

Direction Régionale de la Jeunesse, des Sports et de la Cohésion Sociale  
d'Île de France

Mémoire réalisé en vue de l'obtention du Diplôme d'état de  
Masseur-kinésithérapeute

Session de Juin 2017

**Analyse quantifiée de la marche dans un contexte  
d'arthroplastie totale de hanche par voie mini-invasive  
antérolatérale**

## Résumé

**Introduction :** L'augmentation des **arthroplasties totales de hanche (ATH)** continuera vraisemblablement de s'accroître avec le vieillissement de la population. L'ATH permet une amélioration de la qualité de vie et de l'activité physique des patients. Pourtant, la littérature internationale rapporte qu'à la marche, il persiste des déficits à un an post-opératoire pour les différentes voies d'abord. Dans ce contexte, l'objectif de cette étude est d'effectuer une analyse quantifiée de la marche d'une population ayant bénéficié d'une ATH par **voie antérolatérale mini-invasive (ALMI)** à un an post-opératoire et d'une population asymptomatique de même tranche d'âge.

**Matériel & méthode :** Un échantillon de 19 sujets, répartis dans 3 groupes, dont un groupe contrôle ont participé à cette étude. Les sujets opérés ont été évalués entre M12 et M18 post-opératoires. Tous les sujets ont réalisé les 4 tests de **force maximale isométrique** et une **analyse quantifiée de la marche** dans le couloir de marche où étaient incluses trois plateformes de marche. Plusieurs mesures ont été retenues pour l'étude et une analyse statistique des résultats a été menée afin de comparer les groupes.

**Résultats :** Pour les sujets ayant bénéficiés d'une ATH par voie ALMI, il persiste une diminution de force pour les muscles Moyen Glutéal et Tenseur de Fascia Lata, à un an post-opératoire, ainsi qu'une diminution de la force de propulsion et du pic de moment de hanche dans les trois plans lors de la marche. De plus, nous retrouvons une diminution de l'amplitude du bassin dans le plan frontal. Nous observons aussi, une diminution de l'amplitude de hanche, dans les plans sagittaux et frontaux, et de la vitesse de marche qui sont majorées lorsque l'offset fémoral n'est pas restauré (réduction > 6mm).

**Discussion :** Les résultats concordent avec ceux de la littérature sur les déficits musculaires et fonctionnels, un an après l'intervention. Ces résultats démontrent la nécessité de mettre en place un protocole de rééducation permettant de lutter contre ces déficits de la marche pour les ATH par voie ALMI.

### Mots clés :

- Arthroplastie totale de hanche
- Voie antérolatérale mini-invasive
- Force maximale isométrique
- Analyse quantifiée de la marche

## Sommaire

<b>Introduction .....</b>	<b>1</b>
<b>Matériels et méthodes .....</b>	<b>3</b>
<b>1. Échantillon.....</b>	<b>3</b>
a. Critères d'inclusion.....	3
b. Critères d'exclusion .....	4
c. Matériel prothétique .....	4
d. Sujets opérés .....	4
<b>2. Test de Force Maximale Isométrique (FMI) .....</b>	<b>5</b>
<b>3. Plateforme de force .....</b>	<b>5</b>
<b>4. Caméras opto-électroniques .....</b>	<b>6</b>
<b>5. Imagerie médicale.....</b>	<b>7</b>
<b>6. Protocole expérimental.....</b>	<b>7</b>
a. Évaluations préalables .....	7
b. Tests réalisés .....	7
c. Dispositif expérimental.....	8
c.1. Placements des capteurs .....	8
c.2. Personnalisation de la référence.....	9
c.3. Déroulement des mesures .....	9
d. Acquisition des données.....	10
<b>7. Mesures retenues .....</b>	<b>10</b>
<b>8. Analyse statistique.....</b>	<b>11</b>
<b>Résultats .....</b>	<b>12</b>
<b>Discussion .....</b>	<b>20</b>
<b>Conclusion.....</b>	<b>27</b>
<b>Références bibliographiques</b>	
<b>Table des annexes</b>	
<b>Annexes</b>	

## Introduction

On estime que 2,5% des personnes âgées de plus de 40 ans bénéficient d'une Arthroplastie Totale de Hanche (ATH) suite à un traumatisme ou à une maladie dégénérative de la hanche (coxarthrose, polyarthrite rhumatoïde) [1]. Ces dernières années, en France, le nombre d'ATH n'a fait que s'accroître, passant de 120 000 en 2005 [2] à 147 513 en 2010 [3]. Cette tendance continuera vraisemblablement dans les années à venir, compte tenu du vieillissement de la population et de l'augmentation des facteurs à risque tels que l'obésité [4].

Les raisons principales de la mise en place d'une ATH sont la douleur ainsi qu'une diminution de la mobilité de l'articulation de la hanche [5]. Cette intervention apporte une amélioration de la qualité de vie et une augmentation du niveau d'activité physique (périmètre de marche, force musculaire, activité de la vie quotidienne) pour la plupart des patients. Malgré cela, il persiste des anomalies des paramètres de la marche un an après la chirurgie [6-12]. Les patients ayant bénéficié d'une ATH sont de plus en plus jeunes [13,14], et souhaitent pouvoir réaliser de nouveau des activités pratiquées par les sujets asymptomatiques de la même tranche d'âge [15]. Ils doivent donc retrouver une cinématique articulaire au niveau de la hanche qui soit compatible avec ces exigences. D'après Van-Driessche & al [16], entre J45 et J60 d'une ATH, la voie postérieure mini-invasive (PMI) altère moins les paramètres posturaux en unipodal pendant 10 s que les voies mini-invasives antéro-latérales (ALMI) et directes antérieures (DAMI).

Jusqu'à présent les résultats des ATH sont principalement évalués avec des scores cliniques : Harris Hip Score (HHS), score Postel Merle d'Aubigné (PMA), Western Ontario and McMaster Universities Osteoarthritis Index (WOMAC), Hip disability and Osteoarthritis Outcome Score (HOOS). Intéressants, ces scores cliniques montrent certaines limites pour Behery & al [19], notamment sur la douleur et le dysfonctionnement musculaire. En effet, le patient peut obtenir un score clinique élevé et présenter une altération des paramètres de la marche, tels que la vitesse de marche et la force des abducteurs. D'après Sarialis & al [17], ces scores cliniques montrent également leurs limites quant à la modification de la marche lors d'une diminution de 6 à 12 mm de l'offset fémoral (distance séparant le centre de rotation de la hanche de la ligne d'action des muscles abducteurs, perpendiculaire à celle-ci) [18]. En effet, nous constatons que le groupe où il y a diminution de l'offset fémoral de 6 à 12 mm, avec

une moyenne à 7,6 mm, nous retrouvons des scores cliniques moyens de 87,9/100 pour HHS (100 étant le meilleur score), 16,3/18 pour le PMA (18 étant le meilleur score), 7,4/96 pour le WOMAC (0 étant le meilleur score) et 86,2/100 pour le HOOS (100 étant le meilleur score). De plus, selon Manzotti & al [20], un allongement du membre inférieur de 10 mm engendrerait une boiterie, une inclinaison du bassin et la nécessité d'une compensation, avec pour résultat des scores cliniques un HHS de 89,73/100 et un WOMAC de 13,21/96.

En revanche, nous trouvons dans la littérature de nombreux articles étudiant les paramètres de marche en fonction des différentes voies d'abord, sans qu'aucune véritable conclusion n'en ressorte. En effet, selon Popischill & al [21], il n'y a pas de différence significative sur les différents paramètres de la marche à 12 semaines post-opératoires entre une voie d'abord ALMI et une voie latérale standard. De plus, il n'y aurait pas de différence entre les différentes approches chirurgicales mini-invasives (ALMI, PMI et DAMI) jusqu'à un an [22-27]. Mais selon Mayr & al [28], la voie DAMI aurait des résultats plus favorables sur un plus grand nombre de paramètres de la marche entre 6 et 12 semaines post-opératoires. Cependant, certaines études constatent que la marche n'est pas revenue à la « normale » à 1 an [22,25].

Malgré ces considérations, le développement des techniques mini-invasives a induit, ces dernières années, un raccourcissement du temps d'hospitalisation, un retour précoce à domicile et une diminution des prescriptions de rééducation en post-opératoire [29-31]. En 2007, Barois et al [32] estiment le temps d'hospitalisation post-PTH à 5 jours, contre 9 jours en 1997 et seulement 13 à 23% des patients se voient prescrire une rééducation [32]. De plus, la marche apparaît souvent comme la seule activité préconisée à la sortie de l'hospitalisation [17,18].

Dans ce contexte, notre hypothèse de travail est la suivante : l'ensemble des paramètres de la marche est normalisé pour la voie d'abord ALMI de la hanche à 1 an de la chirurgie en comparaison avec une population de sujets symptomatiques.

L'objectif de cette étude est d'effectuer une analyse quantifiée de la marche d'une population ayant bénéficié d'une ATH par voie d'abord ALMI à un an post-opératoire et d'une population asymptomatique de même tranche d'âge.

#### Question de recherche :

Existe-t-il des boiteries, à un an post-opératoire, chez des sujets ayant bénéficié d'une arthroplastie totale de hanche par voie antérolatérale mini-invasive ?

## Matériels et méthodes

### 1. Échantillon

24 sujets ont été sélectionnés au départ, mais 3 ont été exclus de l'étude : deux pour un IMC > 35 et un pour un score HHS < 90.

Par la suite, 2 sujets ont été retirés de l'étude : 1 sujet n'est pas allé passer la radiographie panoramique de hanche et 1 sujet pour un défaut de capteurs optoélectroniques.

Au total, 21 sujets volontaires dont 14 femmes et 7 hommes, répartis en 2 groupes en série continue, ont participé à l'étude. Cet échantillon comprend un groupe contrôle de sujets asymptomatiques (SA, n=3, âge : 61 – 75 ans) et un groupe 18 patients opérés par voie ALMI (N=18, JM CH Le Havre) (*Tab I*).

**Tableau I : caractéristiques des groupes de l'étude**

	SA MOY±SD	ALMI MOY±SD
<b>Nombre</b>	<b>3</b>	<b>16</b>
<b>Âge (a)</b>	<b>66,33±7,57</b>	<b>68,12±4,21</b>
<b>Sexe (M/F)</b>	<b>(2/1)</b>	<b>(5/11)</b>
<b>Taille (m)</b>	<b>166,33±10,97</b>	<b>164,37±7,90</b>
<b>Poids (kg)</b>	<b>74,33±21,13</b>	<b>79,56±15,17</b>
<b>IMC (kg/m<sup>2</sup>)</b>	<b>26,41±4,65</b>	<b>29,28±3,89</b>
<b>Latéralité (D/G)</b>	<b>(3/0)</b>	<b>(15/1)</b>
<b>Latéralité ATH (D/G)</b>	<b>Ø</b>	<b>(11/5)</b>
<b>HHS score</b>	<b>Ø</b>	<b>95,72±3,21</b>
<b>M+ post op (mois)</b>	<b>Ø</b>	<b>15,5±2,03</b>

MOY= moyenne ; SD= ± = écart-type ; a= année ; IMC= Indice de masse corporel ; M/F= Masculin/Féminin ; G/D= Gauche/droite ; Ø= aucune ATH

#### a. Critères d'inclusion

*Sujets asymptomatiques (SA)* : âge compris entre 60 et 80 ans, IMC < 35kg/m<sup>2</sup>, appui unipodal possible, consentement signé.

*Sujets opérés par voie mini-invasive* : âge compris entre 60 et 80 ans, IMC <35kg/m<sup>2</sup>, ATH de première intention [33] et unilatérale, inclusion entre 11 et 18 mois post-opératoires, un score HHS  $\geq$  90, consentement signé.

#### **b. Critères d'exclusion**

*Sujets asymptomatiques (SA)* : pathologies sur l'appareil locomoteur de moins de 6 mois, pathologies neurologiques, vestibulaires, troubles visuels, cardio-vasculaires, respiratoires, cognitifs et psychiatriques [34-36], consommation d'alcool ou de drogues dans les 24h précédant les différents tests [37].

*Sujets opérés par voie mini-invasive* : antécédents d'ATH et de PTG et autres pathologies sur l'appareil locomoteur de moins de 6 mois, pathologies de l'appareil locomoteur controlatérale [39-46], pathologies neurologiques, vestibulaires, troubles visuels, cardio-vasculaires, respiratoires, cognitifs et psychiatriques [34-36], diagnostic de polyarthrite rhumatoïde [40], cancer métastatique [41,42], dysplasie de hanche [39-43], troubles musculo-squelettiques [17,40-42], besoin d'aide technique lors de la marche à 11 mois post-opératoires [27,43], différence inter-jambe supérieure à 0,5 cm [21], consommation d'alcool ou de drogues dans les 24h précédant les différents tests [37] et un score HHS < 90.

#### **c. Matériel prothétique**

Au niveau acétabulaire, pour chaque patient, un cotyle polyéthylène à cimenter Initiale (AMPLITUDE, Valence, Fr) à 10° d'antéversion et 45° d'inclinaison, a été implanté. Pour le versant fémoral, une tige à cimenter Initiale (AMPLITUDE, Valence, Fr) avec une tête en alumine de diamètre 28 a été mise en place.

#### **d. Sujets opérés**

Les critères d'intervention pour les sujets ont été rhumatologiques (coxarthrose). En post-opératoire, tous les sujets ont eu le même protocole de soins : traitements médicaux (anticoagulant), soins infirmiers pluriquotidiens, aucune orthèse, premier levé entre J1 et J2 post-opératoire avec appui total sous couvert de deux cannes anglaises ou

déambulateur et reprise de la marche immédiate [23,38]. La durée d'hospitalisation est de 3 à 4 jours à compter de la date de la chirurgie. Neufs sujets n'ont pas eu de rééducation, et ont eu pour consigne de marcher un peu plus chaque jour. Sept sujets ont suivi une auto-rééducation à domicile, via un petit livret, avec les exercices à réaliser qui a été distribué à la sortie de l'hospitalisation [47]. Deux sujets ont suivi une rééducation dans un centre de rééducation fonctionnelle avec des séances à base de mobilisation, de renforcement musculaire et de parcours de marche.

## 2. Test de Force Maximale Isométrique (FMI)

Pour les tests FMI, le matériel suivant a été utilisé :

- Un dynamomètre micro FET 2<sup>TM</sup>, (Hoggan, Salt Lake City, USA) (*Fig 1*) ;
- Un mètre ruban ;
- Une table de massage ;
- Un PC HP 250 G4 Notebook PC, Intel Celeron, 2,60 GHz, 4,00 Go RAM, Windows 10 Famille ;
- Un mètre ruban pour la mesure du bras de levier.



*Figure 1 : Dynamomètre micro FET 2*

## 3. Plateforme de force

Pour les tests sur plateforme de force, le matériel suivant a été utilisé :

- 1 Plateforme de forces **AMTI Accugait® V1.0®** (advanced Mechanical Technology Inc, Watertown, MA, USA), de dimension 502 x 502 x 45 mm, de fréquence d'enregistrement 1000 Hz à connexion numérique ;
- 2 Plateformes de force **AMTI Accugait®** (advanced Mechanical Technology Inc, Watertown, MA, USA), de dimension 502 x 502 x 45 mm, de fréquence d'enregistrement 1000Hz à connexion analogique ;
- Alimentation et interface plateforme/PC pour conversion des données analogiques en numérique (16 bit) **AMTI Model PJB-101®** (Advanced Mechanical Technology Inc, Watertown, MA, USA) ;

- Logiciel Vicon Nexus®, version 1.8.5 (Vicon Motion Systems Ltd, Oxford, United Kingdom).
- Un PC (Dell®, Intel Xeon®, 2.13 GHz, 32,0 Go RAM, Windows 7 Professionnel®) ;

#### 4. Caméras opto-électroniques et caméra vidéo

Pour l'analyse quantifiée de la marche, le matériel utilisé a été le suivant :

- 9 Caméras Bonita B10 (Vicon Motion Systems Ltd, Oxford, United Kingdom) ;
- 1 Caméra Vidéo Bonita 720C (Vicon Motion Systems Ltd, Oxford, United Kingdom) ;
- Vicon Connectivity MX Giganet® (Vicon Motion Systems Ltd, Oxford, United Kingdom) ;
- Logiciel Vicon Nexus®, version 1.8.5(Vicon Motion Systems Ltd, Oxford, United Kingdom) ;
- 22 marqueurs réfléchissants pour les mesures en statique et à la marche :
- PC (Dell®, Intel Xeon®, 2.13 GHz, 32,0 Go RAM, Windows 7 Professionnel®) ;
- Un couloir de marche de 9 mètres de longueur et de 91 cm de largeur.

Le montage du système d'acquisition est illustré avec la *Fig 2*.

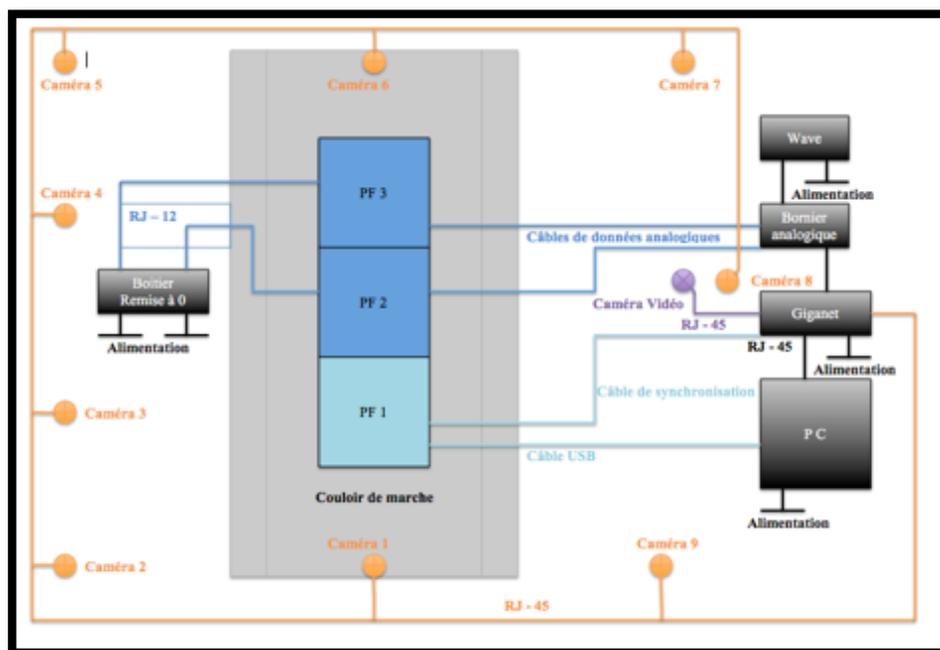


Figure 2 : Schéma du système d'acquisition des données

## **5. Imagerie médicale**

Les patients symptomatiques ont effectué une radiographie de face du bassin en charge à 100% afin de mesurer l'offset fémoral pré-opératoire et l'offset post-opératoire à l'aide du logiciel Orthoview (Annexe II).

## **6. Protocole expérimental**

Les participants ont été contactés par téléphone, ils ont reçu des informations sur les tests réalisés et ont été en mesure de refuser. Le consentement écrit a été signé par tous les participants.

### **a. Évaluations préalables**

Chaque sujet a rempli une fiche d'information (Annexe III). Puis, un questionnaire d'évaluation du niveau fonctionnel post-opératoire des membres inférieurs pour les sujets ayant été opérés d'une ATH a été élaboré. Celui-ci permettra de déterminer s'il y avait une corrélation entre ce score clinique et les résultats objectivés par l'analyse quantifiée de la marche. Le questionnaire utilisé est le Harris Hip Score (HHS). Ce test a été choisi en raison de sa validité au niveau international, et des items mesurés (douleurs, aides techniques, distance de marche, boiterie, activités fonctionnelles, mobilités articulaires) [19,23,24,39]. Plus le score (sur 100) est élevé, plus la hanche est considérée comme fonctionnelle (Annexe IV).

### **b. Tests réalisés**

Les tests de force maximale isométriques (FMI) [48] sont réalisés pour les muscles suivants : Grand Glutéal, le Moyen Glutéal, le TFL et le Sartorius. En effet, pour la voie d'abord de Röttinger, les muscles TFL et Moyen Glutéal peuvent être lésés. Les tests sont réalisés à partir de la position du testing manuel contre une résistance manuelle maximale avec encouragement de l'opérateur [49,50] (Annexe V).

Le test FMI est réalisé à l'aide d'un dynamomètre. On teste dans l'ordre suivant : Moyen Glutéal, TFL, Sartorius et Grand Glutéal. Les bras de levier des muscles sont

mesurés à l'aide d'un mètre ruban, pour pouvoir calculer le moment de force. Nous effectuons 3 tests de 6 s pour chaque muscle où le patient développe sa FMI. Le temps de repos entre chaque test est de 15 s.

### c. Dispositif expérimental

Avant les tests, un profil « sujet » est créé sur la base de données Vicon Nexus® renseignant les éléments suivants : âge, poids, taille, longueur de jambe, largeur de genou et largeur de cheville.

#### c.1. Placements des marqueurs passifs

Les 22 marqueurs ont été disposés, suivant le modèle Helen Hayes [51-55], sur chaque membre inférieur (*Fig 3*) :

- 2 capteurs au niveau des épines iliaques antéro-supérieures (EIAS) ;
- 2 capteurs au niveau des épines iliaques postéro-supérieures (EIPS) ;
- 2 capteurs sur les faces latérales des cuisses ;
- 2 capteurs au niveau des épicondyles médiaux ;
- 2 capteurs au niveau des épicondyles latéraux ;
- 2 capteurs à la base de la patella ;
- 2 capteurs sur les faces latérales de jambes ;
- 2 capteurs au niveau des malléoles médiales ;
- 2 capteurs au niveau des malléoles latérales ;
- 2 capteurs au niveau des têtes des deuxièmes métatarsiens ;
- 2 capteurs au niveau du calcanéum.



*Figure 3 : placement des marqueurs passifs*

### c.2. Personnalisation de la référence

Pour chaque sujet, un enregistrement statique est réalisé sur la plateforme de force avec les 22 marqueurs réfléchissants afin de créer une référence individuelle. Le patient est en légère fente avant, permettant aux caméras optoélectroniques de capter le signal du capteur situé sur les condyles fémoraux médiaux. Par la suite, le patient devra effectuer des circumductions du membre inférieur droit puis gauche, avec genou en extension. Ces captures nous permettront de calculer le centre de rotation de la hanche. Ensuite, le patient effectuera des flexions du genou dans un secteur de 20 à 60° pour le genou droit puis du genou gauche permettant le calcul de l'axe de rotation du genou. Enfin, le patient effectuera des flexions de cheville, droite puis gauche, pour que nous puissions calculer l'axe de rotation de la cheville.

### c.3. Déroulement des mesures

Le patient se place au départ du couloir de marche de 9 mètres, avec les 3 plateformes de forces intégrées sur le parcours (*Fig 4*). La consigne donnée au patient est de marcher à sa propre allure et de regarder droit devant lui. On lance l'enregistrement quand le patient entre dans le champ de vision des caméras et on l'arrête une fois sorti. On recommence ce processus pour avoir autant que possible trois enregistrements avec un seul appui par plateforme de force (*Fig 5*). On ne réalise pas d'essai au préalable.



Figure 4 : Couloir de marche

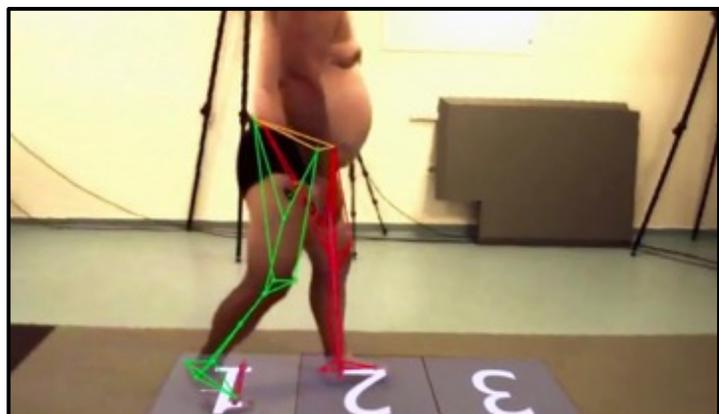


Figure 5 : Patient marchant dans le couloir de marche

#### d. Acquisition des données

Les données ont été recueillies en juillet 2016. Chaque sujet a reçu une convocation pour l'examen (jour et heure précisés). La durée totale de la mise en place des différents capteurs et l'acquisition de toutes les données est de  $90 \pm 15$  minutes pour chaque sujet. L'acquisition des données est réalisée sur les plateformes de force et avec le système capteurs/caméra opto-électronique. Les données sont ensuite retranscrites, enregistrées sur le logiciel Vicon Nexus®, traitées avec le modèle Plug in Gait, compilées cycle à cycle dans le logiciel Polygon® puis exportées vers un fichier tableur Excel®.

### 7. Mesures retenues

#### Tests de forces maximales isométriques

Avec les tests FMI, nous avons calculé les moments des forces pour chaque muscle.

$$\text{Moment de Force (N.m)} = \text{bras de levier (m)} \times \text{FMI (N)}$$

#### Les plateformes de force couplées au système capteurs/caméra optoélectroniques :

Nous nous intéresserons :

- Aux efforts à des points remarquables sur Fz :
  - Fz 1 correspond à la force maximale sur Fz après l'attaque du talon, c'est à dire, la phase d'amortissement de la phase d'appui (*Fig 6*) ;
  - Fz 2 correspond à la force minimale entre Fz 1 et Fz 3 (*Fig 7*) ;
  - Fz 3 correspond à la force maximale sur Fz au moment de la phase de propulsion (*Fig 8*);

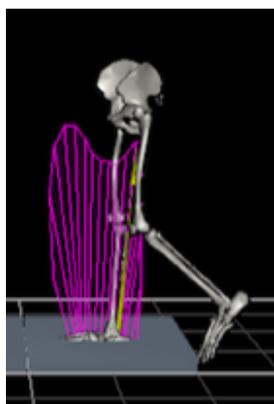


Figure 6 : Fz 1

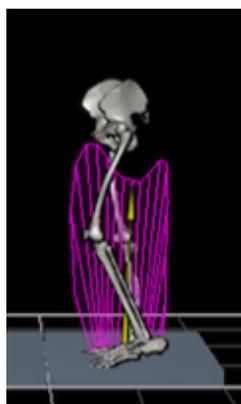


Figure 7 : Fz 2

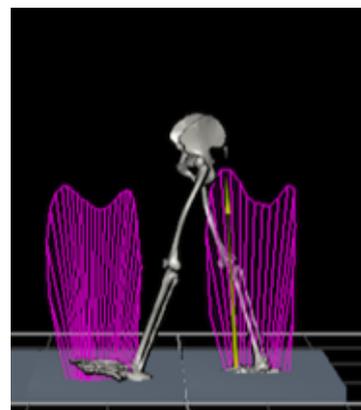
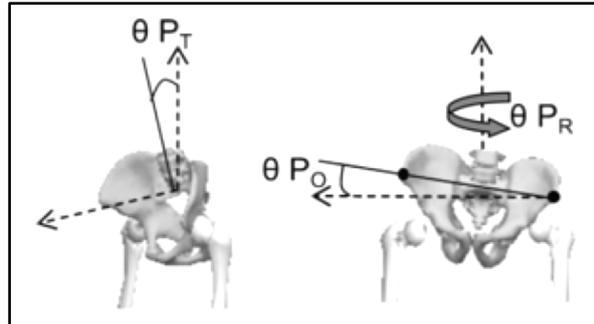


Figure 8 : Fz 3

- Aux moments :  $M_x$  (plan sagittal),  $M_y$  (plan frontal) et  $M_z$  (plan horizontal) ;
- Aux amplitudes du bassin dans le plan sagittal, frontal et horizontal (*Fig 9*) ;



*Figure 9 :  $\theta_{PT}$  = Tilt = angle dans le plan sagittal,  $\theta_{PO}$  = obliquity = angle dans le plan frontal,  $\theta_{PR}$  = angle dans le plan horizontal*

- Aux amplitudes de hanche dans le plan sagittal et frontal ;
- Au temps de la phase d'appui unipodal ;
- A la vitesse de marche.

## 8. Analyse statistique

Les analyses statistiques ont été réalisées par une personne qualifiée d'un doctorat en mathématiques n'étant pas impliquée dans cette étude, afin de s'assurer de l'objectivité des résultats. Le logiciel R® version 2.14 (R Development Core Team 2011, Bell Laboratories, Murray Hill, NJ, USA) a été utilisé. Les données ont été consignées sous Excel®, puis transférées vers R®.

Des mesures d'analyse statistiques descriptives ont été calculées (moyennes et écarts types).

Pour savoir s'il y a des évidences statistiques de trouver des différences entre les trois groupes (groupe asymptotique, groupe expérimental avec offset restauré et groupe expérimental avec offset non restauré) des tests statistiques non paramétriques ont été effectués. Pour la comparaison globale entre les trois groupes un test de Kruskal-Wallis a été utilisé tandis que pour analyser les différences entre les groupes deux à deux, des tests de Mann-Whitney ont été menés.

## Résultats

### *Caractéristiques des groupes :*

Les groupes asymptomatiques et ALMI ne présentent pas de différence au niveau de leurs caractéristiques :

- Âge (an) :  $66,33 \pm 7,57$  pour le groupe SA,  $68,12 \pm 4,21$  pour le groupe ALMI ;
- Taille (cm) :  $166,33 \pm 10,97$  pour le groupe SA,  $164,37 \pm 7,90$  pour le groupe ALMI ;
- Poids (kg) :  $74,33 \pm 21,13$  pour le groupe SA,  $79,56 \pm 15,17$  pour le groupe ALMI ;
- IMC ( $\text{kg}/\text{m}^2$ ) :  $26,41 \pm 4,65$  pour le groupe SA,  $29,28 \pm 3,89$  pour le groupe ALMI.

### *Calcul des offsets fémoraux :*

Nous avons divisé le groupe ALMI en deux par rapport à la mesure de l'offset fémoral de la PTH. En effet, d'après Sariali et al [17], la diminution de cet offset de plus de 6 mm entraînerait des modifications sur la marche. Nous avons donc un groupe de 5 sujets ALMI ayant un offset fémoral « non restauré », supérieur à 6 mm (Groupe B). Et un groupe de 11 sujets ALMI ayant un offset fémoral « restauré », c'est à dire inférieur à 6 mm (Groupe A) (Tab II).

**Tableau II : Résultats des offsets fémoraux**

	Offset fémoral de la prothèse (mm) MOY $\pm$ SD	Offset côté sain (mm) MOY $\pm$ SD	Différence d'offset MOY $\pm$ SD
<b>Sujets ayant une réduction d'offset fémoral &lt; 6mm (Groupe A)</b>	35,92 $\pm$ 2,48	36,23 $\pm$ 4,33	-0,31 $\pm$ 4,36
<b>Sujets ayant une réduction offset fémoral &gt; 6mm (Groupe B)</b>	37,46 $\pm$ 3,06	45,72 $\pm$ 2,21	-8,26 $\pm$ 1,06
MOY= moyenne ; SD = écart-type			

### Test FMI

Pour les tests FMI, il existe des différences significatives à forte présomption entre les trois groupes au niveau du **MF** ( $\rho$ -value =  $8,00.10^{-3}$ ) et du **TFL** ( $\rho$ -value = 0,04).

Par contre, nous ne retrouvons pas de différence significative entre les trois groupes pour le **GF** et le **sartorius** (Tab III).

**Tableau III : Résultats des tests FMI**

	<b>GG (N.m)</b>	<b>MG (N.m)</b>	<b>TFL (N.m)</b>	<b>Sartorius (N.m)</b>
	MOY±SD	MOY±SD	MOY±SD	MOY±SD
<b>Asymptomatique</b>	66,84±12,63	85,80±15,75	76,95±11,36	34,64±8,77
<b>ALMI Groupe A</b> « restauré »	58,74±15,75	55,10±10,36	56,80±17,52	29,20±4,43
<b>ALMI Groupe B</b> « non restauré »	68,02±45,39	66,7±20,51	71,70±34,52	32,01±8,09
<b><math>\rho</math>-value</b>	0,21	<b>8,00.10<sup>-3</sup>*</b>	<b>0,04*</b>	0,35

MOY= moyenne ; SD = écart-type ; Différence significative à forte présomption si  $\rho$ -value  $\leq 0,05$  ; \* = **différence significative à forte présomption** ; Différence significative à faible présomption si  $0,05 < \rho$ -value  $\leq 0,1$  ; \* = **différence significative à faible présomption**

Afin de mettre en évidence entre quels groupes les différences étaient présentes, une deuxième analyse a été menée sur les 4 muscles testés, cette fois entre groupes deux à deux. Celle-ci ne montre pas de différence significative pour le **GF** et le **sartorius**.

Par contre, nous observons une différence significative à forte présomption, entre les sujets asymptomatiques et les sujets du groupe A de la FMI pour le **MF** ( $\rho$ -value =  $9,00.10^{-4}$ ). Par contre, nous ne retrouvons pas de différence significative, de la FMI pour ce muscle, entre les sujets asymptomatiques et les sujets du groupe B, ainsi qu'entre les sujets du groupe A et ceux du groupe B.

Nous pouvons aussi remarquer une différence significative à forte présomption, entre les sujets asymptomatiques et les sujets du groupe A de la FMI pour le **TFL** ( $\rho$ -value = 0,01). Mais nous ne remarquons pas de différence significative de la FMI pour ce muscle, entre les sujets asymptomatiques et les sujets du groupe B, ainsi qu'entre les sujets du groupe A et les sujets du groupe B (Tab IV).

**Tableau IV : Comparaison des groupes 2 à 2**

	GG (N.m)	MG (N.m)	TFL (N.m)	Sartorius (N.m)
Asymptomatique vs Groupe B	0,93	0,13	0,25	0,70
Asymptomatique vs Groupe A	0,18	<b>9,00.10<sup>-4</sup>*</b>	<b>0,01*</b>	0,15
Groupe A vs Groupe B « restauré » vs « non restauré »	0,16	0,25	0,44	0,59

Vs = comparé à ; Différence significative à forte présomption si  $\rho$ -value  $\leq 0,05$  ; \* = **différence significative à forte présomption** ; Différence significative à faible présomption si  $0,05 < \rho$ -value  $\leq 0,1$  ; \* = **différence significative à faible présomption**

**Points remarquables Fz :**

Nous ne trouvons pas de différence significative entre les trois groupes, tant sur **Fz 1**, que sur **Fz 2** et **Fz 3** (Tab V).

**Tableau V : Résultats des points remarquables sur Fz**

	Fz 1 (N)	Fz 2 (N)	Fz 3 (N)
	MOY $\pm$ SD	MOY $\pm$ SD	MOY $\pm$ SD
Asymptomatique	10,78 $\pm$ 1,69	8,96 $\pm$ 1,68	11,21 $\pm$ 1,09
ALMI Groupe A « restauré »	10,01 $\pm$ 0,49	8,49 $\pm$ 0,37	10,45 $\pm$ 0,36
ALMI Groupe B « non restauré »	10,27 $\pm$ 0,63	8,68 $\pm$ 0,60	10,44 $\pm$ 0,17
<b><math>\rho</math>-value</b>	0,72	0,70	0,28

MOY= moyenne ; SD = écart-type ; Différence significative à forte présomption si  $\rho$ -value  $\leq 0,05$  ; \* = **différence significative à forte présomption** ; Différence significative à faible présomption si  $0,05 < \rho$ -value  $\leq 0,1$  ; \* = **différence significative à faible présomption**

L'analyse des groupes 2 à 2, ne montre pas de différence significative pour **Fz 1** et **Fz 2**. En revanche, pour **Fz 3**, nous retrouvons des différences significatives à faible présomption entre les sujets asymptomatiques et les sujets du groupe A ( $\rho$ -value = 0,06), ainsi qu'entre les sujets du groupe A et ceux du groupe B ( $\rho$ -value = 0,06). Par contre, ces différences significatives ne sont pas observées entre les sujets asymptomatiques et ceux du groupe B (Tab VI).

**Tableau VI : Comparaison des groupes 2 à 2**

	Fz 1 (N)	Fz 2 (N)	Fz 3 (N)
Asymptomatique vs Groupe B	0,84	0,69	0,21
Asymptomatique vs Groupe A	0,73	0,58	<b>0,06*</b>
<b>Groupe A vs Groupe B</b>			
« restauré » vs « non restauré »	0,46	0,53	<b>0,06*</b>

Vs = comparé à ; Différence significative à forte présomption si  $\rho$ -value  $\leq 0,05$  ; \* = **différence significative à forte présomption** ; Différence significative à faible présomption si  $0,05 < \rho$ -value  $\leq 0,1$  ; \* = **différence significative à faible présomption**

**Pic moment de hanche :**

L'analyse du pic de moment de hanche en fonction des trois axes ne montre pas de différence significative entre les trois groupes sur **Mx (plan sagittal)**, **My (plan frontal)** et **Mz (plan horizontal)** (Tab VII).

**Tableau VII : Résultats des pics de moment de hanche**

	Mx (Nm/kg)	My (Nm/kg)	Mz (Nm/kg)
	MOY $\pm$ SD	MOY $\pm$ SD	MOY $\pm$ SD
Asymptomatique	1,1 $\pm$ 1,14	1,30 $\pm$ 0,56	0,43 $\pm$ 0,46
ALMI Groupe A « restauré »	0,70 $\pm$ 0,27	0,94 $\pm$ 0,19	0,10 $\pm$ 0,02
ALMI Groupe B « non restauré »	0,67 $\pm$ 0,29	0,94 $\pm$ 0,18	0,11 $\pm$ 0,04
<b><math>\rho</math>-value</b>	0,93	0,14	0,14

MOY= moyenne ; SD = écart-type ; Différence significative à forte présomption si  $\rho$ -value  $\leq 0,05$  ; \* = **différence significative à forte présomption** ; Différence significative à faible présomption si  $0,05 < \rho$ -value  $\leq 0,1$  ; \* = **différence significative à faible présomption**

L'analyse, des groupes 2 à 2, ne révèle pas de différence significative pour **Mx**. En revanche, nous retrouvons une différence significative de faible présomption, entre les sujets asymptomatiques et ceux du groupe A, pour **My** ( $\rho$ -value = 0,06). Mais, il n'y a pas de différence significative pour ce moment, entre les sujets asymptomatiques et les sujets du groupe B, ainsi qu'entre les sujets du groupe A et ceux du groupe B.

Enfin, nous observons, pour **My**, une différence significative de faible présomption entre les sujets asymptomatiques et les sujets du groupe A ( $\rho$ -value = 0,06). Cette différence ne se retrouve pas entre les sujets asymptomatiques et les sujets du groupe B, ainsi qu'entre ceux du groupe A et du groupe B (*Tab VIII*).

**Tableau VIII : Comparaison des groupes 2 à 2**

	Mx (Nm/kg)	My (Nm/kg)	My (Nm/kg)
Asymptomatique vs Groupe B	0,79	0,20	0,20
Asymptomatique vs Groupe A	0,81	<b>0,06*</b>	<b>0,06*</b>
Groupe A vs Groupe B « restauré » vs « non restauré »	1,00	1,00	0,73

Vs = comparé à ; Différence significative à forte présomption si  $\rho$ -value  $\leq$  0,05 ; \* = **différence significative à forte présomption** ; Différence significative à faible présomption si  $0,05 < \rho$ -value  $\leq$  0,1 ; \* = **différence significative à faible présomption**

#### **Amplitude du bassin :**

L'analyse des amplitudes du bassin, entre les trois groupes ne montre pas de différence significative que ce soit dans le **plan sagittal, frontal ou horizontal** (*Tab IX*).

**Tableau IX : Résultats d'amplitudes du bassin dans les différents plans**

	Plan sagittal (°)	Plan frontal (°)	Plan horizontal (°)
	MOY $\pm$ SD	MOY $\pm$ SD	MOY $\pm$ SD
Asymptomatique	3,12 $\pm$ 1,36	5,72 $\pm$ 2,27	7,15 $\pm$ 0,92
ALMI Groupe A « restauré »	2,86 $\pm$ 1,15	4,55 $\pm$ 3,08	7,88 $\pm$ 3,77
ALMI Groupe B « non restauré »	4,89 $\pm$ 2,36	4,94 $\pm$ 1,45	7,13 $\pm$ 3,22
<b><math>\rho</math>-value</b>	0,20	0,38	0,93

MOY= moyenne ; SD = écart-type ; Différence significative à forte présomption si  $\rho$ -value  $\leq$  0,05 ; \* = **différence significative à forte présomption** ; Différence significative à faible présomption si  $0,05 < \rho$ -value  $\leq$  0,1 ; \* = **différence significative à faible présomption**

L'analyse des groupes 2 à 2 montre également qu'il n'y a pas de différence significative dans les trois plans (*Tab X*).

**Tableau X : Comparaisons des groupes 2 à 2**

	Plan sagittal (°)	Plan frontal (°)	Plan horizontal (°)
Asymptomatique vs Groupe B	0,25	0,66	0,79
Asymptomatique vs Groupe A	0,51	0,26	0,73
Groupe A vs Groupe B « restauré » vs « non restauré »	0,11	0,38	0,91

Vs = comparé à ; Différence significative à forte présomption si  $\rho$ -value  $\leq 0,05$  ; \* = **différence significative à forte présomption** ; Différence significative à faible présomption si  $0,05 < \rho$ -value  $\leq 0,1$  ; \* = **différence significative à faible présomption**

**Amplitude de hanche :**

L'analyse des amplitudes de hanche révèle une différence significative à présomption forte dans le **plan sagittal** entre les trois groupes ( $\rho$ -value =  $2,00 \cdot 10^{-3}$ ).

Par contre, nous ne retrouvons pas de différence significative, entre les trois groupes dans le plan frontal (Tab XI).

**Tableau XI : Résultats d'amplitudes au niveau de la hanche dans le plan sagittal et le plan frontal**

	Plan sagittal (°) MOY±SD	Plan frontal (°) MOY±SD
Asymptomatique	43,40±2,26	10,51±4,90
ALMI Groupe A « restauré »	37,53±4,56	9,91±4,59
ALMI Groupe B « non restauré »	33,69±5,40	9,06±1,34
$\rho$ -value	<b><math>2,00 \cdot 10^{-3}</math>*</b>	0,93

MOY= moyenne ; SD = écart-type ; Différence significative à forte présomption si  $\rho$ -value  $\leq 0,05$  ; \* = **différence significative à forte présomption** ; Différence significative à faible présomption si  $0,05 < \rho$ -value  $\leq 0,1$  ; \* = **différence significative à faible présomption**

L'analyse des groupes 2 à 2 montre des différences significatives à forte présomption, dans le **plan sagittal**, entre les sujets asymptomatiques et ceux du groupe B ( $\rho$ -value =  $4,00 \cdot 10^{-3}$ ), ainsi qu'entre les sujets asymptomatiques et ceux du groupe A ( $\rho$ -value =

$6,00.10^{-4}$ ). En revanche, nous ne retrouvons pas de différence significative entre les sujets du groupe A et les sujets du groupe B.

Dans le **plan frontal**, nous n'observons pas de différence significative dans l'analyse des groupes 2 à 2 (*Tab XII*).

**Tableau XII : Comparaison des groupes 2 à 2**

	Plan sagittal (°)	Plan frontal (°)
Asymptomatique vs Groupe B	<b><math>4,00.10^{-3}</math>*</b>	0,93
Asymptomatique vs Groupe A	<b><math>6,00.10^{-4}</math>*</b>	0,96
Groupe A vs Groupe B « restauré » vs « non restauré »	0,27	0,58

Vs = comparé à ; Différence significative à forte présomption si  $\rho$ -value  $\leq 0,05$  ; \* = **différence significative à forte présomption** ; Différence significative à faible présomption si  $0,05 < \rho$ -value  $\leq 0,1$  ; \* = **différence significative à faible présomption**

**Paramètres spatio-temporels :**

Nous n'observons pas de différence significative que ce soit pour le **temps de phase d'appui unipodal** ou pour la **vitesse de marche**, entre les trois groupes (*Tab XIII*).

**Tableau XIII : Caractéristique de la marche**

	Temps de phase d'appui unipodal (s) MOY $\pm$ SD	Vitesse de marche (m/s) MOY $\pm$ SD
Asymptomatique	0,44 $\pm$ 0,03	1,05 $\pm$ 0,05
ALMI Groupe A « restauré »	0,42 $\pm$ 0,03	1,00 $\pm$ 0,12
ALMI Groupe B « non restauré »	0,45 $\pm$ 0,02	0,94 $\pm$ 0,10
$\rho$ -value	0,11	0,22

MOY= moyenne ; SD = écart-type ; Différence significative à forte présomption si  $\rho$ -value  $\leq 0,05$  ; \* = **différence significative à forte présomption** ; Différence significative à faible présomption si  $0,05 < \rho$ -value  $\leq 0,1$  ; \* = **différence significative à faible présomption**

L'analyse des groupes 2 à 2, nous montre une différence significative à faible présomption, au niveau du **temps de phase d'appui unipodal**, entre les sujets du groupe A et ceux du groupe B ( $\rho$ -value = 0,07). Par contre, nous n'observons pas de

différence significative entre les sujets asymptomatiques et les sujets du groupe B, ainsi qu'entre les sujets asymptomatiques et ceux du groupe A.

Pour **la vitesse de marche**, l'analyse des groupes 2 à 2, nous révèle une différence significative à forte présomption entre les sujets asymptomatiques et les sujets du groupe B ( $\rho$ -value = 0,05). En revanche, nous ne retrouvons pas de différence significative entre les sujets asymptomatiques et ceux du groupe A, ainsi qu'entre les sujets du groupe A et ceux du groupe B (*Tab XIV*).

**Tableau XIV : Comparaison des groupes 2 à 2**

	Temps de phase d'appui unipodal (s)	Vitesse de marche (m/s)
Asymptomatique vs Groupe B	0,64	<b>0,05*</b>
Asymptomatique vs Groupe A	0,16	0,54
Groupe A vs Groupe B « restauré » vs « non restauré »	<b>0,07*</b>	0,36

Vs = comparé à ; Différence significative à forte présomption si  $\rho$ -value  $\leq$  0,05 ; \* = **différence significative à forte présomption** ; Différence significative à faible présomption si  $0,05 < \rho$ -value  $\leq$  0,1 ; \* = **différence significative à faible présomption**

## **Discussion**

La mise en place d'une prothèse totale de hanche est une intervention courante, avec un délai d'hospitalisation de plus en plus court grâce à la généralisation des voies mini-invasives [22]. En revanche, on retrouve des déficits d'ordre musculaires [54] et fonctionnels qui persistent à un an post-opératoire [25,40,53]. Pourtant la rééducation après arthroplastie totale de hanche reste controversée. Une meilleure connaissance des paramètres de la marche dans les suites des arthroplasties totales de la hanche pourrait permettre une meilleure adaptation des protocoles de rééducation.

Dans ce contexte l'objectif de cette étude est d'analyser les déficits retrouvés lors d'une analyse quantifiée de la marche à 1 an post-opératoire d'une arthroplastie totale de hanche réalisée par voie ALMI. Tous les sujets de l'étude ont réalisé les tests de force maximale isométrique, puis les analyses quantifiées de la marche. Les 3 groupes ont ensuite été analysés d'un point de vue statistique.

Une diminution de l'offset fémoral ayant pour conséquence de majorer certains déficits (diminution du débattement articulaire du genou et de la hanche dans le plan frontal) [17] nous avons été dans l'obligation d'intégrer ce paramètre lors de nos analyses. Pour cela les sujets du groupe ALMI ont été divisés en deux sous-groupes, en fonction de la mesure de l'offset fémoral. Un groupe ayant un offset fémoral dit « restauré » (raccourcissement de l'offset fémoral  $\leq 6\text{mm}$ ) et un autre groupe ayant un offset fémoral dit « non restauré » (raccourcissement de l'offset fémoral  $> 6\text{mm}$ ).

### ***Limites du projet***

La présente étude présente plusieurs limites. Des cohortes de patients plus importantes seraient bénéfiques pour obtenir des résultats plus significatifs surtout pour les patients asymptomatiques et pour les patients ayant un offset fémoral « non restauré ». Ce qui nous aurait permis d'améliorer la significativité de certains résultats. Dans nos groupes, nous pouvons aussi remarquer que la répartition homme/femme est assez inégalitaire, avec 16 femmes pour 7 hommes. De plus, on trouve une grande majorité de droitiers (18 pour un gaucher) et plus de PTH D (11 pour 5 PTH G). Il ne s'agit pas d'une étude randomisée. Nous avons aussi remarqué une variabilité dans les traitements de la rééducation que les patients ont suivi ce qui peut influencer sur les résultats. Nous savons

que la rééducation a une efficacité incontestable sur les paramètres posturaux unipodaux des sujets rééduqués (supervisés ou non) par rapport à des sujets non rééduqués [16,47]. Nous avons mesuré les offsets à partir d'une radiographie du bassin de face. Cette mesure est relativement imprécise et aurait été de meilleure qualité avec une mesure scanographique [17].

Nous allons répondre à la question de recherche : Existe-t-il des boiteries, à un an post-opératoire, chez des sujets ayant bénéficié d'une arthroplastie totale de hanche par voie antérolatérale mini-invasive ?

#### *Analyse du pic de force Fz*

Selon Queen & al, des différences significatives ( $p < 0,05$ ) inter-jambe existent à l'attaque du sol par le talon pour des sujets ayant subi une ATH par voie ALMI à 1 an post-opératoire, avec une diminution de force à l'attaque du talon pour la jambe porteuse de la prothèse [24]. Dans notre étude, nous ne retrouvons pas de différence statistiquement significative sur ce point. Au vu de la faible taille de notre échantillon de sujets asymptomatiques, nous tenons à souligner que si nous comparons les valeurs brutes, il existe une diminution des valeurs moyennes du pic de force lors de l'attaque du sol par le talon (Fz 1) pour les deux groupes (offset « non restauré » et « restauré »). Nous ne pouvons donc affirmer que ce paramètre n'est pas affecté.

Pour l'analyse de Fz 2, nous ne retrouvons pas de différence significative entre les groupes. Au vu de la faible taille de notre échantillon de sujets asymptomatiques, nous tenons à souligner que si on compare les valeurs brutes, il existe une diminution des valeurs moyennes du pic de force en Fz 2 pour les deux groupes (offset « non restauré » et « restauré »). Nous ne pouvons donc affirmer que ce paramètre n'est pas affecté. Il n'est pas possible de se comparer par rapport à la littérature car nous n'avons pas retrouvé d'analyse de ce paramètre.

Concernant la force maximale lors de la phase de propulsion (Fz 3), Queen & al observe une différence significative ( $p < 0,05$ ) inter-jambe, avec une diminution de cette force pour la jambe opérée par rapport à la jambe non-opérée [24]. Lors de l'analyse des groupes deux à deux, nous observons des différences significatives de faible présomption ( $0,1 > p > 0,05$ ) entre les sujets asymptomatiques et ceux du groupe « restauré », ainsi qu'entre les sujets du groupe « restauré » et ceux du groupe « non

restauré ». Ces résultats sont conformes à ceux de la littérature [24]. Nous pouvons donc affirmer qu'il existe une diminution de la force de propulsion pour les sujets ayant bénéficié d'une ATH par voie ALMI à 1 an post-opératoire. La taille de l'échantillon étant faible nous pouvons penser que la différence est très marquée.

Nous pouvons donc conclure qu'il existe une diminution des appuis du côté opéré lors du cycle de la marche à un an de la chirurgie.

#### *Analyse des moments de la hanche*

Dans la littérature, une diminution du moment maximum de hanche dans le plan sagittal (flexion) est retrouvée pour les sujets ayant subi une ATH à 10 mois post-opératoires. Pour Varin & al [53], cette différence n'est pas statistiquement significative, par contre les différences sont significatives ( $p=0,013$ ) dans l'étude de Mantovani [25]. Nous retrouvons aussi, dans notre étude, une diminution du moment maximum de hanche dans le plan sagittal (flexion), pour le groupe offset « restauré » et pour le groupe offset « non restauré », mais pas de manière non significative.

Dans la littérature, une diminution du moment maximum de hanche dans le plan frontal (abduction) est retrouvée de manière significative ( $p<0,05$ ) dans l'étude de Varin [53]. En revanche, dans celle de Mantovani & al [25], il décrit une diminution de ce même paramètre mais pas de manière significative. Dans notre étude, nous retrouvons une diminution de ce paramètre entre les sujets asymptomatiques et les sujets ayant bénéficié d'une ATH par voie ALMI. Nous observons cette diminution dans le plan frontal avec une différence significative de faible présomption ( $0,1>p>0,05$ ) entre le groupe asymptomatique et le groupe « restauré ». Nos résultats mettent en évidence une diminution du pic de moment de hanche dans le plan frontal des sujets ayant reçu une PTH.

Varin & al [53] constatent une diminution du pic de moment de hanche dans le plan horizontal (rotation) avec une diminution significative ( $p<0,05$ ) pour les sujets ayant reçu une PTH par voie ALMI par rapport à des sujets contrôles 10 mois après l'intervention. Nous retrouvons aussi cette diminution de manière significative à faible présomption ( $0,1>p>0,05$ ) entre les sujets asymptomatiques et ceux du groupe « restaurés ».

Nous pouvons donc conclure que la mise en place d'une PTH par voie ALMI provoque une diminution des moments maximum de hanche dans les trois plans de l'espace à un an après la chirurgie.

#### *Débattement du bassin*

Dans le plan sagittal, on mesure le débattement du bassin, appelé tilt. La mise en place d'une PTH (à 10 mois post-opératoires) n'entraîne pas de différence significative avec des sujets contrôles, selon Varin & al [53]. Nos résultats sont cohérents avec cette étude. Le débattement du bassin dans le plan frontal est aussi analysé dans la littérature. Il est retrouvé une diminution significative de ce paramètre à 10 mois post-opératoires, pour des sujets ayant subi une ATH par rapport à des sujets contrôles [53,54]. Dans notre étude, nous retrouvons une diminution de l'amplitude du bassin dans le plan frontal, mais pas de manière significative, entre les sujets asymptomatiques et les sujets porteurs d'une PTH.

Nous ne pouvons pas conclure qu'il existe une altération de ce paramètre.

#### *Débattement articulaire de la hanche*

Dans la littérature, nous trouvons une diminution d'amplitude de la flexion/extension de hanche de manière significative à quatre mois de la chirurgie [26], et qui persiste à 10 mois [25]. Dans notre étude, nous constatons une diminution significative à forte présomption ( $p < 0,05$ ) entre les sujets asymptomatiques et les sujets ayant reçu une PTH par voie ALMI. De plus, quand on compare les groupes deux à deux, on retrouve une diminution significative à forte présomption ( $p < 0,05$ ) entre les sujets asymptomatiques et les sujets du groupe « restauré », ainsi qu'entre les sujets asymptomatiques et ceux du groupe « non restauré ». De plus, nous observons une diminution d'amplitude de hanche dans le plan sagittal du groupe « non restauré » par rapport au groupe « restauré » mais pas de manière significative. Or selon Sariali & al [17], nous constatons une diminution significative ( $p < 0,05$ ) de l'amplitude de hanche en flexion/extension chez des sujets ayant subi une ATH, du membre opéré ayant un offset diminué (raccourcissement de l'offset fémoral  $> 6\text{mm}$ ) par rapport au côté sain. Donc la mise en place d'une PTH par voie ALMI abouti à une diminution de l'amplitude de flexion/extension qui persiste à 1 an post-opératoire. Cette diminution est majorée lorsque la réduction de l'offset fémoral est supérieure à 6mm par rapport au côté sain.

Selon Mantovani & al [25], 10 mois après la mise en place d'une PTH par voie ALMI, on trouve une diminution significative ( $p < 0,05$ ) de l'amplitude de hanche en abduction/adduction. Nous observons, dans notre étude une diminution, mais pas de manière significative, de cette amplitude pour le groupe « restauré », et plus encore pour le groupe « non restauré » par rapport au groupe asymptotique. Au vu de la taille de notre échantillon, nous pouvons penser que ce paramètre est bien altéré.

La mise en place d'une PTH par voie ALMI provoque une diminution d'amplitude dans les plans sagittaux et frontaux, qui persiste à un an après l'intervention.

#### *Paramètres spatio-temporels*

Dans la littérature, nous pouvons observer une diminution significative ( $p < 0,05$ ) du pourcentage du temps en appui unipodal pendant la marche à 4 mois post-opératoires, après la mise en place d'une PTH par voie ALMI [26]. Cette diminution n'est pas retrouvée dans notre étude qui étudie le temps de la phase d'appui unipodal lors de la marche, à un an post-opératoire d'une PTH par rapport à des sujets contrôles.

Selon Klausmeier & al, la vitesse de marche diminue de manière significative ( $p < 0,05$ ), à 4 mois post-opératoires, entre des sujets ayant subi une ATH par voie ALMI par rapport à des sujets contrôles [26]. Dans notre étude, nous remarquons une diminution de la vitesse de marche du groupe A, et plus encore du groupe B, par rapport aux sujets asymptotiques. La diminution de la vitesse de marche des sujets du groupe A par rapport à ceux du groupe asymptotique n'est pas significative, tandis que cette diminution est significative ( $p < 0,05$ ) pour le groupe B par rapport au groupe asymptotique.

Nous retrouvons une altération de la vitesse de la marche chez les sujets étant opérés d'une ATH par voie ALMI qui persiste à 1 an post-opératoire par rapport à des sujets asymptotiques. Ce déficit est majoré lorsque la différence d'offset fémoral est raccourcie de plus de 6mm par rapport au côté sain.

#### *Force maximale isométrique*

Peu d'études utilisent les tests de FMI pour comparer la force après une ATH. Une étude mesure la puissance musculaire de la hanche dans le plan frontal et sagittal en effectuant 3 tests de Trendelenburg sur une plateforme de force [54]. Pourtant, on sait, d'après Halaki & al, que les muscles assurant le maintien de l'équilibre statique

travaillent plus sur un mode isométrique, et donc la FMI semble être la meilleure référence [48].

Selon Whatling & al, les patients ayant reçu une PTH par voie latérale directe ont une diminution significative de la force des abducteurs de hanche ( $\rho < 0,05$ ) par rapport aux sujets sains [48]. Klausmeier retrouve à 16 semaines post-opératoires, une diminution significative ( $\rho < 0,05$ ) des muscles abducteurs, pour des sujets opérés par voie antérolatérale par rapport au sujet sain [26]. Notre étude présente des différences significatives à forte présomption ( $\rho < 0,05$ ) pour les muscles MG et TFL entre les trois groupes (Tableau III). Puis, dans la comparaison des groupes deux à deux, nous retrouvons des différences significatives à forte présomption entre le groupe offset « restauré » et les sujets asymptomatiques pour les muscles MG et TFL (Tableau IV). Nous observons aussi une diminution de la FMI pour les muscles MG et TFL entre les sujets asymptomatiques et les sujets du groupe offset « non restauré », mais la différence n'est pas significative ( $\rho > 0,1$ ). Et la comparaison entre les deux groupes opérés par voie ALMI, montrent que celui « non restauré » a mieux récupéré que le groupe « restauré » pour le MG et la TFL, mais pas de manière significative.

Ces résultats mettent en évidence une diminution de la FMI pour les muscles MG et TFL suite à la mise en place d'une PTH par voie ALMI par rapport aux sujets asymptomatiques.

Nous pouvons conclure que la voie ALMI altère les propriétés contractiles des muscles MG et TFL.

Nous pouvons répondre de la manière suivante à notre question de recherche :

Il existe des boiteries, à un an post-opératoire, chez des sujets ayant bénéficié d'une arthroplastie totale de hanche par voie antérolatérale mini-invasive.

### ***Perspectives du projet***

L'arthroplastie totale de hanche par voie antérolatérale mini-invasive aboutit à d'excellents résultats cliniques et fonctionnels, il persiste néanmoins à un an post-opératoire des déficits à la marche, qui sont majorés lors d'une réduction trop importante de l'offset fémoral. Malgré certaines limites, nos résultats sont en accord avec la littérature et apportent des données encore rares à un an post-opératoire pour des

sujets ayant bénéficié d'une ATH par voie ALMI en comparaison à des sujets asymptomatiques.

Aujourd'hui, la prise en charge d'une ATH se déroule surtout dans le temps post-opératoire immédiat jusqu'au retour à domicile, avec une diminution des prescriptions de rééducation en post-opératoire [29,56,57]. En effet, le temps d'hospitalisation post-PTH était de 5 jours en 2007 contre 9 en 1997, et seulement 13 à 23% des patients se voient prescrire une rééducation [58]. De plus la marche apparaît souvent comme la seule activité préconisée à la sortie de l'hospitalisation [59,60]. Durant cette phase, les objectifs du masseur-kinésithérapeute sont de prendre en charge la douleur liée à l'intervention, surveiller les complications post-opératoires, la reprise de la marche et plus généralement l'éducation du patient concernant l'hygiène de vie et la prophylaxie des mouvements à risque. Cette prise en charge se réduit en quatre mots clés : indolence, mobilité, stabilité et prévention. Le terme « mobilité » nous renvoie à l'amplitude de mouvement de la hanche, qui comme nous l'avons objectivé dans cette étude, présente une diminution qui persiste à un an après l'intervention. Nous retrouvons aussi le terme « stabilité », qui nous ramène aux muscles stabilisateurs du bassin (MG et TFL), où nous avons démontré une diminution de force de ces muscles à un an post-opératoire.

Il conviendra, dans le futur, de proposer un protocole de rééducation afin de palier à ces déficits persistant pour cette voie d'abord. Ce protocole pourrait commencer dès la phase préopératoire, pour se poursuivre en post-opératoire. Selon Fourcher & al [51], renforcer les muscles abducteurs et lutter contre un IMC trop important avant la chirurgie, a une incidence significativement favorable sur la marche après ATH. Cela pourrait être soit un protocole suivi en cabinet soit un protocole d'auto-rééducation (à domicile) suivi à distance, en fonction des patients.

Les futures études devront être étendues aux autres voies d'abord, afin de vérifier dans quelles mesures il existe des déficits de la marche à un an post-opératoire, et si ces déficits sont différents à ceux mis en avant dans cette étude. Pour enfin proposer une rééducation des déficits retrouvés en fonction de la voie d'abord utilisée pour la mise en place de la PTH. Cette étude doit être considérée comme les débuts d'un vaste champ d'investigation pour la rééducation des PTH en fonction de leur voie d'abord.

## **Conclusion**

Notre étude contrôlée a permis d'objectiver les déficits de la marche à un an après la chirurgie par voie ALMI par rapport à des sujets asymptomatiques.

Les analyses ont permis de mettre en évidence plusieurs résultats majeurs. Il persiste une diminution de force pour les muscles Moyen Glutéal et Tenseur du Fascia Lata, à un an post-opératoire, ainsi qu'une diminution de la force de propulsion et du pic de moment de hanche dans les trois plans lors de la marche. De plus, nous retrouvons une diminution de l'amplitude du bassin dans le plan frontal. Nous observons aussi, une diminution de l'amplitude de hanche, dans les plans sagittaux et frontaux, et de la vitesse de marche qui sont majorées lorsque l'offset fémoral n'est pas restauré (réduction > 6mm).

Ces résultats démontrent la nécessité de mettre en place un protocole de rééducation permettant de lutter contre ces déficits de la marche pour les ATH par voie ALMI.

## Références

- [1] Oishi CS, Hoaglund FT, Gordon L, Ross PD. Total hip replacement rates are higher among Caucasians than Asians in Hawaii. *Clin Orthop Relat Res.* 1998;353:166-174.
- [2] Puget J. Introduction. In : Duparc J, Puget J, editors. *Prothèse totale de hanche les choix, Cahiers d'enseignement de la SOFCOT.* Paris : Elsevier; 2005. p.XXI-II.
- [3] Caton J, Papin P. Typologie et épidémiologie des prothèses totales de hanches en France. *e-mémoires de l'Académie Nationale de Chirurgie,* 2012. 11(2): 1-7
- [4] Di Monaco M. Rehabilitation after Hip and Knee Arthroplasty : Where Are WE Now ? Work in Progress to build up Evidence-based Protocols. *Eur J Phys Rehabil Med.* 2013;49(6):875-876.
- [5] Trudelle-Jackson E, Emerson RH, Smith SS. Outcomes of total hip arthroplasty : a study of patients one year post-surgery. *J Orthop Sports Phys Ther.* 2002;32:260-267.
- [6] Long WT, Dorr LD, Healy B, Perry J. Functional recovery of noncemented total hip arthroplasty. *Clin. Orthop. Relat. Res.* 1993;288:73-77.
- [7] McCrory JL, White SC, Lifeso RM. Vertical ground reaction forces: objective measures of gait following hip arthroplasty. *Gait Posture.* 2001;14(2):104-109.
- [8] Murray MP, Brewer BJ, Zuege RC. Kinesiologic measurements of functional performance before and after McKee-Farrar total hip replacement. A study of thirty patients with rheumatoid arthritis, osteoarthritis, or avascular necrosis of the femoral head. *J. Bone Joint Surg. Am.* 1972;54(2):237-256.
- [9] Perron M, Malouin F, Moffet H, McFadyen BJ. Three-dimensional gait analysis in women with a total hip arthroplasty. *Clin. Biomech.* 2000;15(7):504-515.

- [10] Rigas C, Xenakis T. Pre- and post-operative gait analysis of hip osteoarthritic patients fitted with ceramic Autophor total hip replacement. *Eng. Med.* 1988;17(1):3-6.
- [11] Ritter MA, Harty LD, Keating ME, Faris PM, Meding JB. A clinical comparison of the anterolateral and posterolateral approaches to the hip. *Clin Orthop Relat Res.* 2001;385:95-99.
- [12] Stauffer RN, Smidt GL, Wadsworth JB. Clinical and biomechanical analysis of gait following Charnley total hip replacement. *Clin Orthop Relat Res.* 1974;99:70–77.
- [13] Crowninshield RD, Rosenberg AG, Sporer SM. Changing demographics of patients with total joint replacement. *Clin Orthop Relat Res.* 2006;443:266-272.
- [14] Liu SS, Della Valle AG, Besculides MC, Gaber LK, Memtsoudis SG. Trends in mortality, complications, and demographics for primary hip arthroplasty in the United States. *Int Orthop.* 2009;33(3):643-651.
- [15] Heiberg KE, Ekeland A, Mengshoel AM. Functional improvements desired by patients before and in the first year after total hip arthroplasty. *BMC Musculoskelet Disord.* 2013;14:243.
- [16] Van Driessche S, Billuart F, Martinez L, Brunel H, Guiffault P, Beldame J, Matsoukis J. Short-term comparison of postural effects of three minimally invasive hip approaches in primary total hip arthroplasty: Direct anterior, posterolateral and Röttinger. *OrthopTraumatol Surg Res.* 2016;pii:S1877-0568(16)30047-0.
- [17] Sariali E, Klouche S, Mouttet A, Pascal-Moussellard H. The effect of femoral offset modification on gait after total hip arthroplasty. *Acta Orthopaedica* 2014;85(2):123-127.
- [18] Bourne RB, Rorabeck CH. Soft tissue balancing : the hip. *J Arthroplasty.* 2002;17(1):17-22.

- [19] Behery OA, Foucher KC. Are Harris Hip Scores and Gait Mechanics Related Before and After THA? *Clin Orthop Relat Res.* 2014;472(11):3452-3461.
- [20] Manzotti A, Cerveri P, De Momi E, Confalonieri N. Does computer-assisted surgery benefit leg length restoration in total hip replacement ? Navigation versus conventional freehand. *Int Orthop.* 2011;35(1):19-24.
- [21] Pospischill M, Kranzl A, Attwenger B, Knahr K. Minimally Invasive Compared with Traditional Transgluteal Approach for Total Hip Arthroplasty. *The Journal of Bone Joint Surgery Am.* 2010;92(2):328-337.
- [22] Glaser D, Dennis DA, Komistek RD, Miner TM. In vivo comparison of hip mechanics for minimally invasive versus traditional Total Hip Arthroplasty. *Clin Biomech.* 2008;23(2):127-134.
- [23] Queen RM, Butler RJ, Watters TS, Kelley SS, Attarian DE, Bolognesi MP. The Effect of Total Hip Arthroplasty Surgical Approach on Postoperative Gait Mechanics. *J Arthroplasty.* 2011;26(6):66-71.
- [24] Queen RM, Appleton JS, Butler RJ, Newman ET, Kelley SS, Attarian DE, Bolognesi MP. Total Hip Arthroplasty Surgical Approach Does Not Alter Postoperative Gait Mechanics One Year After Surgery. *PM R.* 2014;6(3):221-226.
- [25] Mantovani G, Lamontagne D, Varin D, Cerulli GG, Beaulé PE. Comparison of Total Hip Arthroplasty surgical approaches by principal component analysis. *J Biomech.* 2012;45(12):2109-2115.
- [26] Klausmeier V, Lugade V, Jewett BA, Collis DK, Chou LS. Is There Faster Recovery With an Anterior or Anterolateral Total Hip Arthroplasty ? *Clin Orthop Relat Res.* 2010;468(2):533-541.
- [27] Maffiuletti NA, Impellizzeri FM, Widler K, Bizzini M, Kain MS, Munzinger U, Leunig M. Spatiotemporal Parameters of Gait After Total Hip Replacement : Anterior versus Posterior Approach. *Orthop Clin North Am.* 2009;40(3):407-415.

[28] Mayr E, Nogler M, Benedetti MG, Kessler O, Reinthaler A, Krismer M, Leardini A. A prospective randomized assessment of earlier functional recovery in Total Hip Arthroplasty patients treated by minimally invasive direct anterior approach : a gait analysis study. *Clin Biomech.* 2009;24(10):812–818.

[29] Nantel J, Termoz N, Ganapathi M, Vendittoli PA, Lavigne M, Prince F. Postural balance during quiet standing in patients with total hip arthroplasty with large diameter femoral head and surface replacement arthroplasty. *Arch Phys Med Rehabil* 2009;90:1607-12.

[30] Genêt F, Gouin F, Coudeyre E, Revel M, Rannou F. Intérêt d'une prescription de kinésithérapie ambulatoire à la sortie du service de chirurgie après la pose d'une prothèse totale de hanche ? Élaborations de recommandations françaises pour la pratique clinique. *Ann Readapt Med Phys* 2007;50:769-75.

[31] Lefevre-Colau M-M, Coudeyre E, Griffon A, Camilleri A, Ribinik P, Revel AM, Rannou F. Existe-t-il des critères d'orientation vers un centre de rééducation après la pose d'une prothèse totale de hanche ou de genou ? Élaboration de recommandations françaises pour la pratique clinique. *Ann Readapt Med Phys* 2007;50:317-26.

[32] Barrois B, Gouin F, Ribinik P, Reval M, Rannou F, Société Française de Médecine Physique et Réadaptation (Sofmer). What is the interest of rehabilitation in physical medicine and functional rehabilitation ward after total hip arthroplasty ? Elaboration of french clinical practice guidelines. *Ann Redapt Med Phys.* 2007 Nov;50(8):700-4,695.

[33] Mandereau C, Brzakala V, Matsoukis J. Functional recovery, complications and CT positioning of total hip replacement performed through a Röttinger anterolateral mini-incision. Review of a continuous series of 103 cases. *Orthop Traumatol Surg Res.* 2012;98(1):8-16.

[34] Belaid D, Rougier P, Lamotte D, Cantaloube S, Duchamp J, Dierick F. Clinical and posturographic comparison of patients with recent total arthroplasty. *Rev Chir Orthop Reparatrice ApparMot.* 2007;93(2):171-180.

- [35] Quagliarella L, Sasanelli N, Monaco V, Belgiovine G, Spinarelli A, Notarnicola A, Moretti L, Moretti B. Relevance of orthostatic posturography for clinical evaluation of hip and knee joint arthroplasty patients. *Gait Posture*. 2011;34(1):49-54.
- [36] Da Silva RA, Bilodeau M, Parreira RB, Teixeira DC, Amorim CF. Age-related differences in time-limit performance and force platform-based balance measures during one-leg stance. *J Electromyogr Kinesiol*. 2013;23(3):634-639.
- [37] Wykman A, Goldie I. Postural stability after total hip replacement. *Int Orthop*. 1989;13(4):235-238.
- [38] Calò L, Rabini A, Picciotti PM, Laurino S, Passali GC, Ferrara PE, Maggi L, Piazzini DB, Specchia A, Frasca G, Ronconi G, Bertolini C, Scarano E. Postural control in patients with total hip replacement. *Eur J Phys Rehabil Med*. 2009;45(3):327-34.
- [39] Müller M, Schwachmeyer V, Tohtz S, Taylor WR, Duda GN, Perka C, Heller MO. The direct lateral approach: impact on gait patterns, foot progression angle and pain in comparison with a minimally invasive anterolateral approach. *Arch Orthop Trauma Surg*. 2012;132(5):725–731.
- [40] Foucher KC, Wimmer MA, Moisisio KC, Hildebrand M, Berli MC, Berger RA, Galante JO. Time course and extent of functional recovery during the first postoperative year after minimally invasive total hip arthroplasty with two different surgical approaches - a randomized controlled trial. *J Biomech*. 2011;44(3):372-378.
- [41] Krych AJ, Pagnano MW, Wood KC, Meneghini RM, Kaufmann K. No benefit of the two incision THA over mini posterior THA : a pilot study of strength and gait. *Clin Orthop Relat Res*. 2010;468(2):565–570.
- [42] Krych AJ, Pagnano MW, Wood KC, Meneghini RM, Kaufman K. No Strength or Gait Benefit of Two-incision THA. *Clin Orthop Relat Res*. 2011;469(4):1110–1118.

- [43] Rathod PA, Orishimo KF, Kremenic IJ, Deshmukh AJ, Rodriguez JA. Similar Improvement in Gait Parameters Following Direct Anterior & Posterior Approach Total Hip Arthroplasty. *J Arthroplasty*. 2014;29(6):1261–1264.
- [44] Madsen MS, Ritter MA, Morris HH, Meding JB, Berend ME, Faris PM, Vardaxis VG. The effect of total hip arthroplasty surgical approach on gait. *J Orthop Res*. 2004;22(1):44-50.
- [45] Bennett D, Humphreys L, O'Brien S, Orr J, Beverland DE. Temporospacial parameters of hip replacement patients ten years post-operatively. *Int Orthop*. 2009;33(5):1203-1207.
- [46] Queen RM, Watters TS, Abbey AN, Sabesan VJ, Vail TP, Bolognesi MP. Gait symmetry: a comparison of hip resurfacing and jumbo head total hip arthroplasty patients. *J Arthroplasty*. 2011;26(5):680-685.
- [47] Matsoukis F. Analyse des effets de deux protocoles de rééducation sur les paramètres posturaux de patient ayant bénéficié d'une arthroplastie totale de hanche par voie mini-invasive antéro-latérale (MKDE). Paris : IFMK Saint-Michel, 2016.
- [48] Halaki M, Ginn K. Normalization of EMG Signals : To Normalize or Not to Normalize and What to Normalize to ? Computational Intelligence in Electromyography Analysis, ISBN : 978-953-51-0805-4, InTech. Octobre 2012; Chapitre 7: 175-194.
- [49] Hislop H, Montgomery J. Le bilan musculaire de Daniels et Worthingham : Techniques de testing manuel. Elsevier Masson ; 8e édition (17 juin 2009) : 183-203.
- [50] Bernard J. Analyse stabilométrique et électromyographique des adaptations posturales chez des sujets asymptomatiques. Mémoire MKDE. IFMK Saint-Michel, 2015.

- [51] Foucher KC, Freels S. Preoperative factors associated with postoperative gait kinematics and kinetics after total hip arthroplasty. *Osteoarthritis Cartilage*. 2015;23(10):1685-1694.
- [52] Nantel J, Termoz N, Vendittoli PA, Lavigne M, Prince F. Gait patterns after total hip arthroplasty and surface replacement arthroplasty. *Arch Phys Med Rehabil*. 2009;90(3):463-469.
- [53] Varin D, Lamontagne M, Beaulé PE. Does the anterior approach for THA provide closer-to-normal lower-limb motion? *J Arthroplasty*. 2013;28(8):1401-1407.
- [54] Whatling GM, Dabke HV, Holt CA, Jones L, Madete J, Alderman PM, Roberts P. Objective functional assessment of total hip arthroplasty following two common surgical approaches: the posterior and direct lateral approaches. *Proc Inst Med Eng H*. 2008;222(6):897-905.
- [55] Zagra L, Anasetti F, Bianchi L, Licari V, Giacometti Ceroni R. No difference in gait recovery after THA with different head diameters: a prospective randomized study. *Clin Orthop Relat Res*. 2013;471(12):3830-3837.
- [56] Genêt F, Gouin F, Coudeyre E, Revel M, Rannou F. Intérêt d'une prescription de kinésithérapie ambulatoire à la sortie du service de chirurgie après la pose d'une prothèse totale de hanche ou de genou ? Élaboration de recommandations françaises pour la pratique clinique. *Ann Readapt Med Phys* 2007;50:769-75.
- [57] Lefevre-Colau M-M, Coudeyre E, Griffon A, Camilleri A, Ribinik P, Revel AM, Rannou F. Existe-t-il des critères d'orientation vers un entre de rééducation après la pose d'une prothèse totale de hanche ou de genou ? Élaboration de recommandations françaises pour la pratique clinique. *Ann Readapt Med Phys*. 2007;50:317-26.
- [58] Barrois B, Gouin F, Ribinik P, Revel M, Rannou F, Société Française de médecine physique et réadaptation (Sofmer). What is the interest of rehabilitation in physical medicine and functional rehabilitation ward after total hip arthroplasty ? Elaboration of french clinical practice guidelines. *Ann Readapt Med Phys*. 2007 Nov;50(8):700-4,695.

[59] Kuster MS. Exercise recommendations after total joint replacement : a review of the current litterature and proposal of scientifically based guidelines. Sports Med 2002;32:433-45.

[60] Mikkelsen LR, Mechlenburg I, Soballe K, Jorgensen LB, Mikkelsen S, Bandholm T, Petersen AK. Effect of early Supervised Progressive Resistance Training Compared to Unsupervised Home-based Exercise after Fast-track Total Hip Replacement Applied to Patients with Preoperative Functional Limitations. A Single-blinded Randomised Controlled Trial. Osteoarthritis Cartilage. 2014 Dec;22(12):2051-8.

## **Annexes**

### **Table des annexes :**

- **Annexe I :** Stratégie de recherche bibliographique
- **Annexe II :** Mesure de l'offset fémoral à l'aide du logiciel Orthoview®
- **Annexe III :** Fiche d'information personnelle
- **Annexe IV :** Score HHS
- **Annexe V :** Test de force maximale isométrique

## **Annexe I : Stratégie de recherche bibliographique**

## **1. Base de données**

Les recherches ont été conduites avec le moteur de recherche Pubmed utilisant la base de données Medline, entre avril 2016 et mai 2017. Une recherche rétrospective a été menée le premier mois, suivie par la mise en place d'une recherche prospective utilisant les mêmes mots clefs.

## **2. Mots clés utilisés**

*Mots clés utilisés pour les recherches sur l'analyse quantifiée de la marche dans un contexte d'ATH*

- Middle aged
- Aged
- Older
- Elderly
- Hip prothesis
- Hip arthroplasty
- Hip replacement
- Range of motion
- Treatment outcome
- Biomechanical phenomena
- Gait
- Walking
- Knee
- Hip dislocation

*Mots clés utilisés pour les recherches sur les conséquences des différentes voies d'abords dans un contexte d'ATH*

- Middle aged
- Aged
- Older
- Elderly
- Hip prothesis
- Hip arthroplasty

- Hip replacement
- Gait
- Walking
- Biomechanical
- Surgical approach
- Knee
- Cadaver
- Parkinson disease
- Femoroacetabular impingement
- Image processing

Deux recherches distinctes ont été menées. Ces mots clés ont été couplés entre eux grâce aux connecteurs « AND », « OR » et « NOT » de façon à réaliser les deux formules suivantes :

- **Recherche concernant l'analyse quantifiée de la marche dans un contexte d'ATH : 16 résultats** dont 8 retrouvés dans l'équation de recherche sur les conséquences des différentes voies d'abords dans un contexte d'ATH.

*(middle aged OR aged OR older OR elderly) AND (hip prosthesis OR hip arthroplasty OR hip replacement) AND range of motion AND treatment outcome AND biomechanical phenomena AND (gait or walking) NOT knee NOT hip dislocation*

- **Recherche concernant les conséquences des différentes voies d'abords dans un contexte d'ATH : 17 résultats** dont 8 retrouvés dans l'équation de recherche sur l'analyse quantifiée de la marche dans un contexte d'ATH.

*(middle aged OR aged OR older OR elderly) AND (hip prosthesis OR hip arthroplasty OR hip replacement) AND (gait OR Walking) AND biomechanical AND surgical approach NOT knee NOT cadaver NOT parkinson disease NOT image processing NOT Femoroacetabular impingement*

### 3. Critères d'inclusion des articles

- Article de langue anglaise et française
- Etudes sur sujets humains

### 4. Critères d'exclusion des articles

Critères d'exclusion pour les recherches sur l'analyse quantifiée de la marche dans un contexte d'ATH

- Knee
- Hip dislocation

Critères d'exclusion pour les recherches sur les conséquences des différentes voies d'abords dans un contexte d'ATH

- Knee
- Cadaver
- Parkinson disease
- Femoroacetabulat impingement
- Image processing

### 5. Résultats

Les filtres suivants ont été appliqués : « Species : Humans », « Langages : English, French ».

- **Recherche concernant l'analyse quantifiée de la marche dans un contexte d'ATH : 16 résultats.**
- **Recherche concernant les conséquences des différentes voies d'abords dans un contexte d'ATH : 17 résultats.**

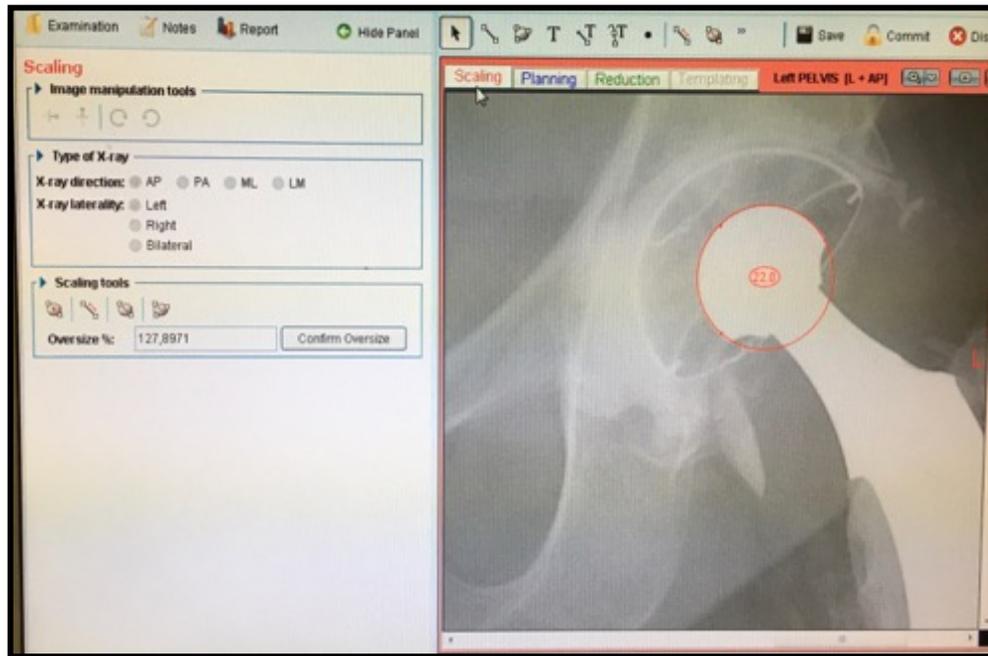
### 6. Articles retenues

Au total, 25 articles ont été retenus. Nous avons retenus tous les articles issus des équations de recherches du au fait qu'il y avait peu de littérature trouvé sur ces thèmes.

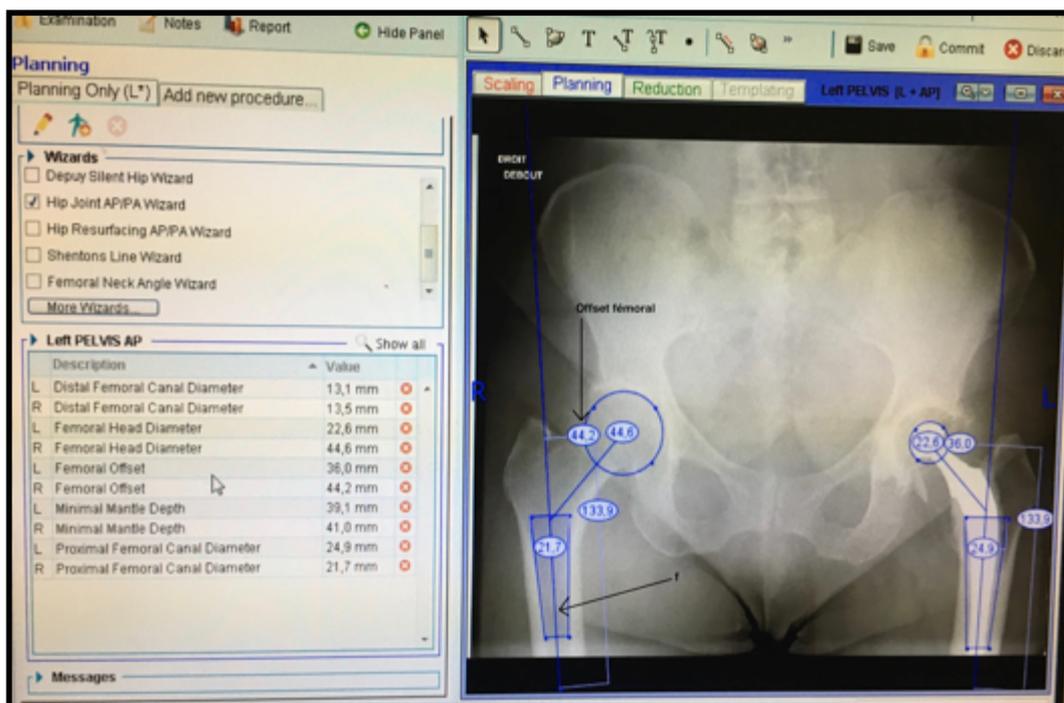
- **Recherche concernant l'analyse quantifiée de la marche dans un contexte d'ATH: 16 résultats** dont 8 retrouvés dans l'équation de recherche sur les conséquences des différentes voies d'abords dans un contexte d'ATH.
- **Recherche concernant les conséquences des différentes voies d'abords dans un contexte d'ATH: 17 résultats** dont 8 retrouvés dans l'équation de recherche sur l'analyse quantifiée de la marche dans un contexte d'ATH.

**Annexe II : Mesure de l'offset fémoral à l'aide du logiciel  
Orthoview®**

Dans un premier temps, on mesure le diamètre la tête fémorale pour avoir le centre de celle-ci.



Dans un second temps, on trace la droite passant par l'axe du fût fémoral (f). Puis on mesure la longueur du segment perpendiculaire à (f) entre le centre de la tête fémorale et (f) qui correspond à l'offset fémoral.



## **Annexe III : Fiche d'information personnelle**

## **Fiche d'information**

**Nom :**

**Prénom :**

**Date de naissance :**

**Date de l'opération :**

**Latéralité :**

**Latéralité PTH :**

**Taille (en cm) :**

**Poids (en kg) :**

**IMC (kg/m<sup>2</sup>) :**

**Longueur de jambe (en cm) :**

- Gauche :
- Droite :

**Largeur de genou (en cm) :**

- Gauche :
- Droite :

**Largeur de cheville (en cm) :**

- Gauche :
- Droite :

## **Annexe IV : Score HHS**

## Harris Hip Score

<b>Nom</b>		<b>Date</b>	
<b>Prénom</b>			
<b>Section 1</b>			
<b>Douleur</b>		<b>Aides techniques</b>	
Aucune (44)		Aucune (11)	
Légère, occasionnelle, n'entraînant aucune limitation des activités (40)		Cane / bâton de marche pour de longues promenades (7)	
Légère douleur, aucun effet sur les activités habituelles. Peut parfois survenir après une activité inhabituelle. Peut prendre des antalgiques mineurs (30)		Cane / Bâton de marche la plupart du temps (5)	
Douleur modérée, mais tolérable, entraînant quelques limitations à l'activité ordinaire ou du travail, occasionnelle pouvant exiger des médicaments antidouleurs plus forts que les antalgiques mineurs (20)		1 béquille (3)	
Douleur marquée, limitation grave des activités (10)		2 cannes ou bâtons de marche (2)	
Totalement invalide, douleurs permanentes même au lit (0)		Deux béquilles ou ne sont pas capables de marcher (0)	
<b>Périmètre de marche</b>		<b>Boiterie</b>	
Illimité (11)		Aucune (11)	
30 min (8)		Légère (8)	
10 – 15 min (5)		Modérée (5)	
Dans le maison (2)		Sévère ou incapable de marcher (0)	
Lit et chaise (0)			
<b>Activités – Chaussures - Chaussettes</b>		<b>Escaliers</b>	
Avec facilité (4)		Normalement, sans aide de la main courante (4)	
Avec difficulté (2)		Normalement, à l'aide de la main courante (2)	
Incapacité de mettre les chaussettes ou nouer les lacets (0)		Possible mais de manière non orthodoxe (1)	
		Impossible de monter/descendre les escaliers (0)	
<b>Transports en commun</b>		<b>Position assise</b>	

Capable d'utiliser les transports : bus (1)		Confortablement sur une chaise ordinaire pendant 1h (5)	
Incapable d'utiliser les transports : bus (0)		Sur une chaise pendant 30 min (3)	
		Impossibilité de s'asseoir confortablement sur une chaise (0)	
<b>Section 2 : Absence d'attitudes vicieuses</b>			
Est-ce que votre patient a TOUS les éléments suivants			
Moins de 30° de flessum		Oui (1)	
		Non (0)	
Moins de 10° d'attitude vicieuse en RI		Oui (1)	
		Non (0)	
Moins de 10° d'adductum		Oui (1)	
		Non (0)	
Moins de 3,2 cm de différence inter-jambe		Oui (1)	
		Non (0)	
<b>Section 3 : Amplitudes</b>			
<i>(5) si flexion 0 – 110°, si abduction 0- 20°, si adduction (0 – 15°), si RE 0 – 15°.</i>			
<i>En dehors de ces limites, il faut multiplier le nombre de degrés possibles (dp) dans le volant de mobilité que présente la hanche par l'index qui lui correspond.</i>			
<b>Amplitude de Flexion</b>		<b>Amplitude d'abduction</b>	
0 > 45 (dp x 1,0)		0 > 15 (dp x 0,8)	
45 > 90 (dp x 0,6)		15 > 20 (dp x 0,3)	
90 > 110 (dp x 0,3)		> 20 (dp x 0,0)	
<b>Amplitude en adduction</b>		<b>Amplitude de rotation externe</b>	
0 > 15 (dp x 0,2)		0 > 15 (dp x 0,4)	
		< 15 (dp x 0)	
<b>Le Harris Hip Score est</b>		<b>/100</b>	
< 70 : médiocre	70 – 79 : juste	80 – 89 : Bon	90 – 100 : Excellent

## **Annexe V : Test de force maximale isométrique**

Tous les tests de force maximale isométrique (FMI) sont réalisés dans le même ordre : testing du moyen glutéal en décubitus latéral, testing du tenseur du fascia lata (TFL) en décubitus latéral, testing du sartorius en décubitus dorsal et testing du grand glutéal en charge. Lors de ces tests de FMI, le muscle est positionné en course moyenne.

L'exercice est expliqué oralement aux participants, puis montré en mobilisation passive sur eux même avant une réalisation contre une faible résistance. Une fois que l'exercice est acquis, il est réalisé contre résistance manuelle maximale, avec stimulation verbale.

### **Moyen Glutéal**

Testing manuel en décubitus latéral : Abduction de hanche, membre inférieur en rectitude.



### **Tenseur du Fascia Lata**

Testing manuel en décubitus latéral: Abduction de hanche avec la hanche en flexion et rotation médiale.



## **Sartorius**

Testing manuel en décubitus dorsale : Flexion, rotation latérale et abduction de hanche, en faisant glisser le talon sur la crête tibiale.



## **Grand Glutéal**

Testing manuel en charge avec appuis des coudes sur la table : extension de hanche avec genou fléchi

