



**HAL**  
open science

# Évaluation de la précision du système KneeAlign 2® dans le rétablissement de l'axe mécanique neutre du membre inférieur lors de la réalisation d'une prothèse totale de genou

M'Taniouss Younan

► **To cite this version:**

M'Taniouss Younan. Évaluation de la précision du système KneeAlign 2® dans le rétablissement de l'axe mécanique neutre du membre inférieur lors de la réalisation d'une prothèse totale de genou. Sciences du Vivant [q-bio]. 2020. dumas-03025275

**HAL Id: dumas-03025275**

**<https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-03025275v1>**

Submitted on 26 Nov 2020

**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.

**UNIVERSITE DE LA REUNION  
UFR SANTE**

Année : 2020

N° 2020LARE047M

**THESE POUR LE DIPLOME D'ETAT  
DE DOCTEUR EN MEDECINE**

**Évaluation de la précision du système KneeAlign 2® dans le  
rétablissement de l'axe mécanique neutre du membre inférieur lors de  
la réalisation d'une prothèse totale de genou.**

Présentée et soutenue publiquement le 5 Octobre à  
à Bordeaux

**Par M'taniouss Younan  
Né le 21/10/1991 à Abidjan**

**JURY**

**Président :**

**Monsieur le Professeur Thierry FABRE**

**Assesseurs :**

**Madame la Professeure Frédérique SAUVAT**

**Monsieur le Professeur Dominique CHAUVEAUX**

**Monsieur le Docteur Adrien CADENNES**

**Monsieur le Docteur Cédric MAILLOT**

**Directeur de Thèse :**

**Monsieur le Docteur Richard BALLAS**

# TABLE DES MATIERES

## Table des matières

<b>INDEX DES TABLEAUX</b> .....	<b>3</b>
<b>INDEX DES FIGURES</b> .....	<b>4</b>
<b>1-INTRODUCTION</b> .....	<b>5</b>
<b>2-MATÉRIELS ET MÉTHODES</b> .....	<b>6</b>
2-1 SELECTIONS DES PATIENTS .....	6
2-2 TECHNIQUE CHIRURGICALE .....	8
2-2-1 <i>Coupe tibiale</i> .....	9
2-2-2 <i>Coupe fémorale</i> .....	12
2-3 ÉVALUATION RADIOLOGIQUE.....	15
2-4 RESULTATS FONCTIONNELS SPECIFIQUES DU GENOU .....	17
2-5 ANALYSES STATISTIQUES .....	17
<b>3-RÉSULTATS</b> .....	<b>18</b>
3.1 ALIGNEMENT MECANIQUE GLOBAL DES MEMBRES INFERIEURS (HKA).....	20
3.2 ALIGNEMENT MECANIQUE DES IMPLANTS FEMORAUX (ALPHA).....	23
3.3 ALIGNEMENT MECANIQUE DES IMPLANTS TIBIAUX (BETA & GAMMA).....	23
3.4 TEMPS OPERATOIRE.....	23
3.5 RESULTATS CLINIQUES (KSS) .....	24
<b>4-DISCUSSION</b> .....	<b>24</b>
4-1 COMPARAISON DU SYSTEME KNEEALIGN 2® AUX GUIDES CONVENTIONNELS .....	25
4.2 COMPARAISON DE KNEEALIGN 2® A LA CHIRURGIE ASSISTEE PAR ORDINATEUR (CAO) .....	28
4.3 COMPARAISONS AUX AUTRES PADS (I-ASSIT® ; I- JOIN®), ET AUX AUTRES ETUDES CONCERNANT KNEEALIGN2® .....	30
<b>5-CONCLUSION</b> .....	<b>32</b>
<b>REFERENCES</b> .....	<b>33</b>
<b>RÉSUMÉ</b> .....	<b>37</b>

# INDEX DES TABLEAUX

<i>Tableau 1 : Valeurs préopératoires des angles.....</i>	<i>21</i>
<i>Tableau 2 : Valeurs postopératoires des angles.....</i>	<i>22</i>
<i>Tableau 3 : Classification des résultats radiologiques postopératoires des angles.....</i>	<i>22</i>
<i>Tableau 4 : Résultats post-opératoires des scores KSS des études comparant les PADs aux techniques conventionnelles.....</i>	<i>27</i>

# INDEX DES FIGURES

<i>Figure 1 : Flowchart.....</i>	<i>8</i>
<i>Figure 2 : Détermination de l'axe mécanique tibial.....</i>	<i>10</i>
<i>Figure 3 : Réglage de l'épaisseur de coupe tibiale.....</i>	<i>11</i>
<i>Figure 4 : Affichage des plans de coupe tibiale.....</i>	<i>12</i>
<i>Figure 5: Installation fémorale du système KneeAlign 2®.....</i>	<i>13</i>
<i>Figure 6: Positionnement du gabarit fémoral .....</i>	<i>14</i>
<i>Figure 7: Affichage des plans de coupe fémorale .....</i>	<i>14</i>
<i>Figure 8 : Mesure des angles de face et de profil .....</i>	<i>16</i>
<i>Figure 9: Différence de l'angle HKA par rapport à 180°.....</i>	<i>19</i>
<i>Figure 10: Différence de l'angle alpha par rapport à 90°.....</i>	<i>19</i>
<i>Figure 11: Différence de l'angle bêta par rapport à 90° .....</i>	<i>20</i>
<i>Figure 12 : Temps opératoire en fonction du nombre de procédures .....</i>	<i>24</i>
<i>Figure 13 : Distribution Gaussienne des valeurs optimales et des valeurs post-opératoires (angle HKA) ...</i>	<i>30</i>

# 1-INTRODUCTION

L'arthroplastie totale de genou est une intervention chirurgicale couramment réalisée sur des articulations présentant une dégénérescence arthrosique ou arthritique sévère de plusieurs compartiments. Elle a prouvé son efficacité en améliorant la qualité de vie des patients grâce à son effet antalgique et fonctionnel [1].

L'alignement mécanique neutre du membre inférieur dans le plan frontal, bien que récemment remis en question [2,3], reste l'un des facteurs les plus importants lors de la réalisation d'une prothèse totale de genou (PTG). En effet, une différence d'alignement de l'axe mécanique de plus de 3° par rapport à l'axe mécanique neutre du membre inférieur est corrélé à un taux d'échecs plus élevé à court et à long terme. L'alignement frontal global de +/- 3° est donc considéré, par de nombreux auteurs, comme optimal [4–6].

Plusieurs méthodes sont actuellement disponibles pour réaliser cet alignement. Les guides de coupe extramédullaires (EM) et intramédullaires (IM) dits « conventionnels » sont les plus utilisés. Cependant, ils présentent un degré de précision limité [7]. Aussi, ils nécessitent l'utilisation d'une instrumentation intramédullaire invasive [7,8].

La chirurgie assistée par ordinateur (CAO) a été mise au point afin d'obtenir un alignement plus précis des implants lors de la réalisation d'une PTG [9,10]. Dans une récente méta-analyse, Mason et al. ont montré que l'utilisation de la CAO permettait de réduire à 9 % le nombre de résultats non optimaux dans l'alignement de l'axe mécanique neutre du membre inférieur contre 31% avec la technique conventionnelle [7]. Cependant, la CAO présente certains inconvénients, notamment un processus d'acquisition des axes compliqué [11], une console de manipulation difficile, une longue courbe d'apprentissage ainsi que des complications liées à l'emplacement des pins portant les capteurs optiques, comme les infections et les fractures périprothétiques tibiales et fémorales [12].

Plus récemment, l'arthroplastie totale de genou assistée par bras robotique (RAA) a démontré une précision supérieure à celle de la CAO, mais la longue courbe d'apprentissage et les coûts prohibitifs limitent fortement son utilisation [13].

Des systèmes de navigation par accéléromètres portables « *portable accelerometer devices* » (PADs) ont donc été développés afin de combiner la précision de la CAO à la commodité des méthodes conventionnelles. Le système KneeAlign 2® (Orthalign Inc, Aliso Viejo, CA) est un accéléromètre portable qui est couplé au guide pour effectuer les coupes tibiales et les coupes fémorales distales lors de la réalisation de la PTG. Il est compatible avec tous les systèmes d'ancillaire et se compose d'une console d'affichage et d'un capteur de référence, tous deux à usage unique [14,15].

L'objectif principal de notre étude est de déterminer la précision du système KneeAlign 2® dans le rétablissement des axes mécaniques du membre inférieur lors de la pose d'une PTG.

Notre hypothèse est que l'utilisation du système KneeAlign 2® permettrait d'obtenir un alignement précis de l'axe mécanique global du membre inférieur en limitant à moins de 10% les genoux présentant un alignement et/ou un positionnement des implants fémoraux et tibiaux non optimal.

## **2-MATÉRIELS ET MÉTHODES**

### **2-1 Sélections des patients**

Le processus de selection des patients est décrit dans le diagramme de flux (Flowchart).

Notre étude était rétrospective et monocentrique, a été réalisée entre novembre 2015 et avril 2019. Pendant cette période, 62 gonarthroses tricompartmentales ont été diagnostiquées chez 57 patients consécutifs (20 hommes, 37 femmes). Tous les patients ont bénéficié d'une arthroplastie totale de genou de première intention à l'aide du système KneeAlign 2 ® après échec d'un traitement conservateur médical ou chirurgical par ostéotomie tibiale de valgisation (OTV).

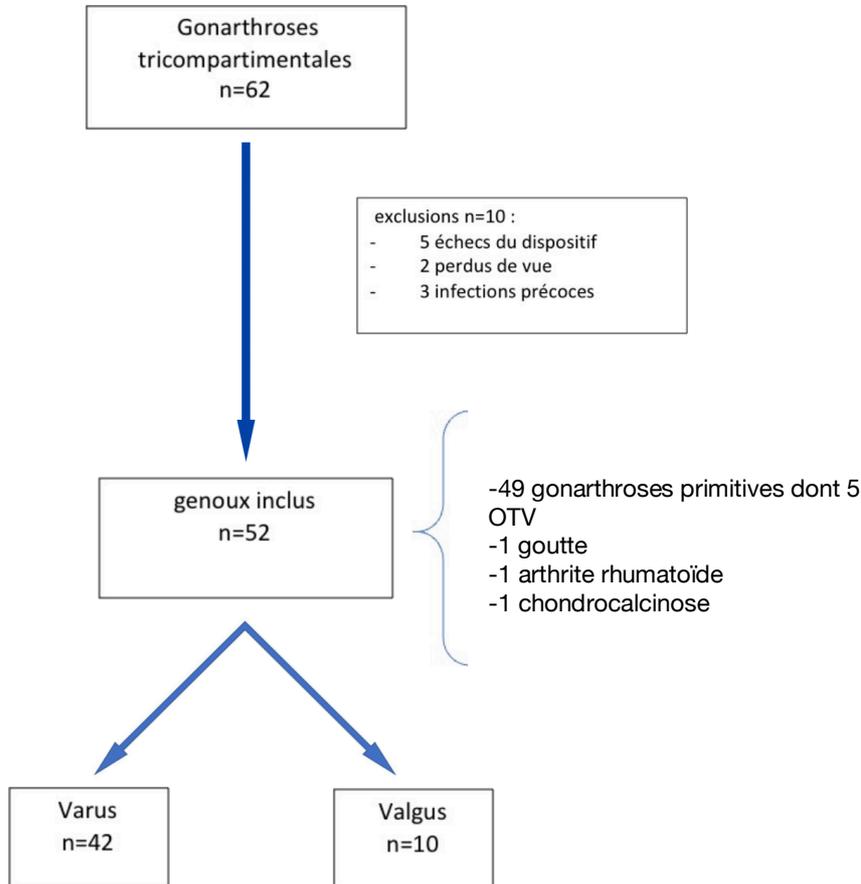
Les critères d'inclusion de notre étude étaient une arthrose du genou nécessitant la mise en place d'une PTG de première intention et après échec d'un traitement conservateur médical ou chirurgical.

Les critères d'exclusion étaient la défaillance du dispositif KneeAlign 2® pendant la procédure, les patients n'ayant pas reçus de contrôle radiographique des grands axes du membre inférieur en raison d'une infection précoce post-opératoire avec dépose du matériel et ceux qui n'ont pas respecté leur consultation de contrôle radio-clinique post-opératoire.

Parmi les 62 genoux qui ont bénéficié de la mise en place d'une PTG de première intention, 10 genoux ont été exclus de l'étude. Cinq ont été exclus suite à un arrêt peropératoire du fonctionnement des boitiers avec poursuite de l'intervention par les guides de coupe conventionnelle. Deux patients ont été exclus suite à une infection précoce avec dépose du matériel avant la réalisation des radiographies de contrôle et trois car perdus de vue. Au final, un total de 48 patients (17 hommes, 31 femmes) et 52 genoux (42 varus, 10 valgus) ont été inclus dans l'étude. Parmi eux 49 genoux souffraient d'arthrose primitive dont cinq avaient déjà bénéficié auparavant d'une ostéotomie tibiale de valgisation, un patient souffrait d'une arthrose secondaire à la polyarthrite rhumatoïde, un autre souffrait d'une arthrose secondaire à une chondrocalcinose et un dernier d'une arthrose secondaire à une goutte (Figure 1).

La période de suivi moyenne était de 23,08 +/- 19,8 mois (6-48 mois). L'âge moyen des patients était de 69 +/- 5,65 ans (47-82 ans) avec un IMC moyen de 29,45 +/- 4,62 Kg/m<sup>2</sup>.

**Figure 1 : Flowchart**



Le traitement des données pour notre étude était conforme à la méthodologie de référence MR-004 et à été déclaré sous le numéro d'enregistrement 22128223 v 0. Les patients ont donné leur accord pour l'utilisation des données à des fins de recherches.

## **2-2 Technique chirurgicale**

La prothèse mise en place pour tous les patients de cette étude était la Lima Multigen UltraCongruent®. Toutes les procédures ont été réalisées dans un même centre (CHU Sud La Réunion) par trois opérateurs utilisant une technique chirurgicale standardisée sous anesthésie générale ou rachidienne. Une voie d'abord médiane avec arthrotomie parapatellaire médiale a été réalisée pour les 52 genoux. Toutes les rotules ont été resurfacées, et quatre implants tibiaux ont été cimentés. Le système KneeAlign 2® (Orthalig Inc., Aliso Viejo, CA) ® a été utilisé pour la résection fémorale distale et la résection tibiale proximale.

Ce système de navigation chirurgicale se compose d'une console d'affichage de 5x10x5cm et d'un capteur de référence contenant tous deux des accéléromètres. Ces deux éléments communiquent par wifi pour déterminer l'alignement des blocs de coupe fémoraux et tibiaux.

Ils sont livrés dans un emballage stérile à usage unique. Ils permettent de déterminer le centre de rotation de la hanche, l'axe mécanique du fémur et du tibia et ainsi d'établir les plans de coupe de l'extrémité distale du fémur et de l'extrémité proximale du tibia. Aucune imagerie préopératoire n'est nécessaire au fonctionnement du système.

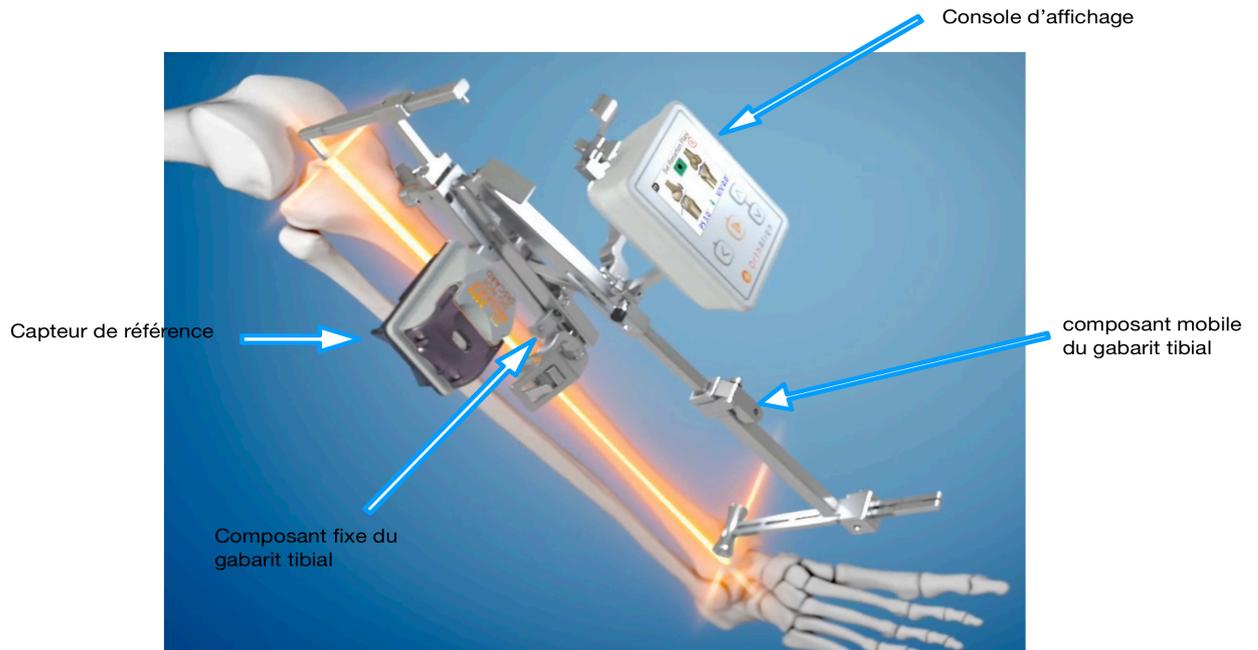
Les techniques chirurgicales d'utilisation du système KneeAlign 2® ont été précédemment décrites par Nam et al. pour la résection fémorale [15] et pour la résection tibiale [14].

### **2-2-1 Coupe tibiale**

C'est le chirurgien qui va, au cours de la phase de numérisation des points, indiquer aux capteurs les points de référence servant de base de calcul pour déterminer de l'axe mécanique.

Le gabarit tibial a deux composants articulés entre eux, un fixe et un mobile. Le composant fixe sur lequel est placé le capteur de référence est d'abord positionné par l'opérateur au niveau de l'insertion tibiale du ligament croisé antérieur. Cette position est ensuite enregistrée par le capteur de référence comme étant l'extrémité proximale de l'axe mécanique du tibia.

**Figure 2 : Détermination de l'axe mécanique tibial**



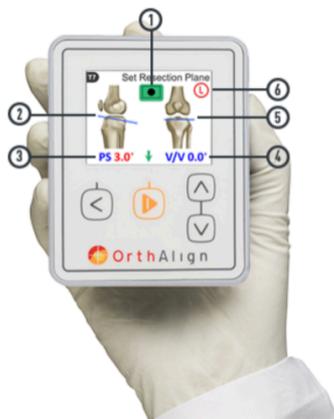
Le composant mobile auquel la console d'affichage est fixée est utilisé pour enregistrer la position des malléoles médiales et latérales permettant au système de définir l'extrémité distale de l'axe mécanique tibial (Figure 2). Le guide de coupe est ensuite clipsé sur le gabarit tibial (Figure 3).

*Figure 3 : Réglage de l'épaisseur de coupe tibiale*



Le système détermine ainsi l'orientation du bloc de coupe par rapport à l'axe mécanique tibial établi. Le chirurgien est alors en mesure d'ajuster l'alignement du bloc de coupe sur la console d'affichage par rapport à l'axe mécanique tibial dans les plans frontal (varus/valgus) et sagittal (pente postérieure) (Figure 4). La console d'affichage est ensuite retirée avant d'effectuer la résection tibiale.

**Figure 4 : Affichage des plans de coupe tibiale**



1. Knee Stability Indicator
2. Flexion/Extension (F) or Posterior Slope (T) Indicator Image
3. Flexion/Extension (F) or Posterior Slope (T) Live Angle Measurements
4. Varus/Valgus Live Angle Measurements
5. Varus/Valgus Indicator Image
6. Selected Limb (L/R)

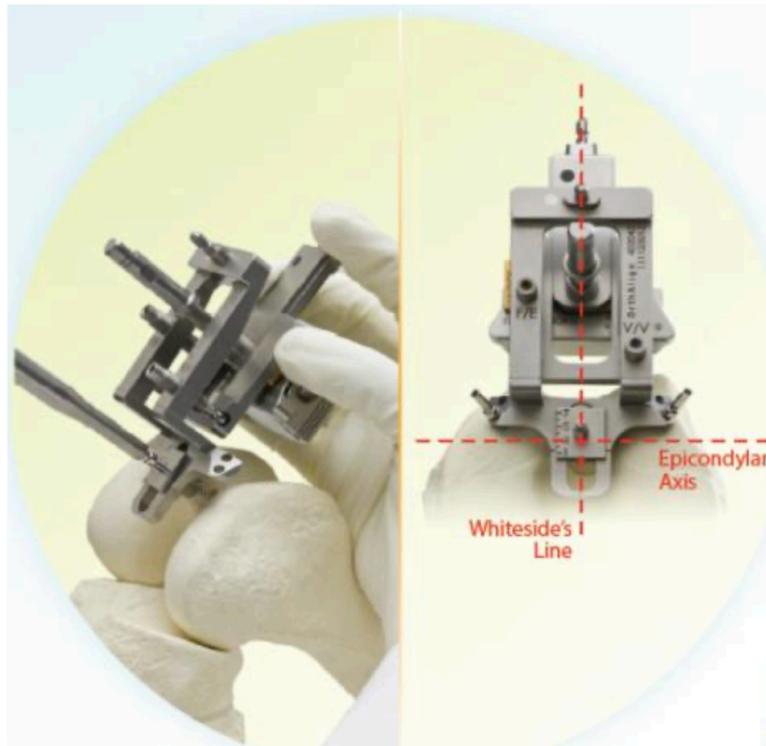
### **2-2-2 Coupe fémorale**

Pour effectuer la coupe osseuse fémorale, la même console d'affichage et le même capteur de référence sont fixés avec le bloc de coupe fémoral sur le gabarit fémoral spécifique (Figure 5). Ce gabarit est fixé sur l'extrémité distale de l'axe mécanique fémoral situé à l'intersection de la ligne biépicondylienne et de la ligne de Whiteside (sur le point le plus profond de l'échancrure intercondylienne distale) (Figure 6). La position initiale du bloc de coupe est enregistrée, puis le centre de rotation de la hanche est déterminé en réalisant des mouvements de circumduction du fémur autour du bassin. Le système KneeAlign 2® est alors en mesure de déterminer, l'axe mécanique du fémur. Le chirurgien ajuste ensuite l'alignement du bloc de coupe par rapport à l'axe mécanique fémoral dans les plans coronal (varus/valgus) et sagittal (flexion/extension) grâce à la console d'affichage (Figure 7). Une fois le niveau des coupes réglé, le chirurgien fixe le bloc de coupe au fémur et retire la console d'affichage avant d'effectuer la coupe osseuse fémorale.

*Figure 5: Installation fémorale du système KneeAlign 2®*



**Figure 6: Positionnement du gabarit fémoral**



**Figure 7: Affichage des plans de coupe fémorale**



1. Knee Stability Indicator
2. Flexion/Extension (F) or Posterior Slope (T) Indicator Image
3. Flexion/Extension (F) or Posterior Slope (T) Live Angle Measurements
4. Varus/Valgus Live Angle Measurements
5. Varus/Valgus Indicator Image
6. Selected Limb (L/R)

Les hauteurs de résection tibiale et fémorale ne sont pas naviguées mais définies en faisant glisser les blocs de coupe avec une jauge de hauteur comme dans les systèmes d'instrumentation

conventionnels. La suite de l'intervention se fait avec l'ancillaire de la marque dédiée de la prothèse posée.

Dans notre étude, dans le plan frontal, l'extrémité distale du fémur et l'extrémité proximale du tibia ont été coupées perpendiculairement à l'axe mécanique comme indiqué sur la console d'affichage.

Dans le plan sagittal, l'angle de flexion fémorale était fixé à 3 °, la rotation externe fémorale était fixée à 3°, la pente postérieure tibiale était réglée à 6°.

L'objectif était la restauration d'un axe mécanique neutre du membre inférieur dans le plan frontal, et le positionnement perpendiculaire à l'axe mécanique des implants fémoraux et tibiaux dans le plan frontal.

Le temps opératoire a été enregistré en minutes, de l'incision cutanée à la fermeture de la plaie.

## **2-3 Évaluation radiologique**

Les radiographies ont été réalisées de façon standardisée pour limiter les biais de mesure : sur les clichés antéro-postérieurs, le tibia proximal et la fibula sont visibles et ne se chevauchent pas de manière significative ; sur les clichés latéraux, les condyles de l'implant fémoral se superposent.

Les radiographies ont été réalisées en préopératoire et pendant la période de suivi post opératoire. Elles comprenaient une radiographie des grands axes des membres inférieurs en charge, associée à des clichés de face et de profil du genou. L'évaluateur ont mesuré, en degrés, l'alignement mécanique global du membre inférieur (angle HKA), le positionnement des implants fémoraux (angle alpha), et tibiaux (angle bêta) dans le plan frontal, et le positionnement des implants tibiaux ou pente tibiale (angle gamma) dans le plan sagittal (Figure 8).

L'angle HKA était défini comme l'angle entre la ligne reliant le centre de la tête fémorale au centre de l'articulation du genou (axe mécanique fémoral) et le centre de l'articulation du genou au centre de l'articulation de la cheville (axe mécanique tibial).

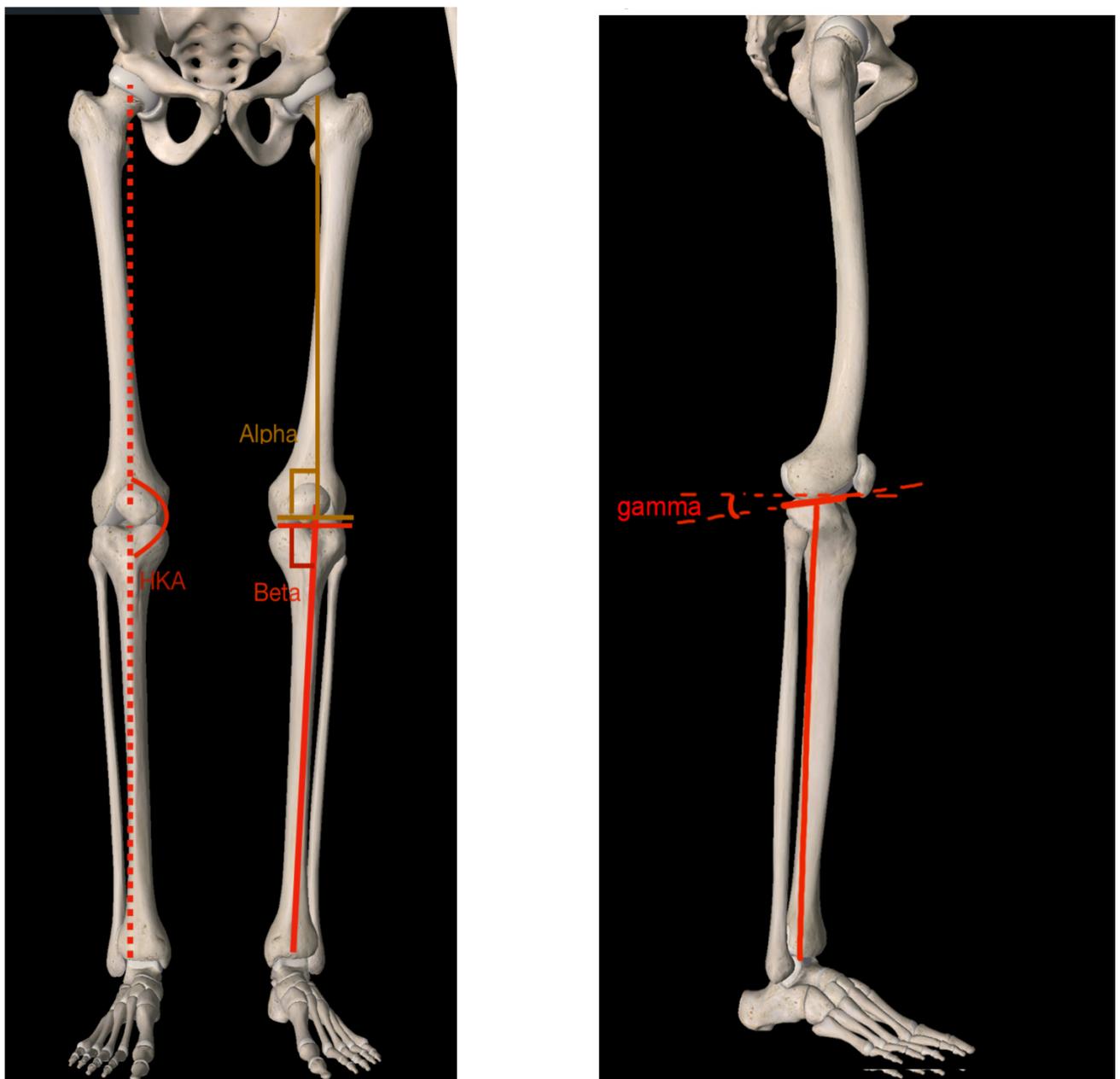
L'angle alpha était défini comme l'angle entre l'axe mécanique fémoral et la ligne de surface articulaire de l'implant fémoral dans le plan frontal.

L'angle bêta était défini comme l'angle entre l'axe mécanique tibial et la base de l'implant tibial dans le plan frontal.

L'angle gamma était défini comme l'angle entre l'axe mécanique tibial et la base de l'implant tibial dans le plan sagittal par rapport à l'horizontale.

Toutes les mesures ont été réalisées suivant les recommandations de la Knee Society [16].

**Figure 8 : Mesure des angles de face et de profil**



Les angles préopératoires et postopératoires ont été enregistrés en valeur absolue, en fonction de leur différence par rapport à l'objectif peropératoire qui était de 180° pour l'angle HKA ; 90° pour l'angle alpha ; 90° pour l'angle bêta et 6° pour l'angle gamma. Une comparaison des résultats radiologiques entre les sous-groupes varus et valgus préopératoire a été réalisée.

Les valeurs non optimales ont été définies comme le proposent de nombreux auteurs par une différence de plus de 3° pour l'angle HKA, une différence de plus de 2° pour les angles alpha, bêta et gamma [4,5]. Ces valeurs non optimales sont liées à un risque plus élevé d'échec à long terme.

Les valeurs non acceptables ont été définies selon Konermann et al. comme une différence supérieure à 5° pour l'angle HKA et supérieure à 4° pour les angles alpha, bêta et gamma [17].

Les radiographies ont été évaluées par un chirurgien orthopédiste expérimenté qui n'a pas participé aux interventions chirurgicales. Les mesures ont été recueillies en utilisant le logiciel IMPAX (Agfa-Gevaert N.V., Mortsel, Belgique) ®.

## **2-4 Résultats fonctionnels spécifiques du genou**

Les résultats fonctionnels du genou ont été évalués par la version française validée du questionnaire « Knee Society Score (KSS) ». Ce score comporte deux parties une partie objective et une partie fonctionnelle, les deux parties étant chacune notée sur 100.

Plus les scores sont élevés plus les résultats sont satisfaisants. Les questionnaires ont tous été complétés par les patients pendant la période de suivi postopératoire.

## **2-5 Analyses statistiques**

L'analyse statistique a été effectuée à l'aide du logiciel de statistique SPSS (IBM, Armonk, NY).

Les paramètres quantitatifs (angles de contrôle radiographique) ont été évalués avec le calcul de la moyenne et des écarts-types.

Des statistiques descriptives standard ont été calculées.

Les données qualitatives ont été décrites en proportion (pourcentages) et elles étaient comparées par un test de Khi<sup>2</sup>.

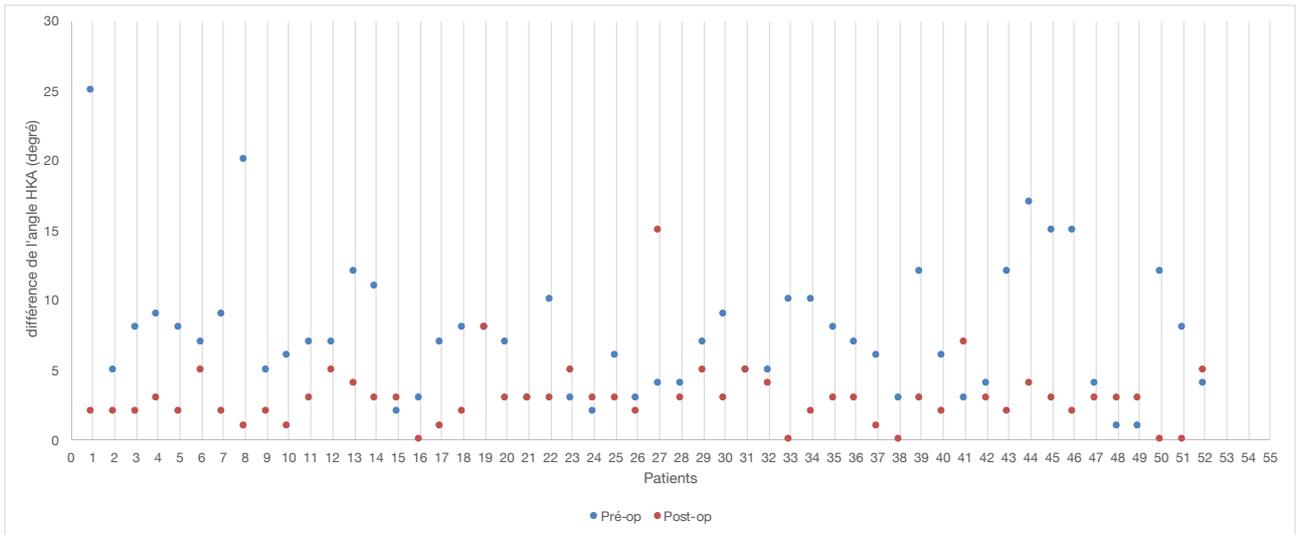
Les données quantitatives ont été décrites en moyenne, écart-type et amplitude. La normalité de distribution des moyennes était testée à l'aide du test de Lilliefors (Kolmogorov-Smirnoff). Les moyennes de deux groupes étaient comparées à l'aide d'un test *t* pour échantillons indépendants si la distribution était normale. Les rangs moyens de deux observations étaient comparés à l'aide du test de Mann-Whitney si la normalité des distributions n'était pas assumée.

Pour tous les tests statistiques, le risque alpha était à 0,05.

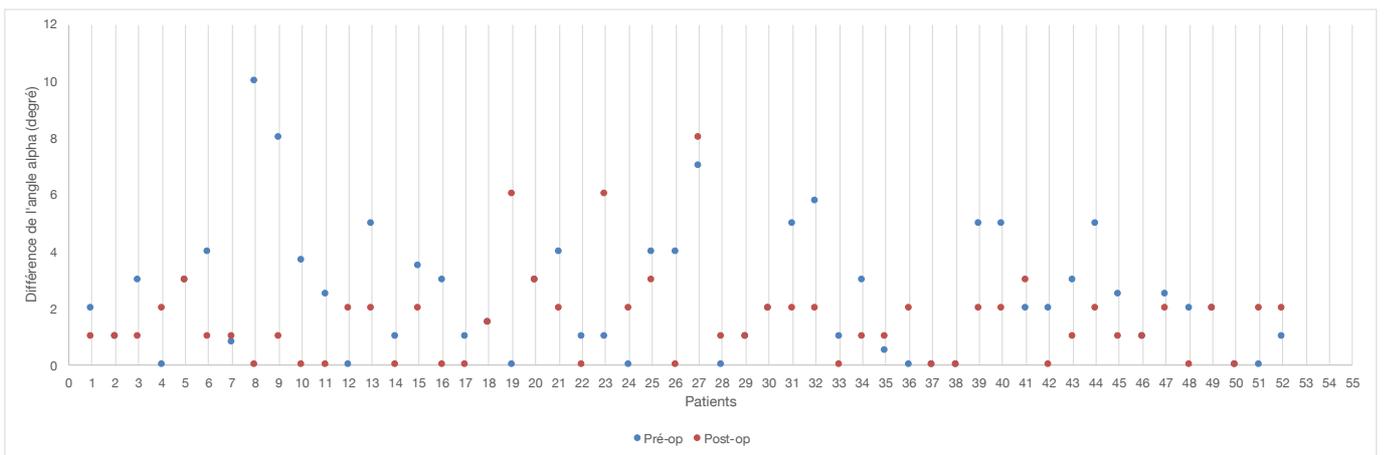
### **3-RÉSULTATS**

L'ensemble des radiographies ainsi que les résultats cliniques ont été analysés pour les 52 genoux inclus. Parmi eux 80,76% (42 genoux) présentaient un genu varum et 19,24% (10 genoux) présentaient un genu valgum en préopératoire. Une déformation pré-opératoire supérieure à 10° par rapport à l'angle HKA a été constatée dans 19,23% des cas. Aucune différence statistiquement significative concernant l'âge, le sexe, l'IMC, les angles HKA, alpha, bêta et gamma n'a pu être détectée entre les populations de genu varum et de genu valgum dans les analyses pré et post opératoires. L'ensemble des résultats des variations des angles HKA, alpha, bêta, pré et post opératoire est donné sur les figures 9,10, 11.

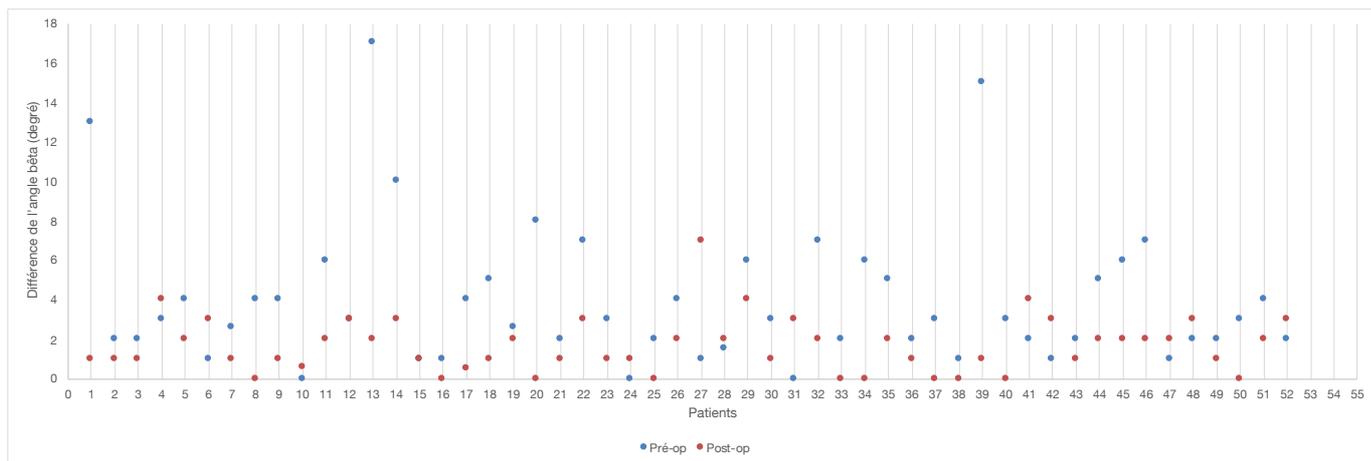
**Figure 9: Différence de l'angle HKA par rapport à 180°**



**Figure 10: Différence de l'angle alpha par rapport à 90°**



**Figure 11: Différence de l'angle bêta par rapport à 90°**



### 3.1 Alignement mécanique global des membres inférieurs (HKA)

En préopératoire, l'ensemble des genoux présentait une différence moyenne de l'angle HKA de  $7,53 \pm 14,84^\circ$  ( $25-1^\circ$ ) par rapport à l'axe mécanique neutre de  $180^\circ$ .

La différence moyenne de l'angle HKA était de  $7,73 \pm 14,84^\circ$  pour les genu varum et de  $6,7 \pm 4,94^\circ$  pour les genu valgum (Tableau 1).

**Tableau 1: Valeurs préopératoires des angles**

	Varus : 42 (80,76%) Moyenne ± Écart-type°	Valgus : 10 (19,24%) Moyenne ± Écart type°	P	Total : 52 (100%) Moyenne ± Écart -type°
<b>Angles (a)</b>				
HKA	172,26 ± 14,84°	186,7 ± 4,94°	ns	175,05 ± 14,84°
Alpha	90,18° ± 2,12°	94,85 ± 1,41°	ns	91,08 ± 2,12°
Beta	85,84 ± 7,77°	89,7 ± 2,12°	ns	86,58 ± 7,77°
Gamma	6,52 ± 4,24°	5,85 ± 1,41°	ns	6,39 ± 4,24°
<b>Différence (b)</b>				
HKA	7,73 ± 14,84° (1-25°)	6,7 ± 4,94° (1-17°)	ns	7,53 ± 14,84° (1-25°)
Alpha	1,9 ± 0,7° (0-10°)	4,85 ± 1,41° (2-8°)	ns	2,46 ± 0,7° (0-10°)
Béta	4,25 ± 7,77° (0-17°)	2,5 ± 0,7° (0-7°)	ns	3,91 ± 7,77° (0-17°)
Gamma	2,71° ± 4,24° (0-8°)	1,75 ± 0° (2,5-10°)	ns	2,52 ± 4,24° (0-6°)

(a) moyenne des angles ± écart-types°

(b) différence des angles ± écart-types° (valeur minimale -valeur maximale) par rapport à l'axe neutre.

En postopératoire, la valeur moyenne de l'angle HKA était de 182,07+/- 3,23°.

L'ensemble des genoux présentait une différence moyenne de l'angle HKA de 3,01+/- 1,46° (0-15°) dont 76,93% des genoux ayant une différence à moins de 3° et 94,24% ayant une variation à moins de 5 ° de l'axe mécanique neutre (tableau 2).

Il y avait donc 23,07% de résultats non optimaux et 5,76% de résultats considérés non acceptables (tableau 3).

**Tableau 2 : Valeurs postopératoires des angles**

	Varus : 42	Valgus : 10	P	Total : 52
	Moyenne ± Écart-type°	Moyenne ± Écart type°		Moyenne ± Écart-type°
<b>Angles (a)</b>				
HKA	181,92 ± 5,65°	184,4 ± 0,70°	ns	182,07 ± 4,94°
Alpha	91,07 ± 2,47°	92,2 ± 1,76°	ns	91,08 ± 2,12°
Beta	90,76 ± 3,18°	92,19 ± 2,12°	ns	90,99 ± 2,82°
Gamma	6,2 ± 0,35°	5,22 ± 0,70°	ns	6,01 ± 0,35°
<b>Différence (b)</b>				
HKA	2,71 ± 2,12° (0-8°)	4,3 ± 1,41° (1-15°)	ns	3,01 ± 1,46° (0-15°)
Alpha	1,41 ± 0,7° (0-6°)	2,3 ± 0,7° (0-8°)	ns	1,58 ± 1,77° (0-8°)
Béta	1,53 ± 1,41° (0-4°)	2,06 ± 1,41° (0-3°)	ns	1,63 ± 1,38° (0-7°)
Gamma	1,09 ± 0,35° (0-4°)	0,78 ± 0,7° (0-2°)	ns	1,03 ± 0,35° (0-4°)

(a) moyenne des angles mesurés ± écart-type°

(b) différence des angles ± écart-type° (valeur minimale-valeur maximale) par rapport à l'axe neutre.

**Tableau 3 : Classification des résultats radiologiques postopératoires des angles**

	HKA	Alpha	Béta	Gamma
Optimal (a)	40 (76,92%)	45 (86,53%)	40 (76,92%)	48 (93,3%)
Non Optimal (b)	12 (23,08%)	7 (13,47%)	12 (23,08%)	4 (7,69%)
Non acceptable > 5°	3 (5,76%)	3 (5,76%)	2 (3,84%)	0 (0%)

(a) Optimal < 3° pour HKA, optimal < 2° pour alpha, bêta, gamma

(b) Non optimal > 3° pour HKA, non optimal, > 2° pour alpha, bêta, gamma

### **3.2 Alignement mécanique des implants fémoraux (Alpha)**

En postopératoire, la valeur moyenne de l'angle alpha était de  $91,08 \pm 2,12^\circ$ .

L'ensemble des genoux présentait une différence moyenne de l'angle alpha de  $1,58^\circ \pm 1,77^\circ$  ( $0-8^\circ$ ) avec 86,54% des genoux ayant une différence inférieure à  $2^\circ$  et 94,24% des genoux ayant une différence inférieure à  $4^\circ$  (Tableau 2).

Il y avait donc 13,6% de positionnements non optimaux et 5,76% de positionnements non acceptables (tableau 3).

### **3.3 Alignement mécanique des implants tibiaux (Bêta & gamma)**

En postopératoire, la valeur moyenne de l'angle bêta était de  $90,99 \pm 1,9^\circ$ .

L'ensemble des genoux présentait une différence moyenne de l'alignement de l'angle bêta de  $1,63^\circ \pm 1,38^\circ$  ( $0-7^\circ$ ) avec 76,93% des patients ayant une différence inférieure à  $2^\circ$  et 98,08% une variation inférieure à  $4^\circ$  par rapport à l'axe mécanique frontal du tibia (tableau 2).

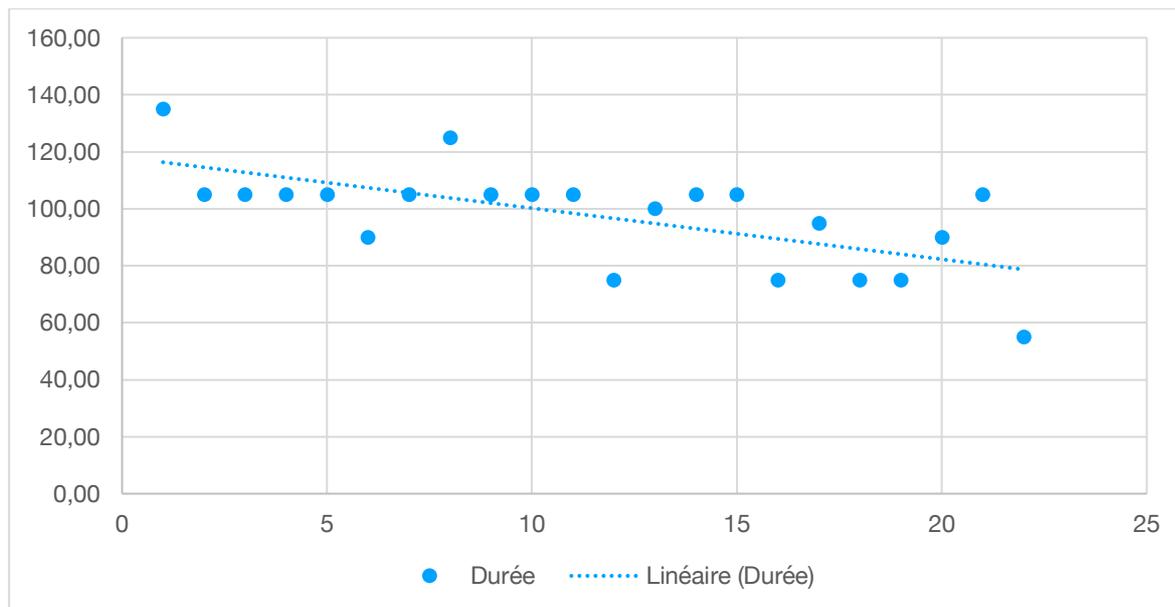
Il y avait donc 23,07% de positionnements non optimaux et 1,92% de positionnements non acceptables.

La différence moyenne de l'angle gamma était de  $1,03 \pm 0,35^\circ$  ( $0-4^\circ$ ), avec 92,3% des genoux présentant une variation à moins de  $2^\circ$  et 100% une variation inférieure à  $4^\circ$  (Tableau 2).

### **3.4 Temps opératoire**

Le temps opératoire moyen pour la réalisation d'une arthroplastie totale du genou utilisant le système KneeAlign 2® au cours de notre étude était de  $102,3 \pm 16,25$  min, de l'incision cutanée à la fermeture de la plaie. La courbe d'apprentissage d'un opérateur ayant réalisé plus de 20 procédures est présentée sur la figure 12.

**Figure 12 : Temps opératoire en fonction du nombre de procédures**



### **3.5 Résultats cliniques (KSS)**

Les moyennes du score « KSS » sont pour le *Knee Society Knee Score* de  $72,51 \pm 16,13$  (32-95) et pour le *Knee Society Functional score* de  $73,50 \pm 17,96$  (45-85).

## **4-DISCUSSION**

Notre hypothèse initiale concernant la précision du système KneeAlign 2® n'a pas été démontrée. En effet, en postopératoire 23,07% des genoux présentaient un alignement mécanique non optimal du membre inférieur, 13,46% des genoux présentaient un positionnement non optimal de l'implant fémoral et 23,07 % des genoux présentaient un positionnement non optimal de l'implant tibial.

Nous avons comparé nos résultats aux études publiées dans la littérature utilisant différentes techniques chirurgicales pour la réalisation d'une PTG, et nous avons discuté des avantages et inconvénients de chacune d'elles comparés au système KneeAlign2®.

#### **4-1 Comparaison du système KneeAlign 2® aux guides conventionnels**

La chirurgie conventionnelle repose sur un système de guides intramédullaire et extramédullaire pour la réalisation des coupes osseuses tibiale et fémorale. Certains facteurs peuvent influencer l'application de tels systèmes, notamment les grosses déformations en varus ou en valgus, l'obésité ou la présence d'un canal médullaire étroit.

Les études publiées sur les guides de coupes conventionnels montrent que 15 à 35% des genoux présentent une différence de plus de 3° de l'angle HKA par rapport à l'axe mécanique neutre en post-opératoire [7,18,19]. Compte tenu des 23,07% des genoux présentant dans notre étude une différence supérieure à 3°, le système KneeAlign 2® ne semble montrer aucune amélioration de précision dans l'alignement radiographique postopératoire de l'axe mécanique du membre inférieur comparé à l'utilisation de la technique conventionnelle.

Cependant, la navigation par le système KneeAlign 2® semble réduire les résultats inacceptables. En effet, lors de l'utilisation de l'instrumentation conventionnelle, plus de 10% des genoux présentent une variation aberrante supérieure à 8° de l'angle HKA par rapport à l'axe mécanique neutre [20,21]. Dans notre étude, seul un genou (1,92%) a présenté une valeur post opératoire aberrante supérieure à 8° (Figure 8). Il s'agit d'un cas isolé (patient 27) avec une différence de 15° par rapport à l'axe mécanique neutre global, nous n'avons pas trouvé de justification pour cette importante erreur d'axe qui est présente tant dans le fémur (angle  $\alpha=8^\circ$ ), que le tibia (angle  $\beta=7^\circ$ ) (Figure 9, Figure 10). Nous pensons qu'elle pourrait être due à une erreur de calibrage des accéléromètres lors de la conception.

Le système semble permettre également un meilleur positionnement des implants tibiaux dans le plan sagittal. Nam et al [22] ont en effet rapporté, dans une étude comparative sur 100 genoux, 5% de variation supérieure à 2° de l'angle gamma dans la cohorte KneeAlign® contre 28% dans la

cohorte conventionnelle. La valeur obtenue par Nam et al. rejoint celle de notre étude qui est de 7,69%.

Aussi, le système de navigation KneeAlign 2® peut aider à réduire les pertes sanguines en évitant la pénétration du canal médullaire comme l'ont montré Ikawa et al [23].

Nos résultats concernant le score KSS semblent être identiques à ceux obtenus par la technique conventionnelle. Le tableau 4 présente les résultats postopératoires du score KSS de quatre études ayant comparé la navigation par accéléromètre portable aux guides de coupes conventionnels.

**Tableau 4 : Résultats post-opératoires des scores KSS des études comparant les PADs aux techniques conventionnelles**

		Accéléromètre(a)	Conventionnel(b)	p value(c)
Liow et al.[24]	KS Knee Score	77,2 ± 16,2	81,2 ± 12,7	0,11
	KS Functional Score	71,7 ± 16,6	69,9 ± 16,4	0,53
Goh et al.[25]	KS Knee Score	82,4 ± 12,8	84,9 ± 12,5	0,32
	KS Functional score	71,0 ± 18,5	75,2 ± 16,4	0,219
Ueyama et al.[26]	KS Knee Score	76,8 ± 7,8	74,9 ± 7,7	0,2
	KS Functional score	75,3 ± 5,7	74,1 ± 6,1	0,19
Kawaguchi et al.[27]	KS Knee score	92,1 ± 6,7	91,4 ± 8,0	0,698
	KS Functional score	75,7 ± 12,3	78,4 ± 14,1	0,406

(a) (b) moyennes des scores KSS et écart-types

(c) pas de différence significative entre les groupes accéléromètre et conventionnel,  $p > 0,05$ .

Le système KneeAlign 2® présente des inconvénients par rapport aux guides conventionnels. D'abord, nous avons constaté un allongement du temps opératoire. Il est dans notre étude de 102 minutes contre 80 minutes en moyenne pour la réalisation d'une PTG conventionnelle. Cependant l'analyse de la courbe d'apprentissage (Figure 11) d'un opérateur ayant réalisé plus de 20 interventions semble montrer une diminution du temps opératoire se rapprochant de la technique conventionnelle. Cette amélioration du temps opératoire après 20 procédures a été mise en évidence par Ballas et al [28].

De plus son utilisation majeure d'environ 400 euros le coût de l'intervention chirurgicale par rapport à la chirurgie conventionnelle en se basant sur les coûts du dispositif en France métropolitaine.

## **4.2 Comparaison de KneeAlign 2® à la chirurgie assistée par ordinateur (CAO)**

Des études antérieures ont montré que la CAO diminuait le risque de mauvais alignement et obtenait de meilleurs résultats fonctionnels. Mason et al ont effectué une méta-analyse de 29 études évaluant la précision de la CAO dans la réalisation d'une arthroplastie totale de genoux. Ils ont montré que 9% des genoux opérés à l'aide de la CAO présentaient une différence moyenne de 3° par rapport à l'axe mécanique neutre du membre inférieur contre 31,8 % des genoux opérés par technique conventionnelle [7].

Blackeney et al. ont également mené une étude comparative sur la précision de la CAO contre les guides intramédullaires et extra-médullaires conventionnels. Leur étude a montré que la CAO avait une précision de 81 % pour restaurer l'axe mécanique contre 64% et 62% respectivement pour les guides intra et extramédullaires [29].

Comparés à ces études réalisées sur la CAO, nos résultats semblent montrer un rétablissement moins précis de l'axe mécanique du membre inférieur après utilisation du système KneeAlign 2® pour la réalisation d'une arthroplastie totale de genou.

Cependant malgré une nette amélioration de la précision, la CAO présente certains inconvénients qui en limitent l'usage. En effet, Blackeney note une augmentation du temps opératoire : 107 min pour la CAO contre 80 min pour les guides conventionnels [29]. Cependant nous avons constaté un temps opératoire avec l'usage de KneeAlign 2® qui se rapproche de la CAO. De plus, la CAO présente un processus d'enregistrement compliqué [11], une console de manipulation difficile, une longue courbe d'apprentissage ainsi que des complications liées à l'emplacement des pins portant les capteurs : infections et fractures périprothétiques tibiale et fémorale [12].

Le système de navigation KneeAlign 2® présente donc certains avantages par rapport à la CAO.

D'abord, le système de navigation KneeAlign 2® est simple et facile à utiliser. L'appareil KneeAlign 2® n'a pas besoin d'ordinateurs puissants et encombrants et ne dispose que de deux

composants pour effectuer la navigation. Aucune imagerie scanographique pré-opératoire n'est nécessaire avant l'utilisation du dispositif.

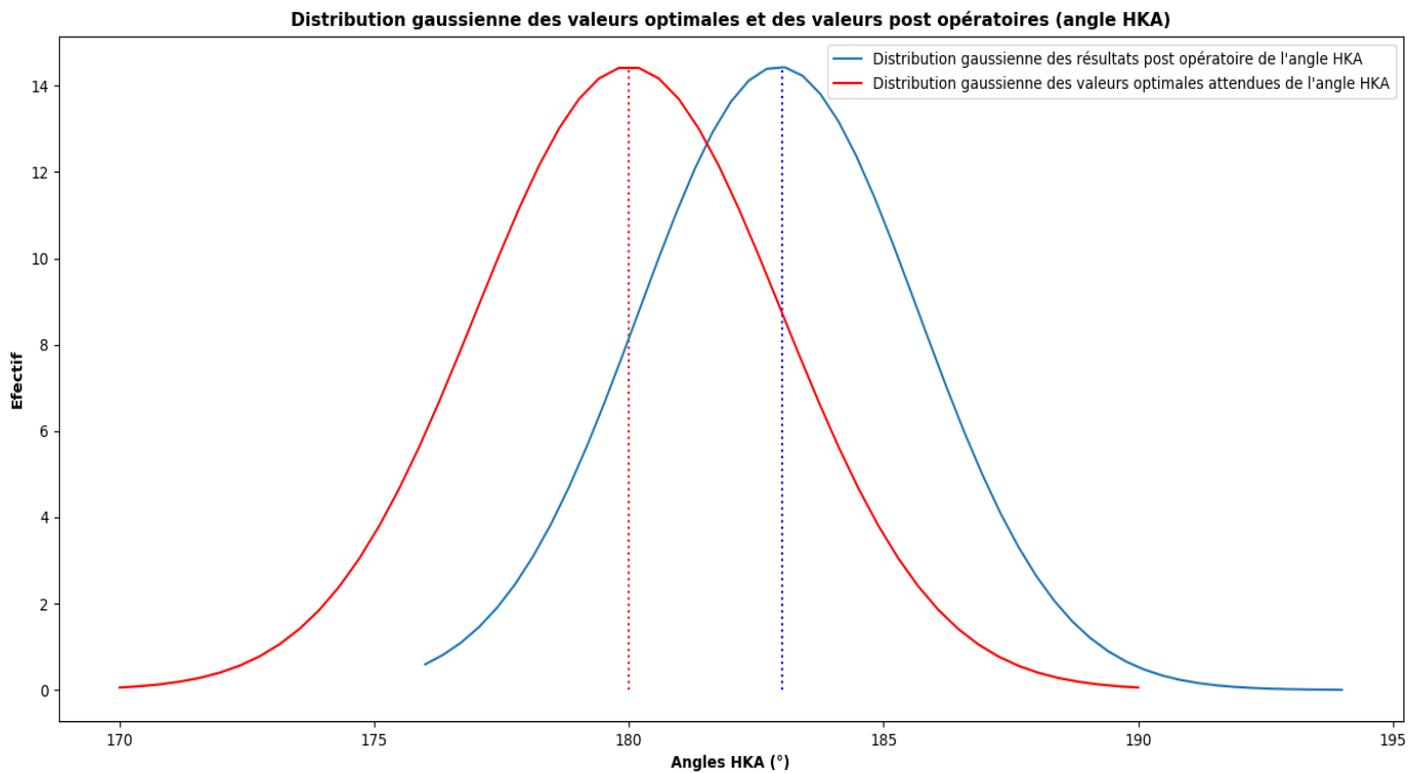
De plus, les fiches osseuses nécessaires à la CAO, qui peuvent affaiblir la corticale antérieure du fémur et augmenter les saignements, sont évitées par la navigation par KneeAlign 2®.

Mais, le système KneeAlign 2® présente également des inconvénients comparés à la CAO.

Nous avons été confrontés à un taux élevé de défaillance du dispositif (5 cas soit 8,7%) du système KneeAlign 2® au cours de la procédure chirurgicale. Gharaibehe et al. ont été confrontés au même problème avec 6,3% de défaillances [30]. Selon eux, ces incidents seraient dus à une condensation hydrique à l'intérieur du capteur de référence pendant la stérilisation initiale. Nous pouvons ajouter à cette justification une possible altération des composants électroniques au cours du transport.

Enfin, nos données révèlent que l'angle HKA moyen était de  $182,07 \pm 3,23^\circ$ . L'angle Alpha était de  $91,08 \pm 2,1^\circ$  et l'angle bêta de  $90,99 \pm 1,9^\circ$ . Cette tendance d'alignement en valgus, visible sur l'interpolation des courbes de Gauss (Figure 12) a également été mise en évidence par Fujimoto I et al. [31]. Selon ces auteurs, le positionnement en valgus des implants tibiaux serait dû à des degrés importants de genu varum préopératoires associés à une déformation tibiale importante. En effet, le guide d'utilisation de KneeAlign 2® recommande l'installation proximale du système sur le ligament croisé antérieur pour enregistrer l'extrémité proximale de l'axe mécanique tibial. Cependant, les genu varum importants causent un positionnement plus médial du dispositif par rapport à la crête tibiale, entraînant donc un mauvais enregistrement de l'axe mécanique tibial. Nous n'avons cependant pas trouvé de différence significative entre les groupes de patients valgus et varus pré-opératoires, ni d'explications pour le positionnement en valgus des implants fémoraux.

**Figure 13 : Distribution Gaussienne des valeurs optimales et des valeurs post-opératoires (angle HKA)**



#### **4.3 Comparaisons aux autres PADs (I-assit® ; I-join®), et aux autres études concernant KneeAlign2®**

Les résultats de notre étude sont concordants avec ceux de Gharaibeh MA et al [30]. En effet, dans leur étude comparative de 190 genoux, leur mesure post opératoire précise des angles sur les contrôles scanographiques ne rapportait aucune différence significative dans la précision de l'alignement de l'axe mécanique du membre inférieur entre les patients ayant reçu une PTG conventionnelle et ceux navigués par le système KneeAlign 2®. Matsumoto K et al [32] ont obtenu des résultats similaires dans une étude comparative de 100 genoux opérés avec le système KneeAlign 2®.

Dans une récente méta-analyse, Tomonori Shigemura et al. [33] n'ont relevé aucune supériorité des PADs, toutes marques confondues, comparés à la technique conventionnelle dans l'alignement de l'axe mécanique du membre inférieur.

Contrairement à nos résultats, Nam et al. [34] ont montré dans une étude comparative de 188 genoux une précision identique du système KneeAlign 2® à celle de la CAO. En effet il ressort de leur étude que seulement 7,5% des genoux présentaient une différence de plus de 3° de l'angle HKA par rapport à l'axe mécanique neutre, 1,3% des genoux présentaient une différence de plus de 2° de l'angle alpha et aucun genou ne présentait une différence supérieure à 2° de l'angle bêta par rapport à l'objectif peropératoire. Cependant, dans cette étude seules les résections tibiales ont été réalisées par le système KneeAlign 2®, la résection fémorale a été réalisée par technique conventionnelle à l'aide de guide intramédullaire dans les deux groupes.

D'autres études utilisant des appareils de navigation similaires avec des accéléromètres (iAssist®– Zimmer Biomet®) ont également montré une restauration beaucoup plus précise de l'axe mécanique par rapport aux instruments conventionnels [35–37].

Cependant, l'amélioration de la précision constatée dans ces études n'est que de quelques degrés, qui peuvent se situer dans la marge d'erreurs produites par la projection des radiographies des patients debout [38].

Notre étude présente certaines limites. Tout d'abord, il s'agit d'une étude rétrospective sans groupe témoin, une étude prospective randomisée comparant la précision du système KneeAlign 2® à d'autres techniques dans l'alignement global du membre inférieur auraient été plus robuste.

Aussi, nos analyses ont été réalisées sur des radiographies de face et de profil, or il est possible qu'elles soient sujettes à des erreurs de mesures dues à des variations de rotation lors de la réalisation du cliché [38]. Une analyse scanographique ou EOS 3D présenterait une précision plus importante et serait donc plus fiable.

Enfin, nous n'avons pas mesuré la précision du système KneeAlign 2® dans l'alignement sagittal des composants fémoraux.

Cependant, malgré les limites exposées précédemment, notre étude présente un intérêt scientifique dans la mesure où très peu de publications traitent de la précision du système KneeAlign 2® dans l'alignement global du membre inférieur.

## 5-CONCLUSION

Notre étude a montré que le système KneeAlign 2® permet d'obtenir un alignement précis des genoux et un positionnement optimal des implants dans 77 % des cas.

La précision du système KneeAlign 2® n'atteint pas celle de la CAO ; cependant le système semble réduire de façon significative le risque de positionnement non acceptable des implants par rapport à la chirurgie conventionnelle.

Le caractère moins invasif du système KneeAlign 2® a aussi permis d'obtenir des résultats fonctionnels satisfaisants.

A l'heure actuelle, aucune étude prospective randomisée n'a prouvé la supériorité de la précision du système KneeAlign 2® dans le rétablissement d'un axe mécanique neutre du membre inférieur lors de la réalisation d'une PTG comparée à la technique conventionnelle.

## REFERENCES

1. Robertsson O, Dunbar M, Pehrsson T, Knutson K, Lidgren L. Patient satisfaction after knee arthroplasty: a report on 27,372 knees operated on between 1981 and 1995 in Sweden. *Acta Orthop Scand.* 2000;71(3):262–7.
2. Abdel MP, Ollivier M, Parratte S, Trousdale RT, Berry DJ, Pagnano MW. Effect of Postoperative Mechanical Axis Alignment on Survival and Functional Outcomes of Modern Total Knee Arthroplasties with Cement: A Concise Follow-up at 20 Years. *J Bone Joint Surg Am.* 2018;100(6):472–8.
3. Rivière C, Iranpour F, Auvinet E, Howell S, Vendittoli P-A, Cobb J, Parratte S. Alignment options for total knee arthroplasty: A systematic review. *Orthop Traumatol Surg Res.* 2017;103(7):1047–56.
4. Davis; MBRMFKRF. The Chetranjan Ranawat Award: Tibial Component Failure Mechanisms in Total Knee Arthroplasty. *Clin Orthop Relat Res.* 2004;428:26–34.
5. Ritter MA, Davis KE, Meding JB, Pierson JL, Berend ME, Malinzak RA. The Effect of Alignment and BMI on Failure of Total Knee Replacement. *J Bone Jt Surgery-American Vol.* 2011;93(17):1588–96.
6. JY J, C B. Computer-assisted Implantation of Total Knee Prostheses: A Case-Control Comparative Study With Classical Instrumentation. *Comput Aided Surg.* 2001;6(4):217–20.
7. Mason JB, Fehring TK, Estok R, Banel D, Fahrback K. Meta-analysis of alignment outcomes in computer-assisted total knee arthroplasty surgery. *J Arthroplasty.* 2007;22(8):1097–106.
8. Anand S, Harrison JWK, Buch KA. Extramedullary or intramedullary tibial alignment guides: a randomised, prospective trial of radiological alignment. *J Bone Joint Surg Br.* 2003;85(7):1084; author reply 1084.
9. Saragaglia D, F P, C C, E M, F L, F C. mise en place des prothèses totales de genou assistée par ordinateur: comparaison avec la technique conventionnelle. Résultats d'une étude randomisée de 50 cas. *Rev Chir Orthop.* 2001;67:18–28.
10. El Masri F, Rammal H, Ghanem I, El Hage S, El Abiad R, Kharrat K, Dagher F. Prothèse totale du genou assistée par ordinateur. Résultats préliminaires : à propos de 60 cas. *Rev Chir Orthop Reparatrice Appar Mot.* 2008 May;94(3):261–7.
11. K B, G M, M W, F G, B H, A E, D S. Navigated Total Knee Replacement. A Meta-Analysis. *J Bone Joint Surg Am.* 2007;89(2):261–9.
12. Beldame J, Boisrenoult P, Beauflis P. Pin track induced fractures around computer-assisted TKA. *Orthop Traumatol Surg Res.* 2010;96(3):249–55.
13. Hampp E, Chughtai M, Scholl L, Sodhi N, Bhowmik-Stoker M, Jacofsky D, Mont M. Robotic-Arm Assisted Total Knee Arthroplasty Demonstrated Greater Accuracy and Precision to Plan Compared with Manual Techniques. *J Knee Surg.* 2019;32(03):239–50.
14. Nam D, Jerabek SA, Haughom B, Cross MB, Reinhardt KR, Mayman DJ. Radiographic Analysis of a Hand-Held Surgical Navigation System for Tibial Resection in Total Knee Arthroplasty. *J Arthroplasty.* 2011;26(8):1527–33.
15. Nam D, Nawabi DH, Cross MB, Heyse TJ, Mayman DJ. Accelerometer-based computer navigation for performing the distal femoral resection in total knee arthroplasty. *J Arthroplasty.* 2012;27(9):1717–22.
16. Bach CM, Steingruber IE, Peer S, Nogler M, Wimmer C, Ogon M. Radiographic assessment in total knee arthroplasty. *Clin Orthop Relat Res.* 2001;(385):144–50.
17. Stiehl JB, Konermann WH, Haaker RG. Navigation and robotics in total joint and spine surgery. Springer Berlin Heidelberg; 2004. 234–241 p.
18. Cates HE, Ritter MA, Keating EM, Faris PM. Intramedullary versus extramedullary femoral alignment systems in total knee replacement. In: *Clinical Orthopaedics and Related Research.* 1993. p. 32–9.
19. Reed MR, Bliss W, Sher JL, Emmerson KP, Jones SMG, Partington PF. Extramedullary or intramedullary tibial alignment guides: A randomized, prospective trial of radiological

- alignment. *J Bone Jt Surg - Ser B*. 2002;84(6):858–60.
20. J M, MJ B, P N, CH A, PW A. The Effect of Surgeon Experience on Component Positioning in 673 Press Fit Condylar Posterior Cruciate-Sacrificing Total Knee Arthroplasties. *J Arthroplasty*. 2001;16(5):635–40.
  21. K I, T M, N T, S K, A K, T C, T I, M K, R K. Mid-term Outcomes of Computer-Assisted Total Knee Arthroplasty. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*. 2011;19(7):1107–12.
  22. D N, EA C, JT N, MP F, DJ M. Extramedullary Guides Versus Portable, Accelerometer-Based Navigation for Tibial Alignment in Total Knee Arthroplasty: A Randomized, Controlled Trial: Winner of the 2013 HAP PAUL Award. *J Arthroplasty*. 2014;29(2):288–94.
  23. Ikawa T, Takemura S, Kim M, Takaoka K, Minoda Y, Kadoya Y. Usefulness of an accelerometer-based portable navigation system in total knee arthroplasty. *Bone Joint J*. 2017;99-B(8):1047–52.
  24. Goh GS-H, Liow MHL, Tay DK-J, Lo N-N, Yeo S-J, Tan M-H. Accelerometer-Based and Computer-Assisted Navigation in Total Knee Arthroplasty: A Reduction in Mechanical Axis Outliers Does Not Lead to Improvement in Functional Outcomes or Quality of Life When Compared to Conventional Total Knee Arthroplasty. *J Arthroplasty*. 2018;33(2):379–85.
  25. Liow MHL, Goh GS-H, Pang H-N, Tay DKJ, Lo NN, Yeo SJ. Computer-assisted stereotaxic navigation improves the accuracy of mechanical alignment and component positioning in total knee arthroplasty. *Arch Orthop Trauma Surg*. 2016;136(8):1173–80.
  26. Ueyama H, Minoda Y, Sugama R, Ohta Y, Yamamura K, Nakamura S, Takemura S, Nakamura H. An accelerometer-based portable navigation system improved prosthetic alignment after total knee arthroplasty in 3D measurements. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*. 2019;27(5):1580–6.
  27. K K, K M, T M, Y A, J H. Comparison of an Accelerometer-Based Portable Navigation System, Patient-Specific Instrumentation, and Conventional Instrumentation for Femoral Alignment in Total Knee Arthroplasty. *Knee Surg Relat Res*. 2017;29(4):269–75.
  28. Ballas R, Philippot R, Cartier JL, Boyer B, Farizon F. Computer-assisted total knee arthroplasty: Impact of the surgeon's experience on the component placement. *Arch Orthop Trauma Surg*. 2013 Mar;133(3):397–403.
  29. Blakeney WG, Khan RJK, Wall SJ. Computer-assisted techniques versus conventional guides for component alignment in total knee arthroplasty: a randomized controlled trial. *J Bone Joint Surg Am*. 2011;93(15):1377–84.
  30. Gharaibeh MA, Solayar GN, Harris IA, Chen DB, MacDessi SJ. Accelerometer-Based, Portable Navigation (KneeAlign) vs Conventional Instrumentation for Total Knee Arthroplasty: A Prospective Randomized Comparative Trial. *J Arthroplasty*. 2017;32(3):777–82.
  31. Fujimoto E, Sasashige Y, Nakata K, Yokota G, Omoto T, Ochi M. Technical Considerations and Accuracy Improvement of Accelerometer-Based Portable Computer Navigation for Performing Distal Femoral Resection in Total Knee Arthroplasty. *J Arthroplasty*. 2017;32(1):53–60.
  32. K M, H O, M F, N M, H A. Comparative Study for Alignment of Extramedullary Guides Versus Portable, Accelerometer-Based Navigation in Total Knee Arthroplasty. *J Knee Surg*. 2018;31(1):092–8.
  33. Shigemura T, Murata Y, Yamamoto Y, Mizuki N, Toki Y, Wada Y. No definite advantage of a portable accelerometer-based navigation system over conventional technique in total knee arthroplasty: A systematic review and meta-analysis. *Orthop Traumatol Surg Res*. 2019;105(4):619–26.
  34. D N, KD W, KR R, DH N, MB C, DJ M. Accelerometer-based, Portable Navigation vs Imageless, Large-Console Computer-Assisted Navigation in Total Knee Arthroplasty: A Comparison of Radiographic Results. *J Arthroplasty*. 2013;28(2):255–61.
  35. Kinney MC, Cidambi KR, Severns DL, Gonzales FB. Comparison of the iAssist Handheld Guidance System to Conventional Instruments for Mechanical Axis Restoration in Total Knee Arthroplasty. *J Arthroplasty*. 2018;33(1):61–6.
  36. Bugbee WD, Kermanshahi AY, Munro MM, McCauley JC, Copp SN. Accuracy of a hand-held surgical navigation system for tibial resection in total knee arthroplasty. *Knee*.

2014;21(6):1225–8.

37. Zhu M, Lindsay E, Keenan A, Monk P, Munro J. The use of accelerometer-based navigation for coronal TKA alignment: a prospective, single surgeon comparative study. *Arch Orthop Trauma Surg.* 2019;
38. Lonner JH, Laird MT, Stuchin SA. Effect of rotation and knee flexion on radiographic alignment in total knee arthroplasties. In: *Clinical Orthopaedics and Related Research.* Springer New York LLC; 1996. p. 102–6.

## SERMENT D'HIPPOCRATE

*“Au moment d’être admis 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 dans l’intimité des personnes, je tairai les secrets qui me seront confiés. Reçu 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 et méprisé si j’y manque.”*

## **Évaluation de la précision du système kneealign 2® dans le rétablissement de l'axe mécanique neutre du membre inférieur lors de la réalisation d'une prothèse totale de genou.**

### RÉSUMÉ

**Introduction** : Le système KneeAlign 2® est un accéléromètre portable développé pour la navigation des prothèses totales de genou (PTG). Il a pour but d'associer la précision de la chirurgie assistée par ordinateur (CAO) à l'ergonomie des guides de coupe conventionnels.

**Hypothèse** : Notre hypothèse était que l'utilisation du système KneeAlign 2® permettrait de limiter à moins de 10% les genoux présentant un alignement et/ou un positionnement des implants fémoraux et tibiaux non optimal.

**Matériels et méthodes** : Notre étude était rétrospective, monocentrique. 52 genoux (42 genu-varum, 10 genu-valgum) présentant une gonarthrose tricompartmentale ont bénéficié d'une arthroplastie totale avec le système KneeAlign 2®. L'alignement mécanique global postopératoire (HKA) ainsi que l'alignement des implants fémoraux (alpha) et tibiaux (bêta) ont été mesurés sur des radiographies des grands axes de face des membres inférieurs. Les valeurs non optimales ont été définies par une différence de plus de 3° pour l'angle HKA et une différence de plus de 2° pour les angles alpha et bêta par rapport à l'axe mécanique neutre.

**Résultats** : En postopératoire 23,07% des genoux présentaient un alignement mécanique non optimal du membre inférieur, 13,46% des genoux présentaient un positionnement non optimal de l'implant fémoral et 23,07 % des genoux présentaient un positionnement non optimal de l'implant tibial.

**Discussion** : Notre étude a montré que le système KneeAlign 2® permettait un alignement optimal dans 76,92% des procédures. La comparaison aux données de la littérature semble montrer que la précision du système KneeAlign 2® n'atteint pas celle de la CAO mais se rapproche des guides de coupe conventionnels. Cependant il semble réduire le risque de positionnement non acceptable des implants par rapport à la chirurgie conventionnelle.

**Niveau de preuve** : étude rétrospective niveau IV.

**Mots clefs** : KneeAlign 2®, accéléromètre portable, prothèse totale de genou, alignement mécanique.