Y.-F.; Chen, C.-Y.; Chen, W.-Y.; Lin, H.-C. Lower Extremity Kinematics in Children with and without Flexible Flatfoot: A Comparative Study. *BMC Musculoskelet. Disord.* **2012**, *13* (1), 31. <https://doi.org/10.1186/1471-2474-13-31>.

(33) Twomey, D. M.; McIntosh, A. S. The Effects of Low Arched Feet on Lower Limb Gait Kinematics in Children. *The Foot* **2012**, *22* (2), 60–65.

<https://doi.org/10.1016/j.foot.2011.11.005>.

(34) Zafiroopoulos, G.; Prasad, K. S. R. K.; Kouboura, T.; Danis, G. Flat Foot and Femoral Anteversion in Children—A Prospective Study. *The Foot* **2009**, *19* (1), 50–54.

<https://doi.org/10.1016/j.foot.2008.09.003>.

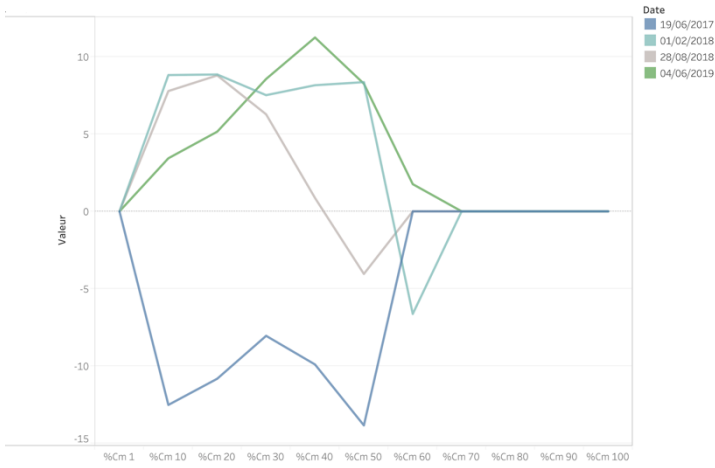
(35) Leung, A. K. L.; Mak, A. F. T.; Evans, J. H. Biomechanical Gait Evaluation of the Immediate Effect of Orthotic Treatment for Flexible Flat Foot. *Prosthet. Orthot. Int.* **1998**, *22*

- (1), 25–34. <https://doi.org/10.3109/03093649809164454>.
- (36) Jafarnezhadgero, A. A.; Shad, M. M.; Majlesi, M. Effect of Foot Orthoses on the Medial Longitudinal Arch in Children with Flexible Flatfoot Deformity: A Three-Dimensional Moment Analysis. *Gait Posture* **2017**, *55*, 75–80. <https://doi.org/10.1016/j.gaitpost.2017.04.011>.
- (37) SAURET, C. Biomécanique Du Handicap et de La Réhabilitation. 2014.
- (38) Böhm, H.; Döderlein, L.; Fujak, A.; Dussa, C. U. Is There a Correlation between Static Radiographs and Dynamic Foot Function in Pediatric Foot Deformities? *Foot Ankle Surg.* **2020**, *26* (7), 801–809. <https://doi.org/10.1016/j.fas.2019.10.006>.
- (39) Fusco, N. Analyse, Modélisation et Simulation de La Marche Pathologique. July 7, 2008.
- (40) Ruiz-Picazo, D.; Jiménez-Ortega, P.; Doñate-Pérez, F.; Gaspar-Aparicio, N.; García-Martín, V.; Ramírez-Villaescusa, J.; Losa-Palacios, S. Radiographic and Functional Results Following Subtalar Arthroereisis in Pediatric Flexible Flatfoot. *Adv. Orthop.* **2019**, *2019*, 1–8. <https://doi.org/10.1155/2019/5061934>.
- (41) Akiyama, K.; Takakura, Y.; Tomita, Y.; Sugimoto, K.; Tanaka, Y.; Tamai, S. Neurohistology of the Sinus Tarsi and Sinus Tarsi Syndrome. *J. Orthop. Sci.* **1999**, *4* (4), 299–303. <https://doi.org/10.1007/s007760050107>.

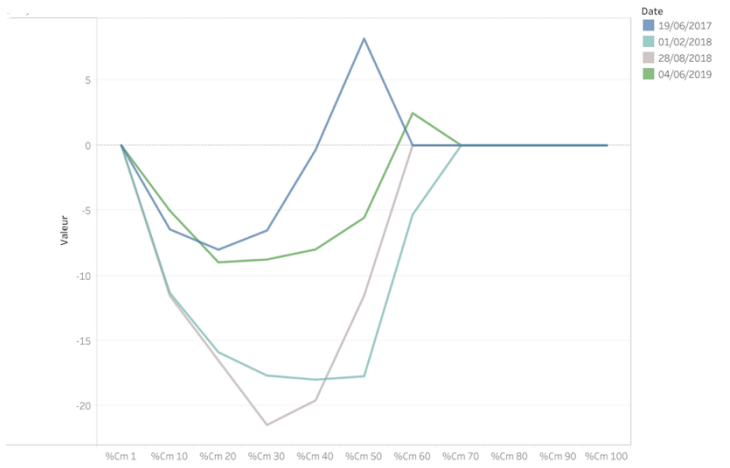
# VII. ANNEXES

## 1. Annexe 1 – Patient 2

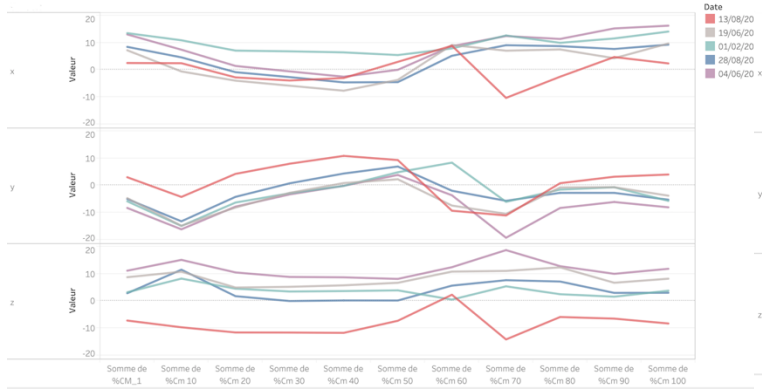
COP gauche



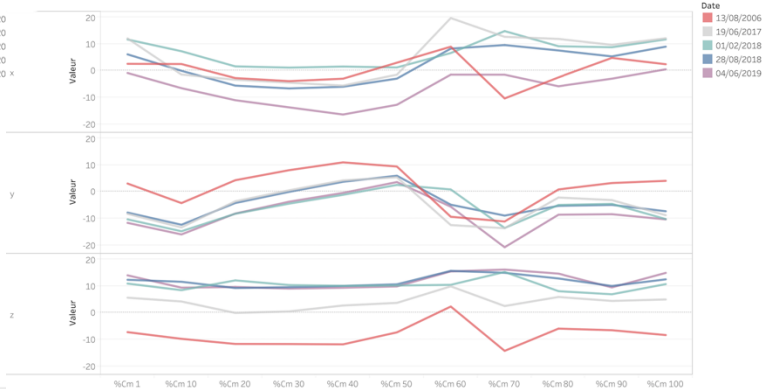
COP droit



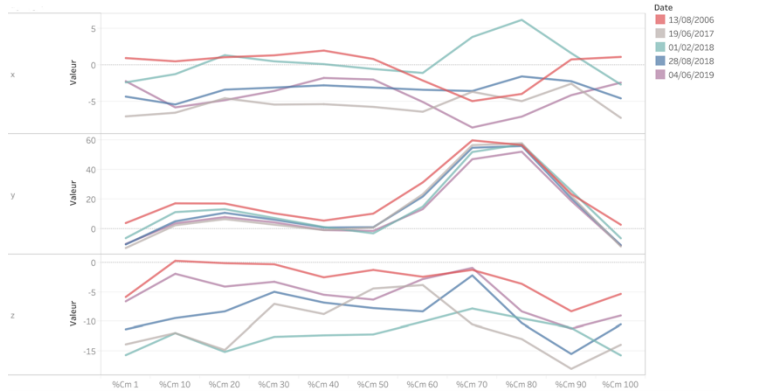
Angle - Cheville gauche



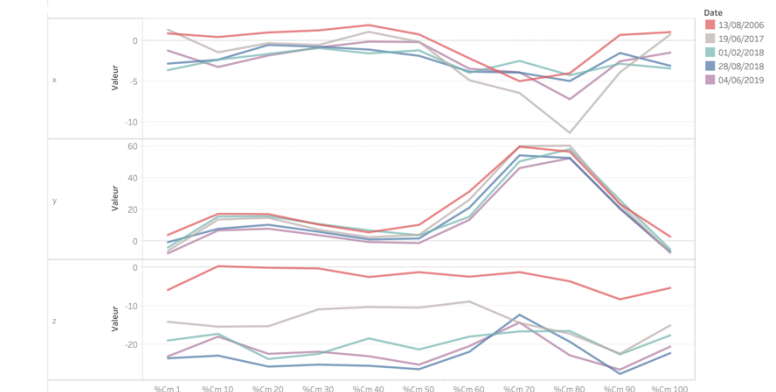
Angle - Cheville droite



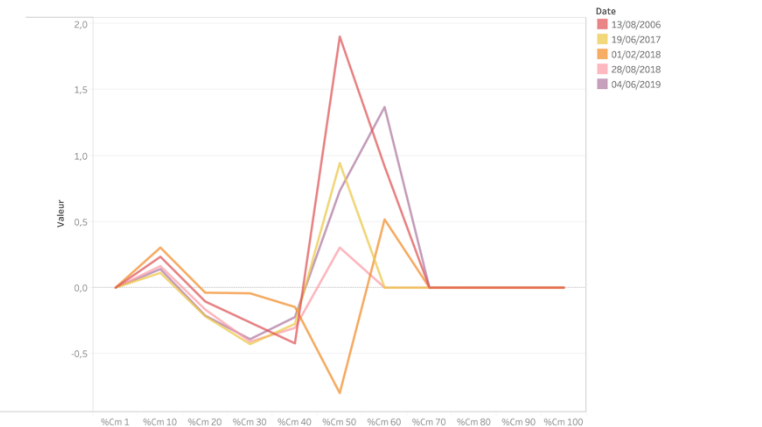
Angle - Genou gauche



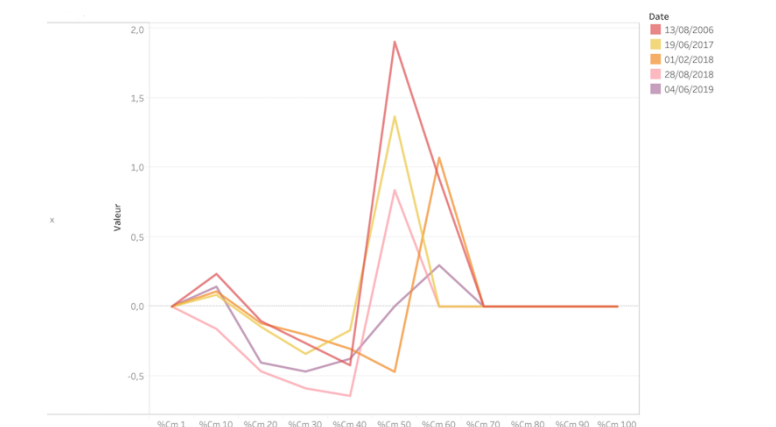
Angle - Genou droit



Puissance - Cheville gauche

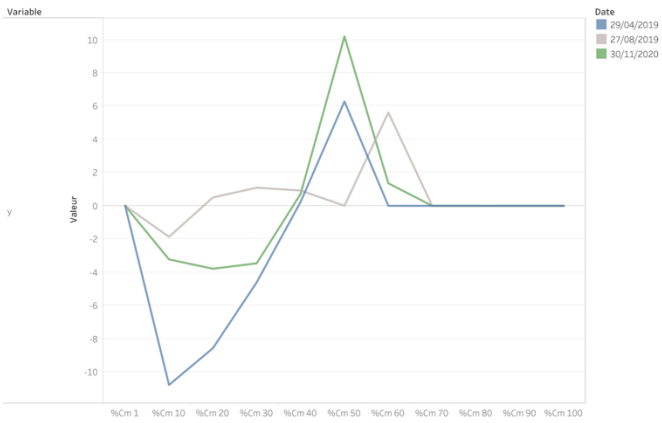


Puissance - Cheville droite

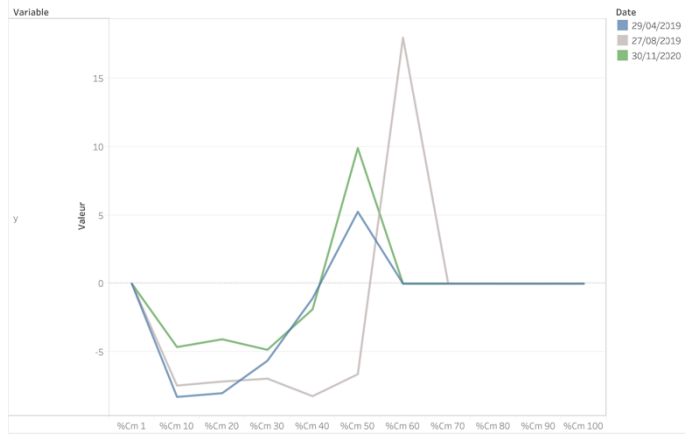


## 2. Annexe 2 – Patient 3

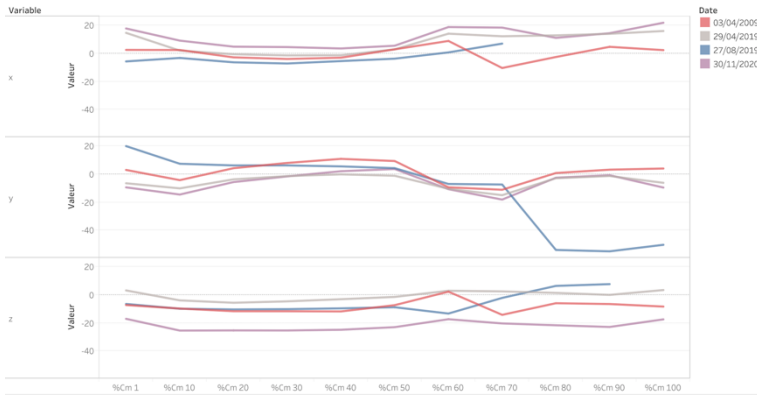
COP gauche



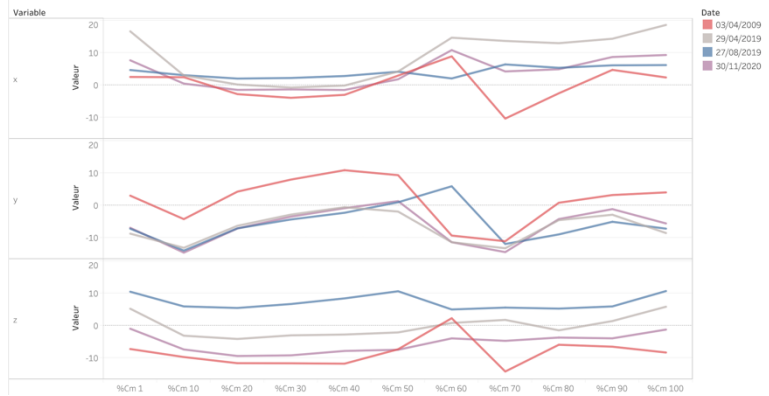
COP droit



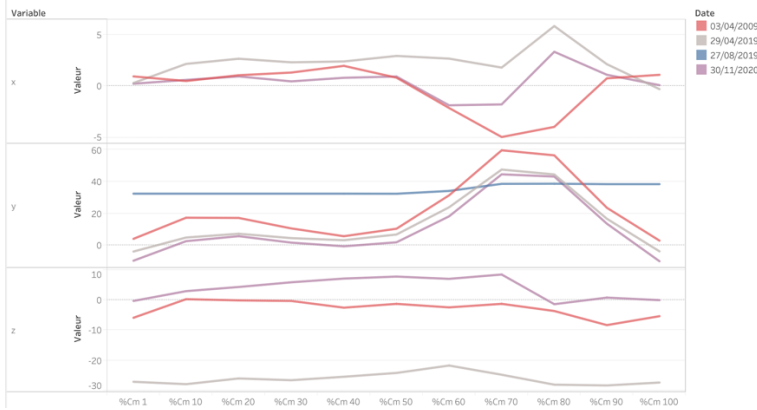
Angle - Cheville gauche



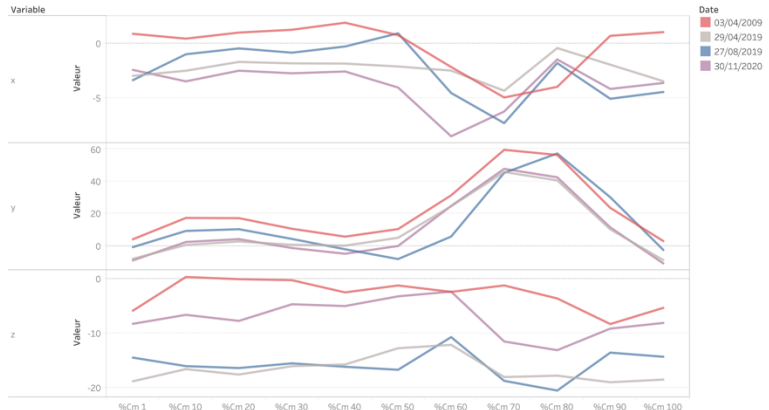
Angle - Cheville droite



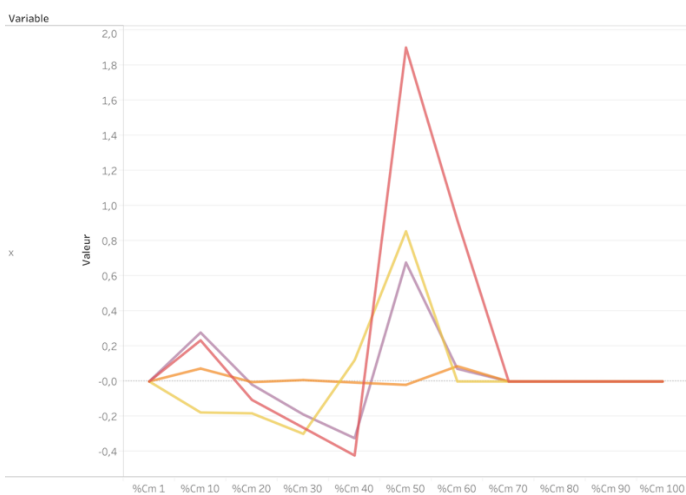
Angle - Genou gauche



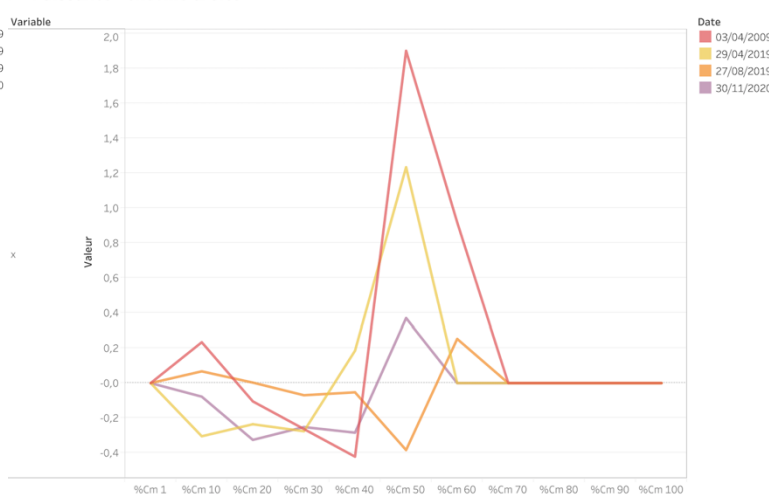
Angle - Genou droit



Puissance - Cheville gauche

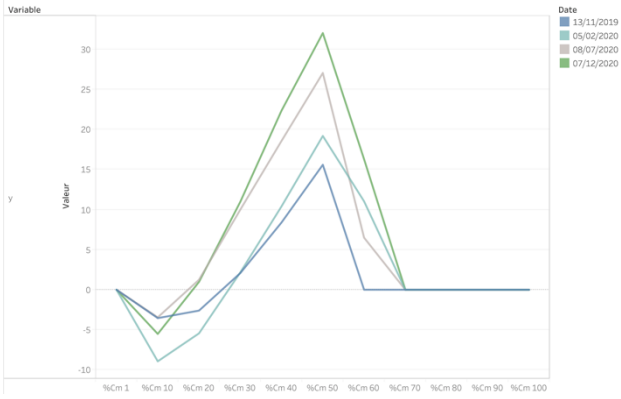


Puissance - Cheville droite

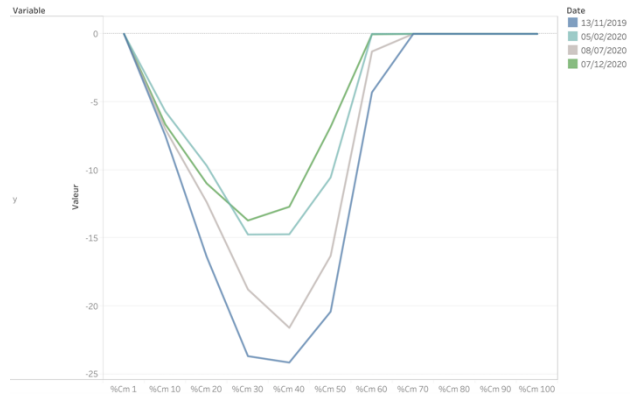


### 3. Annexe 3 – Patient 4

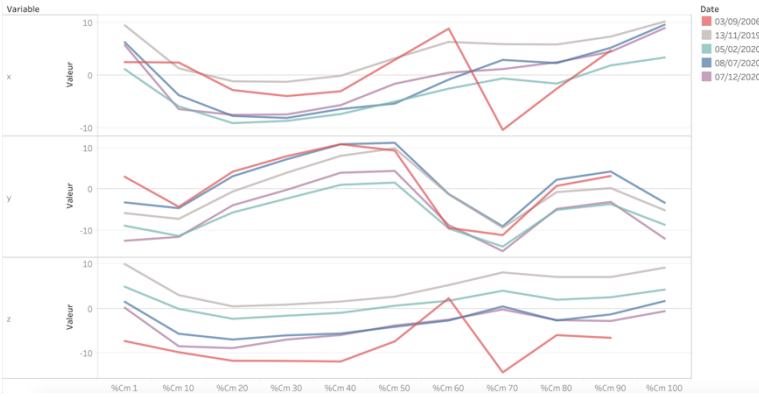
COP gauche



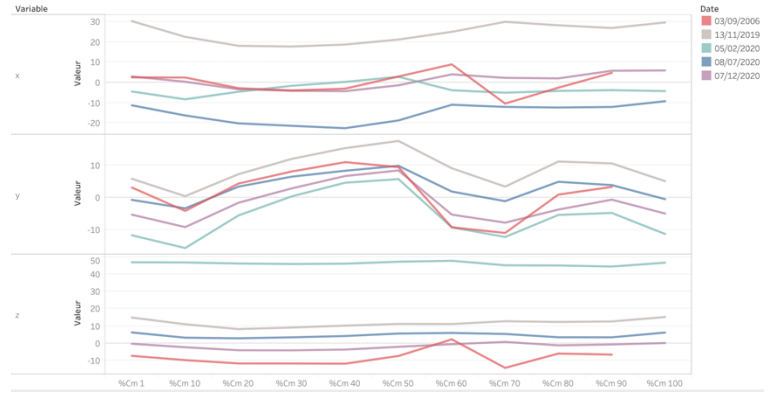
COP droit



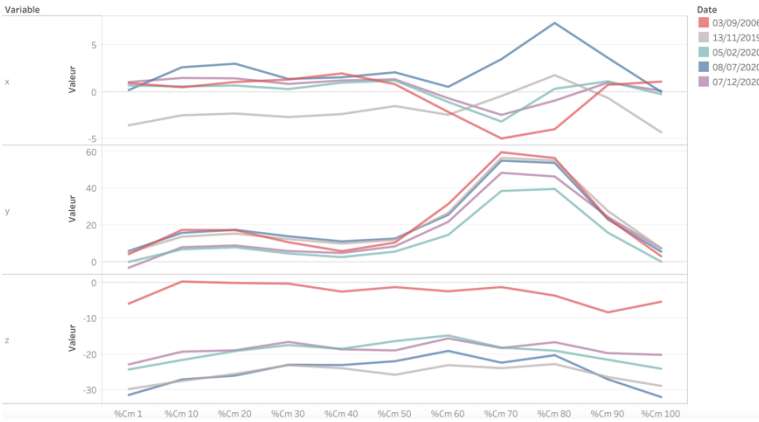
Angle - Cheville gauche



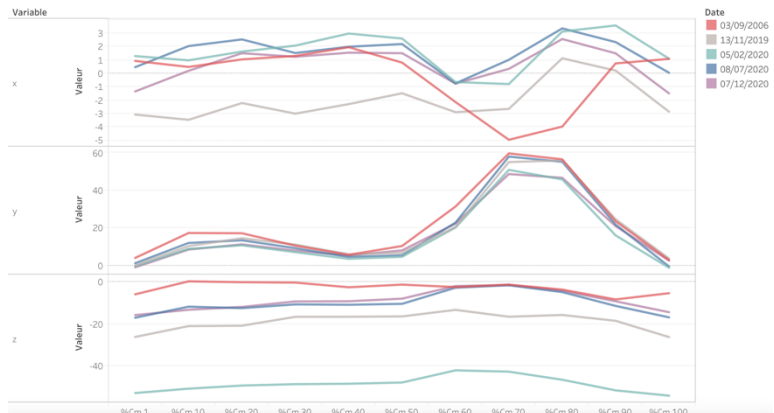
Angle - Cheville droite



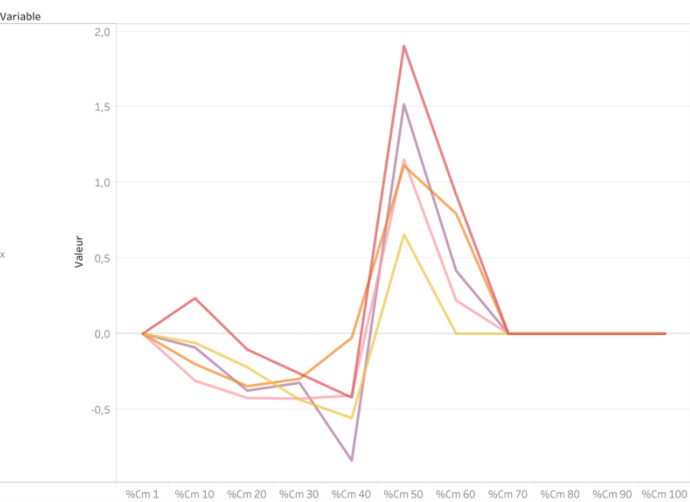
Angle - Genou gauche



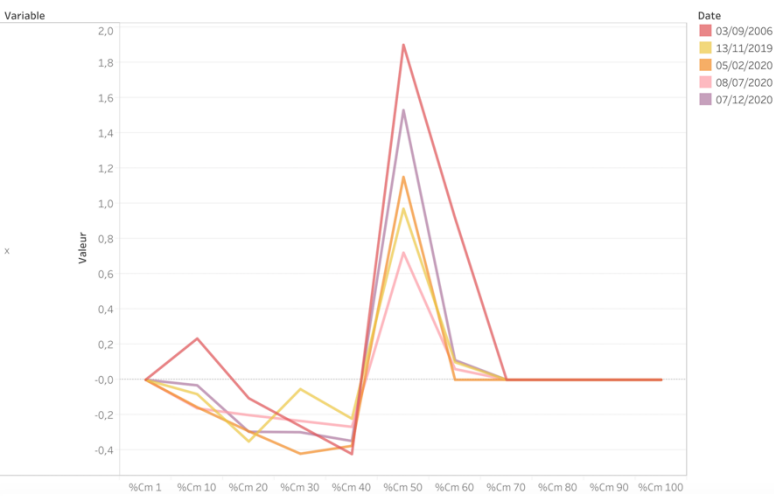
Angle - Genou droit



Puissance - Cheville gauche

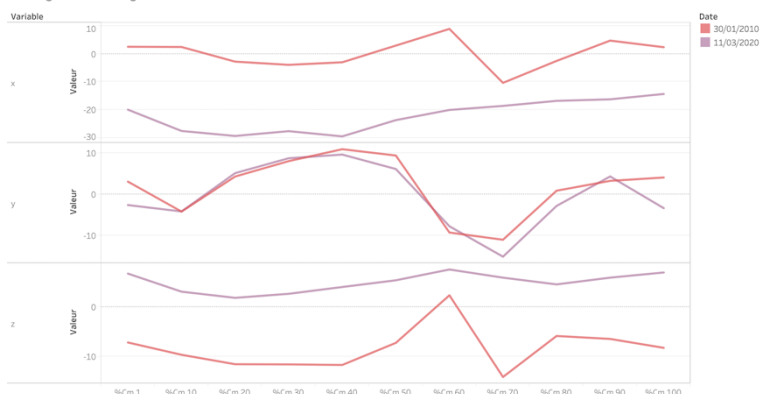


Puissance - Cheville droite

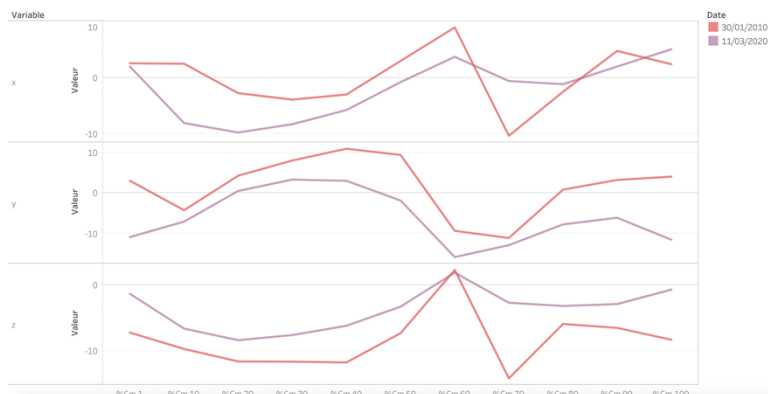


## 4. Annexe 4 – Patient 5

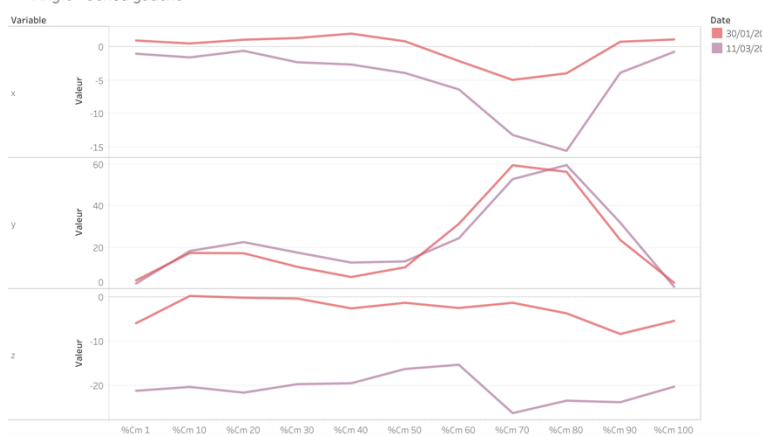
Angle - Cheville gauche



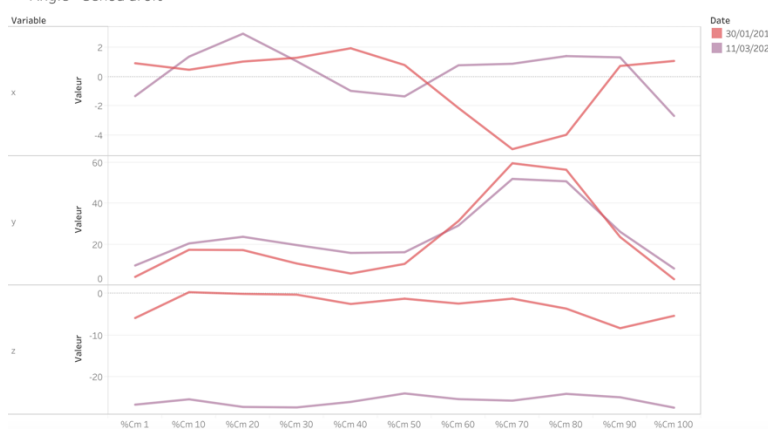
Angle - Cheville droite



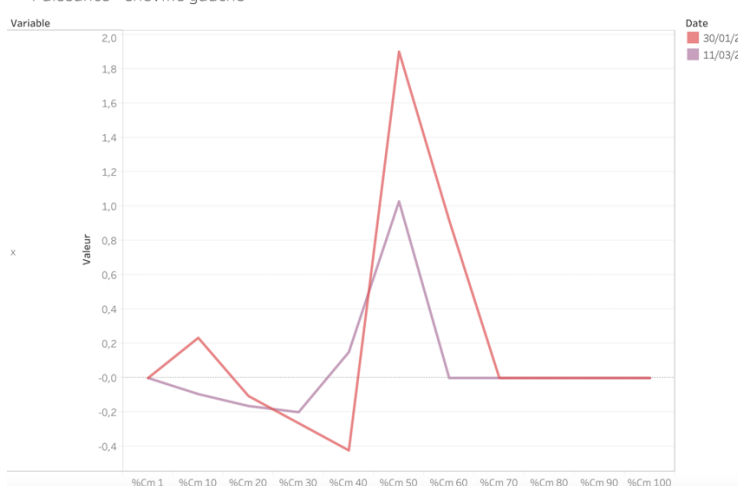
Angle - Genou gauche



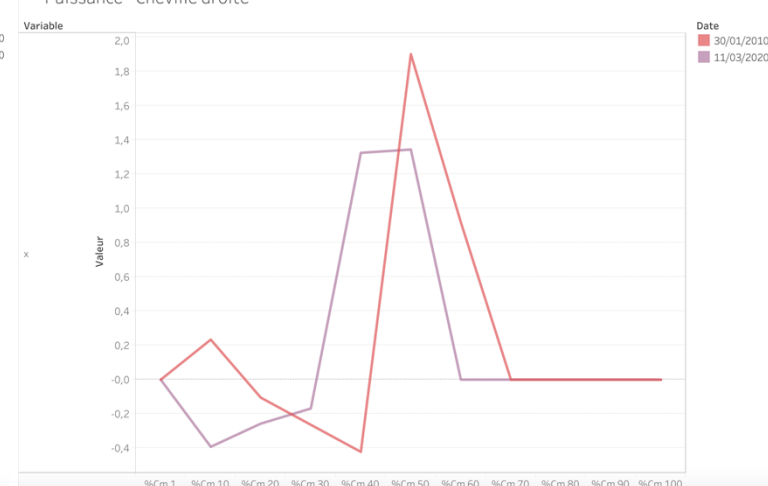
Angle - Genou droit



Puissance - Cheville gauche



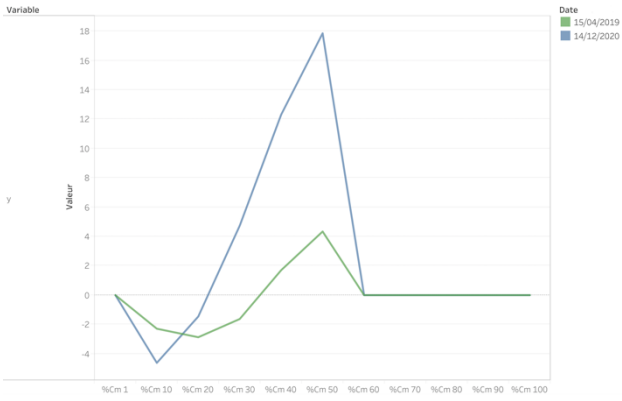
Puissance - Cheville droite



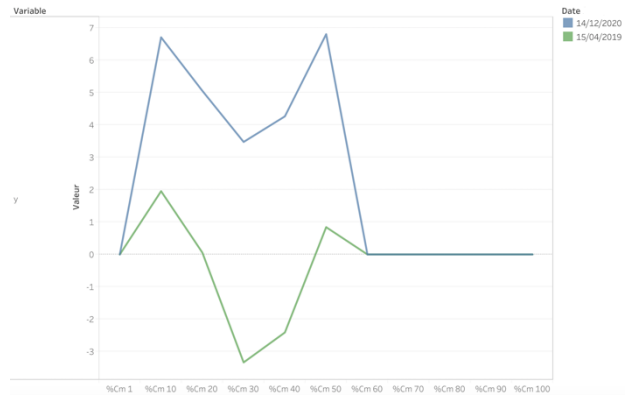


## 5. Annexe 5 – Patient 6

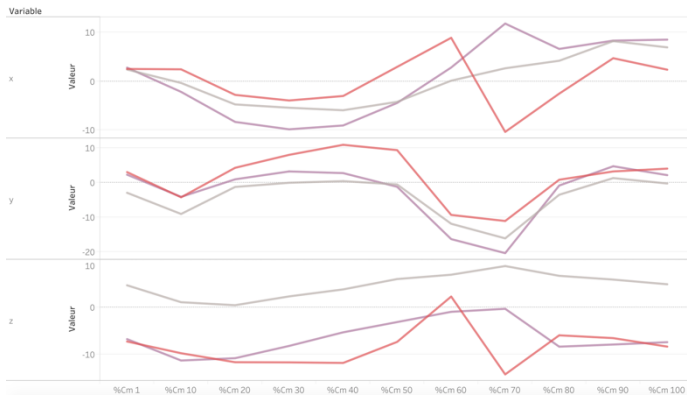
COP gauche



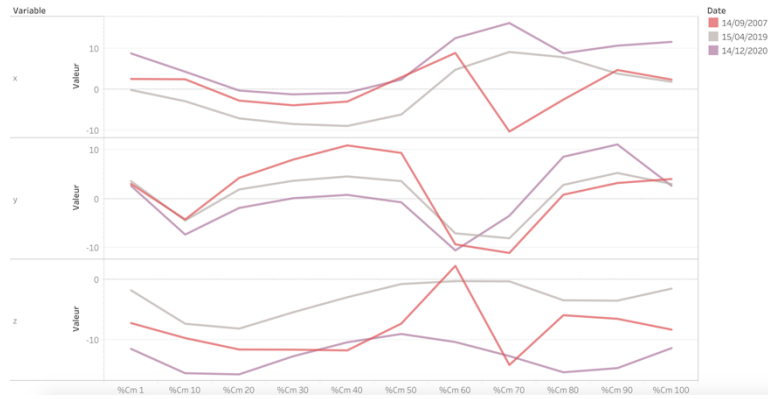
COP droit



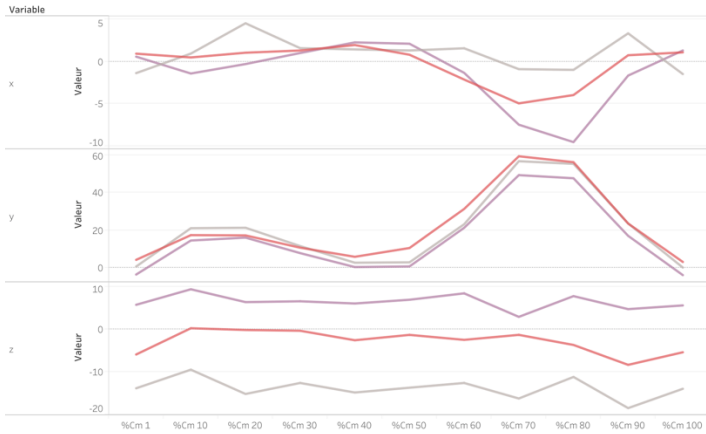
Angle - Cheville gauche



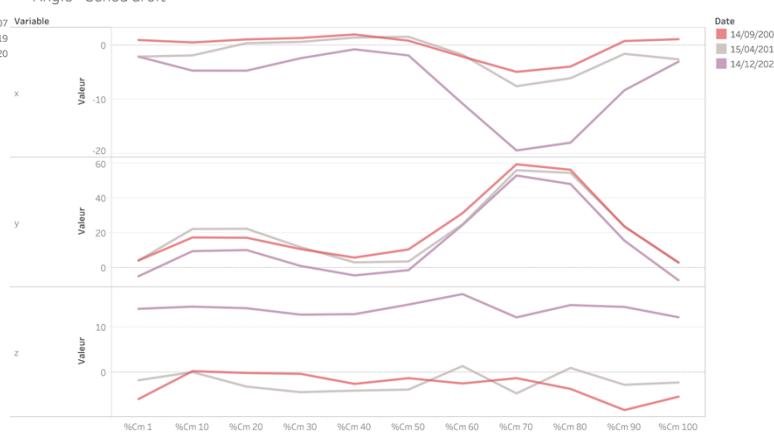
Angle - Cheville droite



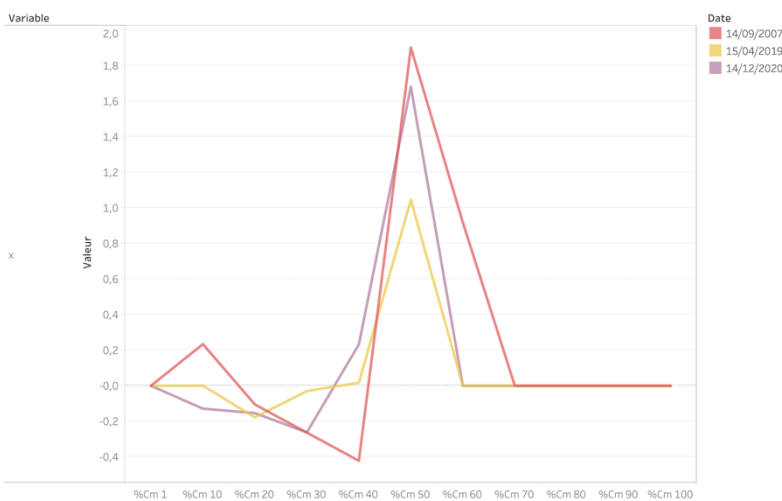
Angle - Genou gauche



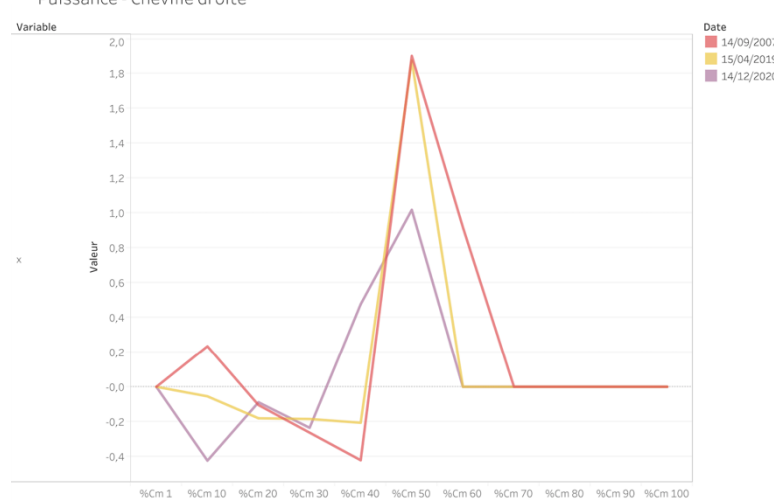
Angle - Genou droit



Puissance - Cheville gauche

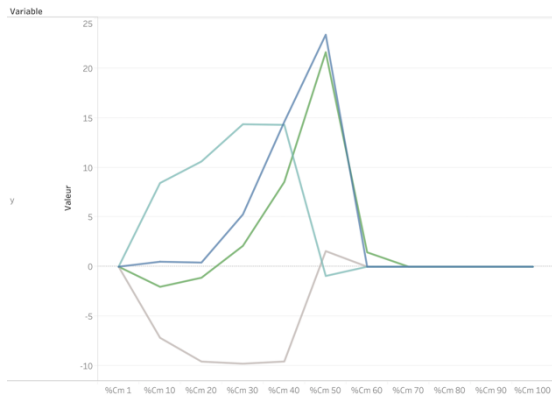


Puissance - Cheville droite

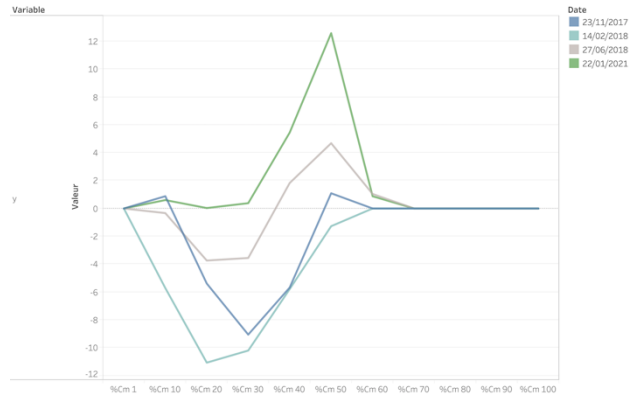


## 6. Annexe 6 – Patient 7

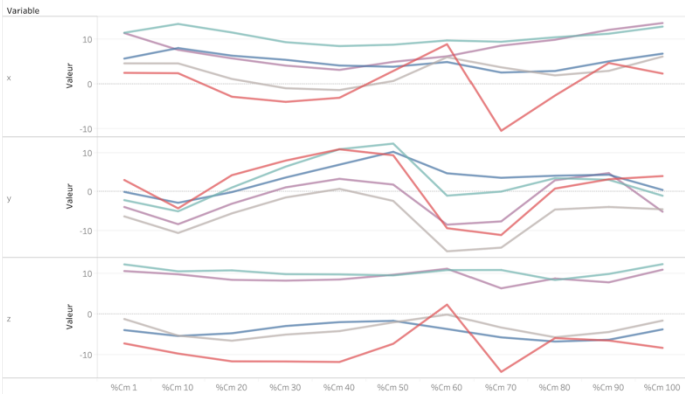
COP gauche



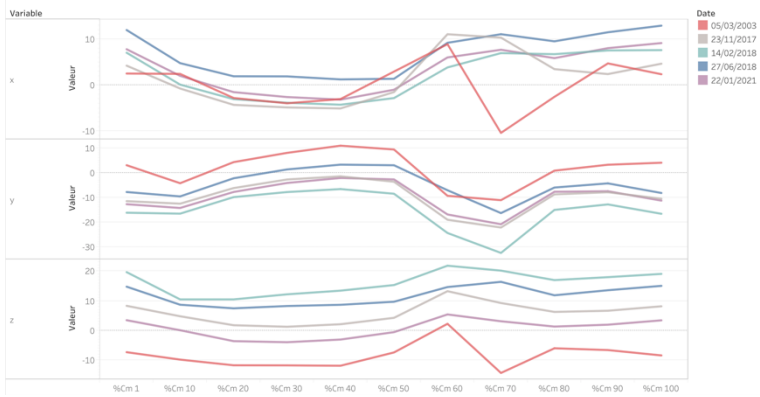
COP droit



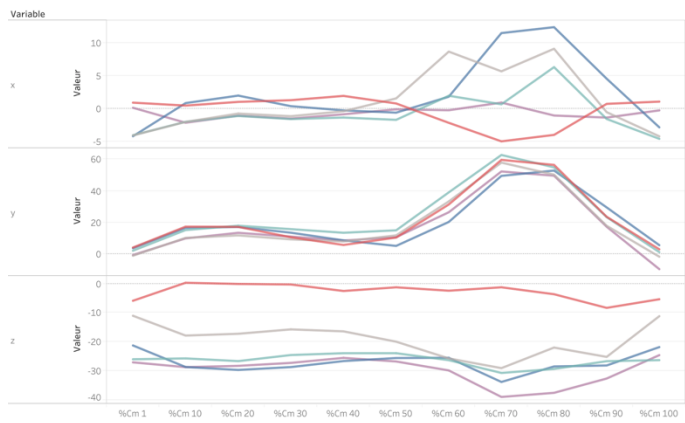
Angle - Cheville gauche



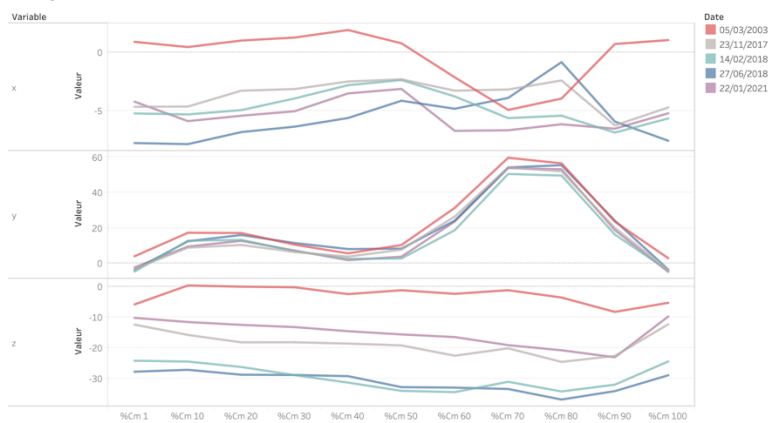
Angle - Cheville droite



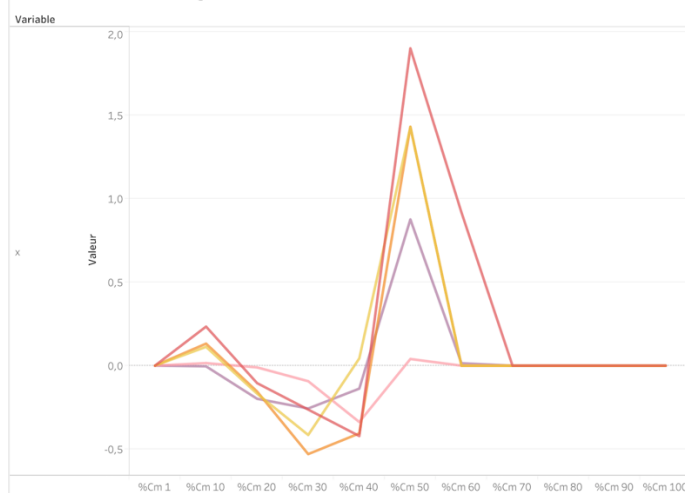
Angle - Genou gauche



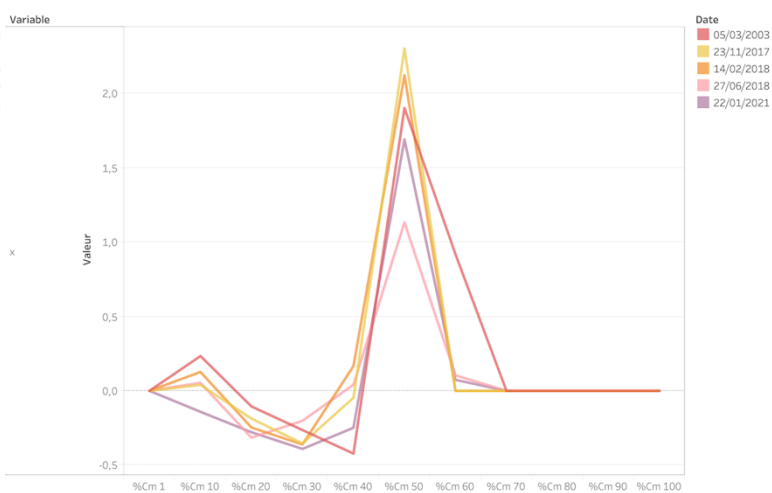
Angle - Genou droit



Puissance - Cheville gauche

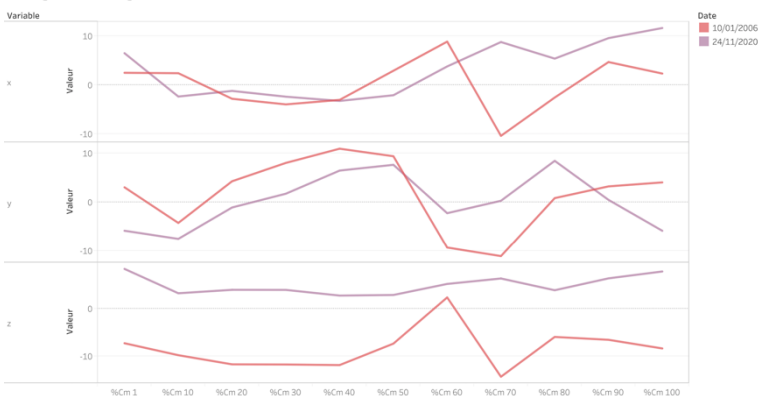


Puissance - Cheville droite

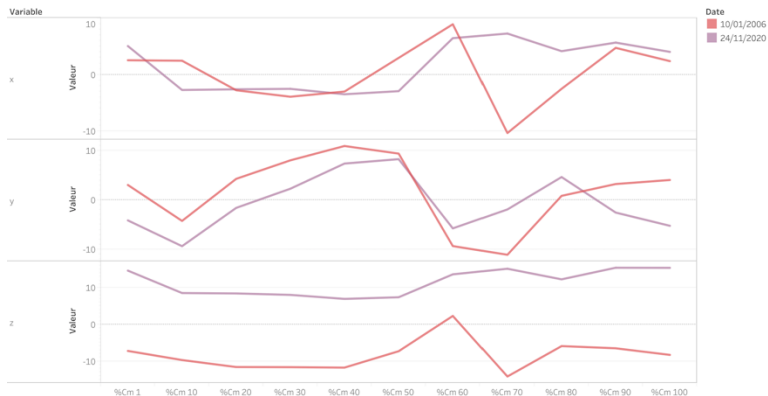


## 7. Annexe 7 – Patient 8

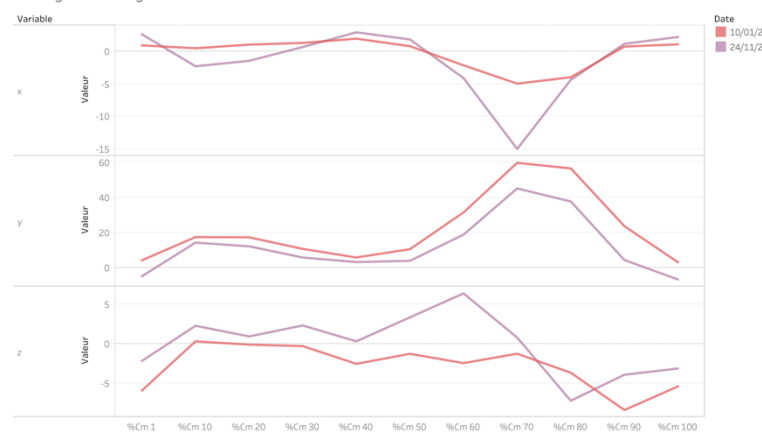
Angle - Cheville gauche



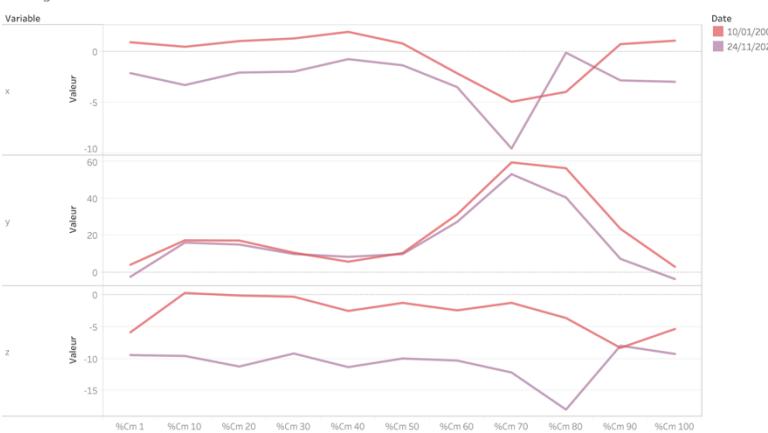
Angle - Cheville droite



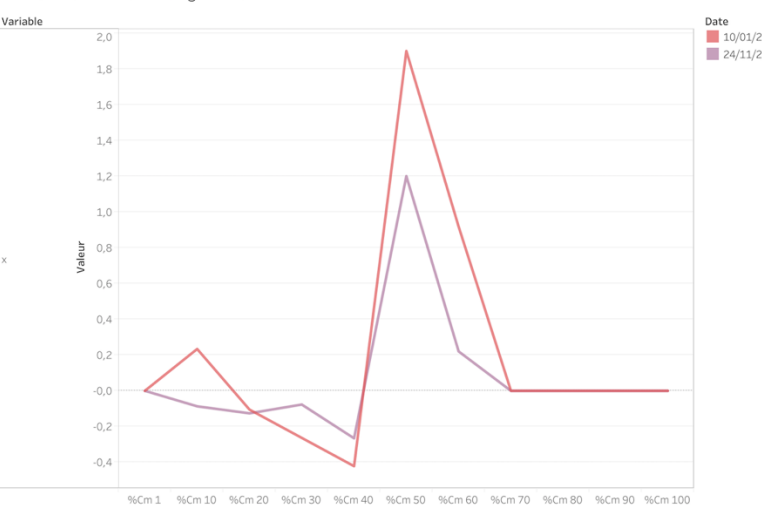
Angle - Genou gauche



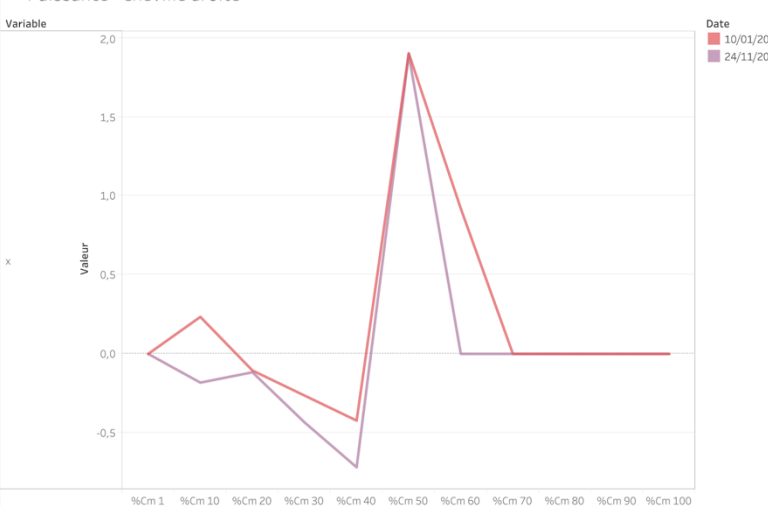
Angle - Genou droit



Puissance - Cheville gauche



Puissance - Cheville droite



THÈSE SOUTENUE PAR : Camille RABHI

TITRE :

QUANTIFICATION DES MODIFICATIONS DE LA MARCHÉ, APRÈS ARTHRORISE SOUS TALIENNE PAR MISE EN PLACE D'UN IMPLANT „PitStop“ DANS LE SINUS DU TARSE CHEZ DES ENFANTS PORTEURS D'UN PIED PLAT VALGUS IDIOPATHIQUE - ÉTUDE PRÉLIMINAIRE

CONCLUSION :

Le pied plat valgus idiopathique est donc une déformation fréquente chez l'enfant mais peut se révéler symptomatique et donc devoir nécessiter d'une prise en charge chirurgicale.

C'est une déformation tridimensionnelle n'impliquant pas uniquement le pied mais aussi les autres segments du membre inférieur, une analyse dynamique de la marche est donc souhaitable pour mieux comprendre ses conséquences cliniques.

L'arthrorise sous talienne, est un traitement très répandu, simple et efficace dans la prise en charge du pied plat valgus.

Nous avons pu constater, dans notre étude, que les modifications sont variables mais réelles, que ce soit pour la translation du centre de pression, les modifications angulaires au niveau des chevilles et des genoux et la puissance impliquée par les chevilles lors du cycle de la marche.

Une étude à plus grande échelle est souhaitable pour pouvoir apporter des résultats significatifs et une généralisation de la correction apportée par l'implant.

VU ET PERMIS D'IMPRIMER  
Grenoble, le : 17/08/2021

LE DOYEN

Le Doyen de l'UFR de Médecine  
  
UNIVERSITÉ DE GRENOBLE ALPES  
Pr. Patrice MORAND  


LE PRÉSIDENT DE LA THÈSE

  
Pr. GRIFFET Jacques

# Le serment d'Hippocrate

Texte revu par l'Ordre des médecins en 2012

**“ Au moment d'être admis(e) à exercer la médecine, je promets et je jure d'être fidèle aux lois de l'honneur et de la probité.**

Mon premier souci sera de rétablir, de préserver ou de promouvoir la santé dans tous ses éléments, physiques et mentaux, individuels et sociaux.

Je respecterai toutes les personnes, leur autonomie et leur volonté, sans aucune discrimination selon leur état ou leurs convictions. J'interviendrai pour les protéger si elles sont affaiblies, vulnérables ou menacées dans leur intégrité ou leur dignité. Même sous la contrainte, je ne ferai pas usage de mes connaissances contre les lois de l'humanité.

J'informerai les patients des décisions envisagées, de leurs raisons et de leurs conséquences.

Je ne tromperai jamais leur confiance et n'exploiterai pas le pouvoir hérité des circonstances pour forcer les consciences.

Je donnerai mes soins à l'indigent et à quiconque me les demandera. Je ne me laisserai pas influencer par la soif du gain ou la recherche de la gloire.

Admis(e) dans l'intimité des personnes, je tairai les secrets qui me seront confiés. Reçu(e) à l'intérieur des maisons, je respecterai les secrets des foyers et ma conduite ne servira pas à corrompre les mœurs.

Je ferai tout pour soulager les souffrances. Je ne prolongerai pas abusivement les agonies. Je ne provoquerai jamais la mort délibérément.

Je préserverai l'indépendance nécessaire à l'accomplissement de ma mission. Je n'entreprendrai rien qui dépasse mes compétences. Je les entretiendrai et les perfectionnerai pour assurer au mieux les services qui me seront demandés.

J'apporterai mon aide à mes confrères ainsi qu'à leurs familles dans l'adversité. Que les hommes et mes confrères m'accordent leur estime si je suis fidèle à mes promesses ; que je sois déshonoré(e) et méprisé(e) si j'y manque.

”

## VIII. RÉSUMÉS

Le pied plat valgus idiopathique est une déformation fréquente du pied de l'enfant, environ 44% des enfants de 3 à 6 ans, c'est une morphologie banale de l'enfant de moins de 7 ans. La déformation se manifeste par un valgus excessif du talon, une abduction de l'avant-pied sur l'arrière-pied associé à un équin relatif de l'arrière-pied avec une brièveté fréquente du triceps qui entraîne la bascule en valgus du calcanéum. Il est pour la plupart du temps asymptomatique. Mais il peut, dans certains cas, se révéler symptomatique (douleurs, durillons, phlyctènes) et donc devoir nécessiter d'une prise en charge.

Des traitements par orthèses plantaires peuvent être mis en place initialement, si les douleurs persistent un traitement chirurgical par arthrorise sous talienne peut être préconisées, cela consiste en la mise en place dans le sinus du tarse d'un implant, métallique ou non, permettant la correction définitive de la déformation.

La déformation est tridimensionnelle et n'implique pas uniquement le pied mais aussi les autres segments du membre inférieur, une analyse dynamique en analyse de la marche est donc souhaitable pour mieux comprendre ses conséquences cliniques.

Dans notre étude descriptive, nous avons étudié les modifications observées en analyse de la marche à 4, 6 et 12 mois post-opératoire, chez 8 patients, que ce soit pour la translation du centre de pression, les modifications angulaires au niveau des chevilles et des genoux et la puissance impliquée par les chevilles lors du cycle de la marche.

La mise en place d'un implant dans le sinus du tarse modifie l'architecture du pied mais aussi le cycle de la marche. En effet, nous pouvons constater des modifications angulaires au niveau des chevilles et des genoux chez les patients opérés lors de l'apparition de la voûte plantaire. Nous mettons aussi en évidence une translation latérale au niveau du centre de pression du pied. La puissance au niveau des chevilles, lors du cycle de la marche, est aussi modifiée suite à cette intervention avec une diminution initiale en post-opératoire puis un gain constaté lors de la récupération.



Idiopathic valgus flatfoot is a frequent deformity of the foot in children, approximately 44% of children aged 3 to 6 years, and is a common morphology in children under 7 years of age. The deformity is manifested by an excessive valgus of the heel, an abduction of the forefoot on the hindfoot associated with a relative equinus of the hindfoot with a frequent shortness of the triceps which leads to a valgus tilt of the calcaneus. It is mostly asymptomatic.

However, in some cases, it can be symptomatic (pain, calluses) and therefore require treatment. Treatment with plantar orthotics can be used initially, but if the pain persists, surgical treatment by subtalar arthroereisis can be recommended. This consists of inserting a metallic or non-metallic implant in the sinus tarsi, leading to the definitive correction of the deformation. This is a very common, simple and effective procedure in the management of valgus flatfeet.

The deformity is three-dimensional and involves not only the foot but also the other segments of the lower limb, so a dynamic gait analysis is desirable to better understand its clinical consequences.

In our descriptive study, we propose to study the changes observed in gait analysis at 4, 6, and 12 months postoperatively, in 8 patients, whether for the translation of the center of pressure, angular changes in the ankles and knees, and the power involved by the ankles during the gait cycle.

The placement of an implant in the tarsal sinus modifies the architecture of the foot but also the gait cycle. Indeed, we can observe angular modifications on the ankles and knees in the operated patients during the appearance of the arch. We also show a lateral translation at the level of the center of pressure of the feet. The power in the ankle, during the gait cycle, is also modified following this operation with an initial decrease in the postoperative period and then a gain noted during recovery.