



HAL
open science

**Prothèse totale de hanche naviguée par voie de
Hardinge mini-invasive: analyse de 5 années
d'expérience. A propos d'une série de 214 cas, avec un
recul minimum de un an**

Jean-Manuel Poircuitte

► **To cite this version:**

Jean-Manuel Poircuitte. Prothèse totale de hanche naviguée par voie de Hardinge mini-invasive: analyse de 5 années d'expérience. A propos d'une série de 214 cas, avec un recul minimum de un an. Sciences du Vivant [q-bio]. 2012. hal-01734457

HAL Id: hal-01734457

<https://hal.univ-lorraine.fr/hal-01734457v1>

Submitted on 14 Mar 2018

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

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



AVERTISSEMENT

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

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

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

Contact : ddoc-thesesexercice-contact@univ-lorraine.fr

LIENS

Code de la Propriété Intellectuelle. articles L 122. 4

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

http://www.cfcopies.com/V2/leg/leg_droi.php

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

THÈSE

pour obtenir le grade de

DOCTEUR EN MÉDECINE

Présentée et soutenue publiquement
dans le cadre du troisième cycle de Médecine Spécialisée

par

Jean-Manuel POIRCUITTE

le 26 octobre 2012

PROTHÈSE TOTALE DE HANCHE NAVIGUÉE PAR VOIE DE HARDINGE MINI-INVASIVE : ANALYSE DE 5 ANNÉES D'EXPÉRIENCE.

A propos d'une série de 214 cas, avec un recul minimum de un an.

Examineurs de la thèse :

Mr D.MAINARD	Professeur	Président
Mr H. COUDANE	Professeur	Juge
Mr L. GALOIS	Professeur	Juge
Mr C. CUNY	Docteur	Juge

UNIVERSITÉ DE LORRAINE
FACULTÉ DE MÉDECINE DE NANCY

Président de l'Université de Lorraine : Professeur Pierre MUTZENHARDT

Doyen de la Faculté de Médecine : Professeur Henry COUDANE

Vice Doyen « Pédagogie » : Professeur Karine ANGIOI

Vice Doyen Mission « sillon lorrain » : Professeur Annick BARBAUD

Vice Doyen Mission « Campus » : Professeur Marie-Christine BÉNÉ

Vice Doyen Mission « Finances » : Professeur Marc BRAUN

Vice Doyen Mission « Recherche » : Professeur Jean-Louis GUÉANT

Asseseurs :

- 1 ^{er} Cycle :	Professeur Bruno CHENUÉL
- « Première année commune aux études de santé (PACES) et universitarisation études para-médicales »	M. Christophe NÉMOS
- 2 ^{ème} Cycle :	Professeur Marc DEBOUVERIE
- 3 ^{ème} Cycle :	
« <i>DES Spécialités Médicales, Chirurgicales et Biologiques</i> »	Professeur Jean-Pierre BRONOWICKI
« <i>DES Spécialité Médecine Générale</i> »	Professeur Francis RAPHAËL
- Filières professionnalisées :	M. Walter BLONDEL
- Formation Continue :	Professeur Hervé VESPIGNANI
- Commission de Prospective :	Professeur Pierre-Edouard BOLLAERT
- Recherche :	Professeur Didier MAINARD
- Développement Professionnel Continu :	Professeur Jean-Dominique DE KORWIN
Asseseurs Relations Internationales	Professeur Jacques HUBERT

DOYENS HONORAIRES

Professeur Adrien DUPREZ – Professeur Jean-Bernard DUREUX

Professeur Jacques ROLAND – Professeur Patrick NETTER

=====

PROFESSEURS HONORAIRES

Jean-Marie ANDRE – Daniel ANTHOINE – Alain BERTRAND – Pierre BEY – Patrick BOISSEL
Jacques BORRELLY – Michel BOULANGE – Jean-Claude BURDIN – Claude BURLET
Daniel BURNEL – Claude CHARDOT – Jean-Pierre CRANCE – Gérard DEBRY
Jean-Pierre DELAGOUTTE – Emile de LAVERGNE – Jean-Pierre DESCHAMPS – Jean DUHEILLE
Adrien DUPREZ – Jean-Bernard DUREUX – Gérard FIEVE Jean FLOQUET – Robert FRISCH
Alain GAUCHER – Pierre GAUCHER – Hubert GERARD – Jean-Marie GILGENKRANTZ
Simone GILGENKRANTZ – Oliéro GUERCI – Pierre HARTEMANN – Claude HURIET
Christian JANOT – Michèle KESSLER – Jacques LACOSTE – Henri LAMBERT – Pierre LANDES
Marie-Claire LAXENAIRE – Michel LAXENAIRE – Jacques LECLERE – Pierre LEDERLIN
Bernard LEGRAS – Michel MANCIAUX – Jean-Pierre MALLIÉ – Philippe MANGIN – Pierre MATHIEU
Denise MONERET-VAUTRIN – Pierre MONIN – Pierre NABET – Jean-Pierre NICOLAS
Pierre PAYSANT – Francis PENIN – Gilbert PERCEBOIS – Claude PERRIN – Guy PETIET
Luc PICARD – Michel PIERSON – Jean-Marie POLU – Jacques POUREL – Jean PREVOT
Antoine RASPILLER – Michel RENARD – Jacques ROLAND – René-Jean ROYER – Daniel SCHMITT
Michel SCHWEITZER – Claude SIMON – Danièle SOMMELET – Jean-François STOLTZ
Michel STRICKER – Gilbert THIBAUT – Augusta TREHEUX – Hubert UFFHOLTZ – Gérard VAILLANT
Paul VERT – Colette VIDAILHET – Michel VIDAILHET – Michel WAYOFF – Michel WEBER

=====

PROFESSEURS DES UNIVERSITÉS PRATICIENS HOSPITALIERS

(Disciplines du Conseil National des Universités)

42^{ème} Section : MORPHOLOGIE ET MORPHOGENÈSE

1^{ère} sous-section : (*Anatomie*)

Professeur Gilles GROSDIDIER – Professeur Pierre LASCOMBES – Professeur Marc BRAUN

2^{ème} sous-section : (*Cytologie et histologie*)

Professeur Bernard FOLIGUET

3^{ème} sous-section : (*Anatomie et cytologie pathologiques*)

Professeur François PLENAT – Professeur Jean-Michel VIGNAUD

43^{ème} Section : BIOPHYSIQUE ET IMAGERIE MÉDICALE

1^{ère} sous-section : (*Biophysique et médecine nucléaire*)

Professeur Gilles KARCHER – Professeur Pierre-Yves MARIE – Professeur Pierre OLIVIER

2^{ème} sous-section : (*Radiologie et imagerie médicale*)

Professeur Denis REGENT – Professeur Michel CLAUDON – Professeur Valérie CROISÉ-LAURENT

Professeur Serge BRACARD – Professeur Alain BLUM

Professeur Jacques FELBLINGER – Professeur René ANXIONNAT

44^{ème} Section : BIOCHIMIE, BIOLOGIE CELLULAIRE ET MOLÉCULAIRE, PHYSIOLOGIE ET NUTRITION

1^{ère} sous-section : (*Biochimie et biologie moléculaire*)

Professeur Jean-Louis GUÉANT – Professeur Jean-Luc OLIVIER – Professeur Bernard NAMOUR

2^{ème} sous-section : (*Physiologie*)

Professeur François MARCHAL – Professeur Bruno CHENUÉL – Professeur Christian BEYAERT

3^{ème} sous-section : (*Biologie Cellulaire*)

Professeur Ali DALLOUL

4^{ème} sous-section : (*Nutrition*)

Professeur Olivier ZIEGLER – Professeur Didier QUILLIOT – Professeur Rosa-Maria RODRIGUEZ-GUEANT

45^{ème} Section : MICROBIOLOGIE, MALADIES TRANSMISSIBLES ET HYGIÈNE

1^{ère} sous-section : (*Bactériologie – virologie ; hygiène hospitalière*)

Professeur Alain LE FAOU – Professeur Alain LOZNIEWSKI

3^{ème} sous-section : (*Maladies infectieuses ; maladies tropicales*)

Professeur Thierry MAY – Professeur Christian RABAUD

46^{ème} Section : SANTÉ PUBLIQUE, ENVIRONNEMENT ET SOCIÉTÉ

1^{ère} sous-section : (*Épidémiologie, économie de la santé et prévention*)

Professeur Philippe HARTEMANN – Professeur Serge BRIANÇON – Professeur Francis GUILLEMIN

Professeur Denis ZMIROU-NAVIER – Professeur François ALLA

2^{ème} sous-section : (*Médecine et santé au travail*)

Professeur Christophe PARIS

3^{ème} sous-section : (*Médecine légale et droit de la santé*)

Professeur Henry COUDANE

4^{ème} sous-section : (*Biostatistiques, informatique médicale et technologies de communication*)

Professeur François KOHLER – Professeur Éliane ALBUISSON

47^{ème} Section : CANCÉROLOGIE, GÉNÉTIQUE, HÉMATOLOGIE, IMMUNOLOGIE

1^{ère} sous-section : (*Hématologie ; transfusion*)

Professeur Pierre BORDIGONI – Professeur Jean-François STOLTZ – Professeur Pierre FEUGIER

2^{ème} sous-section : (*Cancérologie ; radiothérapie*)

Professeur François GUILLEMIN – Professeur Thierry CONROY

Professeur Didier PEIFFERT – Professeur Frédéric MARCHAL

3^{ème} sous-section : (*Immunologie*)

Professeur Gilbert FAURE – Professeur Marie-Christine BENE

4^{ème} sous-section : (*Génétique*)

Professeur Philippe JONVEAUX – Professeur Bruno LEHEUP

48^{ème} Section : ANESTHÉSIOLOGIE, RÉANIMATION, MÉDECINE D'URGENCE, PHARMACOLOGIE ET THÉRAPEUTIQUE

1^{ère} sous-section : (Anesthésiologie et réanimation chirurgicale ; médecine d'urgence)

Professeur Claude MEISTELMAN – Professeur Hervé BOUAZIZ

Professeur Paul-Michel MERTES – Professeur Gérard AUDIBERT – Professeur Thomas FUCHS-BUDER

2^{ème} sous-section : (Réanimation médicale ; médecine d'urgence)

Professeur Alain GERARD – Professeur Pierre-Édouard BOLLAERT

Professeur Bruno LÉVY – Professeur Sébastien GIBOT

3^{ème} sous-section : (Pharmacologie fondamentale ; pharmacologie clinique ; addictologie)

Professeur Patrick NETTER – Professeur Pierre GILLET

4^{ème} sous-section : (Thérapeutique ; médecine d'urgence ; addictologie)

Professeur François PAILLE – Professeur Gérard GAY

Professeur Faiez ZANNAD – Professeur Patrick ROSSIGNOL

49^{ème} Section : PATHOLOGIE NERVEUSE ET MUSCULAIRE, PATHOLOGIE MENTALE, HANDICAP et RÉÉDUCATION

1^{ère} sous-section : (Neurologie)

Professeur Gérard BARROCHE – Professeur Hervé VESPIGNANI

Professeur Xavier DUCROCQ – Professeur Marc DEBOUVERIE – Professeur Luc TAILLANDIER

2^{ème} sous-section : (Neurochirurgie)

Professeur Jean-Claude MARCHAL – Professeur Jean AUQUE

Professeur Olivier KLEIN – Professeur Thierry CIVIT

3^{ème} sous-section : (Psychiatrie d'adultes ; addictologie)

Professeur Jean-Pierre KAHN – Professeur Raymund SCHWAN

4^{ème} sous-section : (Pédopsychiatrie ; addictologie)

Professeur Daniel SIBERTIN-BLANC – Professeur Bernard KABUTH

5^{ème} sous-section : (Médecine physique et de réadaptation)

Professeur Jean PAYSANT

50^{ème} Section : PATHOLOGIE OSTÉO-ARTICULAIRE, DERMATOLOGIE et CHIRURGIE PLASTIQUE

1^{ère} sous-section : (Rhumatologie)

Professeur Isabelle CHARY-VALCKENAERE – Professeur Damien LOEUILLE

2^{ème} sous-section : (Chirurgie orthopédique et traumatologique)

Professeur Daniel MOLE – Professeur Didier MAINARD

Professeur François SIRVEAUX – Professeur Laurent GALOIS

3^{ème} sous-section : (Dermato-vénéréologie)

Professeur Jean-Luc SCHMUTZ – Professeur Annick BARBAUD

4^{ème} sous-section : (Chirurgie plastique, reconstructrice et esthétique ; brûlologie)

Professeur François DAP – Professeur Gilles DAUTEL

51^{ème} Section : PATHOLOGIE CARDIORESPIRATOIRE et VASCULAIRE

1^{ère} sous-section : (Pneumologie ; addictologie)

Professeur Yves MARTINET – Professeur Jean-François CHABOT – Professeur Ari CHAOUAT

2^{ème} sous-section : (Cardiologie)

Professeur Etienne ALIOT – Professeur Yves JUILLIERE

Professeur Nicolas SADOUL – Professeur Christian de CHILLOU

3^{ème} sous-section : (Chirurgie thoracique et cardiovasculaire)

Professeur Jean-Pierre VILLEMOT

4^{ème} sous-section : (Chirurgie vasculaire ; médecine vasculaire)

Professeur Denis WAHL – Professeur Sergueï MALIKOV

52^{ème} Section : MALADIES DES APPAREILS DIGESTIF et URINAIRE

1^{ère} sous-section : (Gastroentérologie ; hépatologie ; addictologie)

Professeur Marc-André BIGARD – Professeur Jean-Pierre BRONOWICKI

Professeur Laurent PEYRIN-BIROULET

3^{ème} sous-section : (Néphrologie)

Professeur Dominique HESTIN – Professeur Luc FRIMAT

4^{ème} sous-section : (Urologie)

Professeur Jacques HUBERT – Professeur Pascal ESCHWEGE

53^{ème} Section : MÉDECINE INTERNE, GÉRIATRIE et CHIRURGIE GÉNÉRALE

1^{ère} sous-section : (Médecine interne ; gériatrie et biologie du vieillissement ; médecine générale ; addictologie)

Professeur Jean-Dominique DE KORWIN – Professeur Pierre KAMINSKY
Professeur Athanase BENETOS – Professeur Gisèle KANNY – Professeur Christine PERRET-GUILLAUME

2^{ème} sous-section : (Chirurgie générale)

Professeur Laurent BRESLER – Professeur Laurent BRUNAUD – Professeur Ahmet AYAV

**54^{ème} Section : DÉVELOPPEMENT ET PATHOLOGIE DE L'ENFANT,
GYNÉCOLOGIE-OBSTÉTRIQUE,
ENDOCRINOLOGIE ET REPRODUCTION**

1^{ère} sous-section : (Pédiatrie)

Professeur Jean-Michel HASCOET – Professeur Pascal CHASTAGNER
Professeur François FEILLET – Professeur Cyril SCHWEITZER – Professeur Emmanuel RAFFO

2^{ème} sous-section : (Chirurgie infantile)

Professeur Michel SCHMITT – Professeur Pierre JOURNEAU – Professeur Jean-Louis LEMELLE

3^{ème} sous-section : (Gynécologie-obstétrique ; gynécologie médicale)

Professeur Jean-Louis BOUTROY – Professeur Philippe JUDLIN – Professeur Patricia BARBARINO

4^{ème} sous-section : (Endocrinologie, diabète et maladies métaboliques ; gynécologie médicale)

Professeur Georges WERYHA – Professeur Marc KLEIN – Professeur Bruno GUERCI

55^{ème} Section : PATHOLOGIE DE LA TÊTE ET DU COU

1^{ère} sous-section : (Oto-rhino-laryngologie)

Professeur Roger JANKOWSKI – Professeur Cécile PARIETTI-WINKLER

2^{ème} sous-section : (Ophtalmologie)

Professeur Jean-Luc GEORGE – Professeur Jean-Paul BERROD – Professeur Karine ANGIOI-DUPREZ

3^{ème} sous-section : (Chirurgie maxillo-faciale et stomatologie)

Professeur Jean-François CHASSAGNE – Professeur Etienne SIMON

=====

PROFESSEURS DES UNIVERSITÉS

64^{ème} Section : BIOCHIMIE ET BIOLOGIE MOLÉCULAIRE

Professeur Sandrine BOSCHI-MULLER

PROFESSEURS DES UNIVERSITÉS DE MÉDECINE GÉNÉRALE

Professeur Jean-Marc BOIVIN

=====

**MAÎTRES DE CONFÉRENCES DES UNIVERSITÉS
PRATICIENS HOSPITALIERS**

42^{ème} Section : MORPHOLOGIE ET MORPHOGENÈSE

1^{ère} sous-section : (Anatomie)

Docteur Bruno GRIGNON – Docteur Thierry HAUMONT – Docteur Manuela PEREZ

2^{ème} sous-section : (Cytologie et histologie)

Docteur Edouard BARRAT – Docteur Françoise TOUATI – Docteur Chantal KOHLER

3^{ème} sous-section : (Anatomie et cytologie pathologiques)

Docteur Aude BRESSENOT

43^{ème} Section : BIOPHYSIQUE ET IMAGERIE MÉDICALE

1^{ère} sous-section : (Biophysique et médecine nucléaire)

Docteur Marie-Hélène LAURENS – Docteur Jean-Claude MAYER

Docteur Pierre THOUVENOT – Docteur Jean-Marie ESCANYE

2^{ème} sous-section : (Radiologie et imagerie médicale)

Docteur Damien MANDRY

**44^{ème} Section : BIOCHIMIE, BIOLOGIE CELLULAIRE ET MOLÉCULAIRE,
PHYSIOLOGIE ET NUTRITION**

1^{ère} sous-section : (Biochimie et biologie moléculaire)

Docteur Jean STRACZEK – Docteur Sophie FREMONT

Docteur Isabelle GASTIN – Docteur Marc MERTEN

Docteur Catherine MALAPLATE-ARMAND – Docteur Shyue-Fang BATTAGLIA

3^{ème} sous-section : (Biologie Cellulaire)

Docteur Véronique DECOT-MAILLERET

45^{ème} Section : MICROBIOLOGIE, MALADIES TRANSMISSIBLES ET HYGIÈNE

1^{ère} sous-section : (Bactériologie – Virologie ; hygiène hospitalière)

Docteur Francine MORY – Docteur Véronique VENARD – Docteur Hélène JEULIN

2^{ème} sous-section : (Parasitologie et mycologie)

Docteur Nelly CONTET-AUDONNEAU – Madame Marie MACHOUART

46^{ème} Section : SANTÉ PUBLIQUE, ENVIRONNEMENT ET SOCIÉTÉ

1^{ère} sous-section : (Epidémiologie, économie de la santé et prévention)

Docteur Alexis HAUTEMANIÈRE – Docteur Frédérique CLAUDOT – Docteur Cédric BAUMANN

2^{ème} sous-section (Médecine et Santé au Travail)

Docteur Isabelle THAON

3^{ème} sous-section (Médecine légale et droit de la santé)

Docteur Laurent MARTRILLE

4^{ème} sous-section : (Biostatistiques, informatique médicale et technologies de communication)

Docteur Nicolas JAY

**47^{ème} Section : CANCÉROLOGIE, GÉNÉTIQUE,
HÉMATOLOGIE, IMMUNOLOGIE**

2^{ème} sous-section : (Cancérologie ; radiothérapie : cancérologie (type mixte : biologique)

Docteur Lina BOLOTINE

3^{ème} sous-section : (Immunologie)

Docteur Marcelo DE CARVALHO BITTENCOURT

4^{ème} sous-section : (Génétique)

Docteur Christophe PHILIPPE – Docteur Céline BONNET

**48^{ème} Section : ANESTHÉSIOLOGIE, RÉANIMATION, MÉDECINE D'URGENCE,
PHARMACOLOGIE ET THÉRAPEUTIQUE**

3^{ème} sous-section : (Pharmacologie fondamentale ; pharmacologie clinique)

Docteur Françoise LAPICQUE – Docteur Marie-José ROYER-MORROT – Docteur Nicolas GAMBIER

50^{ème} Section : RHUMATOLOGIE

1^{ère} sous-section : (Rhumatologie)

Docteur Anne-Christine RAT

3^{ème} sous-section : (Dermato-vénérologie)

Docteur Anne-Claire BURSZTEJN

53^{ème} Section : MÉDECINE INTERNE, GÉRIATRIE et CHIRURGIE GÉNÉRALE

**1^{ère} sous-section : (Médecine interne ; gériatrie et biologie du vieillissement ;
médecine générale ; addictologie)**

Docteur Laure JOLY

**54^{ème} Section : DÉVELOPPEMENT ET PATHOLOGIE DE L'ENFANT,
GYNÉCOLOGIE-OBSTÉTRIQUE,
ENDOCRINOLOGIE ET REPRODUCTION**

3^{ème} sous-section :

Docteur Olivier MOREL

5^{ème} sous-section : (Biologie et médecine du développement et de la reproduction ; gynécologie médicale)

Docteur Jean-Louis CORDONNIER

=====

**MAÎTRE DE CONFÉRENCE DES UNIVERSITÉS
DE MÉDECINE GÉNÉRALE**

Docteur Elisabeth STEYER

=====

MAÎTRES DE CONFÉRENCES

5^{ème} section : SCIENCE ÉCONOMIE GÉNÉRALE

Monsieur Vincent LHUILLIER

40^{ème} section : SCIENCES DU MÉDICAMENT

Monsieur Jean-François COLLIN

60^{ème} section : MÉCANIQUE, GÉNIE MÉCANIQUE ET GÉNIE CIVILE

Monsieur Alain DURAND

61^{ème} section : GÉNIE INFORMATIQUE, AUTOMATIQUE ET TRAITEMENT DU SIGNAL

Monsieur Jean REBSTOCK – Monsieur Walter BLONDEL

64^{ème} section : BIOCHIMIE ET BIOLOGIE MOLÉCULAIRE

Mademoiselle Marie-Claire LANHERS – Monsieur Pascal REBOUL – Mr Nick RAMALANJAONA

65^{ème} section : BIOLOGIE CELLULAIRE

Mademoiselle Françoise DREYFUSS – Monsieur Jean-Louis GELLY

Madame Ketsia HESS – Monsieur Hervé MEMBRE – Monsieur Christophe NEMOS

Madame Natalia DE ISLA – Madame Nathalie MERCIER

66^{ème} section : PHYSIOLOGIE

Monsieur Nguyen TRAN

67^{ème} section : BIOLOGIE DES POPULATIONS ET ÉCOLOGIE

Madame Nadine MUSSE

PROFESSEURS ASSOCIÉS

Médecine Générale

Professeur associé Francis RAPHAEL

MAÎTRES DE CONFÉRENCES ASSOCIÉS

Médecine Générale

Docteur Jean-Louis ADAM

Docteur Paolo DI PATRIZIO

Docteur Sophie SIEGRIST

Docteur Arnaud MASSON

=====

PROFESSEURS ÉMÉRITES

Professeur Jean-Marie ANDRÉ – Professeur Daniel ANTHOINE – Professeur Pierre BEY

Professeur Patrick BOISSEL – Professeur Michel BOULANGÉ – Professeur Jean-Pierre CRANCE

Professeur Jean-Pierre DELAGOUTTE – Professeur Jean-Marie GILGENKRANTZ

Professeur Simone GILGENKRANTZ – Professeur Michèle KESSLER – Professeur Henri LAMBERT

Professeur Denise MONERET-VAUTRIN – Professeur Pierre MONIN – Professeur Jean-Pierre NICOLAS

Professeur Luc PICARD – Professeur Michel PIERSON – Professeur Jacques POUREL

Professeur Jean-François STOLTZ – Professeur Michel STRICKER – Professeur Gilbert THIBAUT

Professeur Hubert UFFHOLTZ – Professeur Paul VERT

Professeur Colette VIDAILHET – Professeur Michel VIDAILHET

DOCTEURS HONORIS CAUSA

Professeur Norman SHUMWAY (1972)

Université de Stanford, Californie (U.S.A)

Professeur Paul MICHIELSEN (1979)

Université Catholique, Louvain (Belgique)

Professeur Charles A. BERRY (1982)

Centre de Médecine Préventive, Houston (U.S.A)

Professeur Pierre-Marie GALETTI (1982)

Brown University, Providence (U.S.A)

Professeur Mamish Nisbet MUNRO (1982)

Massachusetts Institute of Technology (U.S.A)

Professeur Mildred T. STAHLMAN (1982)

Vanderbilt University, Nashville (U.S.A)

Harry J. BUNCKE (1989)

Université de Californie, San Francisco (U.S.A)

Professeur Daniel G. BICHET (2001)

Université de Montréal (Canada)

Professeur Brian BURCHELL (2007)

Université de Dundee (Royaume Uni)

Professeur Théodore H. SCHIEBLER (1989)

Institut d'Anatomie de Würzburg (R.F.A)

Professeur Maria DELIVORIA-PAPADOPOULOS (1996)

Université de Pennsylvanie (U.S.A)

Professeur Mashaki KASHIWARA (1996)

Research Institute for Mathematical Sciences de Kyoto (JAPON)

Professeur Ralph GRÄSBECK (1996)

Université d'Helsinki (FINLANDE)

Professeur James STEICHEN (1997)

Université d'Indianapolis (U.S.A)

Professeur Duong Quang TRUNG (1997)

*Centre Universitaire de Formation et de
Perfectionnement des Professionnels de Santé
d'Hô Chi Minh-Ville (VIÊTNAM)*

Professeur Marc LEVENSTON (2005)

Institute of Technology, Atlanta (USA)

A notre Maître et Président de thèse,

Monsieur le Professeur D. MAINARD

Professeur de Chirurgie Orthopédique et Traumatologique

Vous nous avez fait l'honneur de nous confier ce travail.

Nous avons été séduits par l'étendue de vos connaissances techniques et chirurgicales.

Votre disponibilité pour les patients, votre quête de l'excellence, votre investissement dans la recherche fondamentale forcent le respect.

Nous vous remercions de nous avoir accueillis dans votre service et souhaitons nous montrer dignes de la confiance que vous nous accordez.

Que ce travail soit l'expression de notre profond respect et de notre dévouement.

A notre Juge,

Monsieur le Professeur H. COUDANE

Professeur de Médecine Légale et Droit de la Santé

Doyen de la Faculté de Médecine

Chevalier dans l'Ordre National de la Légion d'Honneur

Officier dans l'Ordre National du Mérite

Officier dans l'Ordre des Palmes Académiques

Nous sommes très sensibles à l'honneur que vous nous faites en acceptant de juger ce travail.

Nous n'avons pas eu l'honneur de travailler à vos côtés mais votre réputation est pour nous un exemple à suivre.

C'est pour nous un honneur de vous compter parmi nos juges.

A notre Juge,

Monsieur le Professeur L. GALOIS

Professeur de Chirurgie Orthopédique et Traumatologique

Vous nous avez accueillis chaleureusement et accompagnés au cours de notre apprentissage.

Nous avons été séduits par l'étendue de vos connaissances et votre désir de les partager.

Nous avons apprécié vos qualités chirurgicales et sommes honorés d'apprendre la chirurgie à vos côtés.

Que ce travail soit l'expression de notre profond respect.

A notre Juge,

Monsieur le Docteur C.CUNY

Docteur en Médecine

Vous nous avez accueillis avec sympathie et paternalisme dans votre service.

Votre esprit d'innovation et votre implication dans le développement de nouveaux concepts sont pour nous des exemples.

Vous avez su nous communiquer des valeurs essentielles comme l'altruisme et l'humilité indispensables à la pratique chirurgicale.

C'est pour nous un honneur de vous compter parmi nos juges.

A nos maîtres d'internat

- Monsieur le Professeur Molé,
- Monsieur le Professeur Sirveaux,
- Monsieur le Professeur Lascombes,
- Monsieur le Professeur Journeau,
- Monsieur le Professeur Dautel,
- Monsieur le Professeur Dap,
- Monsieur le Professeur Grosdidier,
- Madame le Professeur Perez,

Aux praticiens et chefs de clinique qui ont contribué à ma formation

- Monsieur le Docteur Pillot, pour m'avoir guidé lors de mes premiers pas dans le monde chirurgical,
- Monsieur le Docteur Roche, pour vos œuvres chirurgicales,
- Monsieur le Docteur Blanquard, pour votre sympathie et votre élégance chirurgicale,
- Monsieur le Docteur Yvrout, pour votre pragmatisme et votre aisance aquatique,
- Monsieur le Docteur Pénétrat, pour ton indéfectible enthousiasme,
- Monsieur le Docteur Turell,
- Monsieur le Docteur Zimberger,
- Monsieur le Docteur Karmouta,
- Monsieur le Docteur Eghbali,
- Monsieur le Docteur Irrazi,
- Monsieur le Docteur Berrichi,
- Monsieur le Docteur Ionescu,
- Monsieur le Docteur Khalife,
- Monsieur le Docteur Beau,
- Madame le Docteur Bevilacqua, pour ta disponibilité,
- Monsieur le Docteur Diligent, pour ta joie de vivre et ton invariable bonne humeur,
- Monsieur le Docteur Choufani, pour ta dextérité,
- Monsieur le Docteur Paris, pour tes qualités humaines,
- Monsieur le Docteur Wein-Rémy, pour ta rigueur,

- Monsieur le Docteur Dezaly, pour ton incomparable discrétion,
- Monsieur le Docteur Philippe,
- Monsieur le Docteur Dederichs, pour ces moments en dehors du bloc,
- Monsieur le Docteur Jager, pour tes conseils photo,
- Monsieur le Docteur Médrykowski,
- Monsieur le Docteur Vincelet,
- Monsieur le Docteur Barbary, pour ta finesse chirurgicale,
- Monsieur le Docteur Popkov, pour ta gentillesse et ton don à réaliser un Ilizarov,
- Monsieur le Docteur Haumont,
- Madame le Docteur Goffinet,
- Monsieur le Docteur Reibel, pour les matinées by-pass et les après-midi DU,
- Madame le Docteur Siat, pour ces agréables semaines passées à tes côtés,
- Monsieur le Docteur Maleville,
- Madame le Docteur Raphoz,
- Monsieur le Docteur Kauffmann, pour m'avoir très agréablement accueilli et accompagné vers l'autonomie,
- Monsieur le Docteur Renard, pour ce même accompagnement en plus tourbé,

A tous les anesthésistes que j'ai rencontrés, pour leur travail de l'autre côté du champ,

A l'ensemble du personnel des services que j'ai traversés, et en particulier celui de la COT. Que ce soit dans les secteurs ou au bloc, votre dévouement et votre gentillesse sont pour moi une aide précieuse,

A mes prédécesseurs

A Didier, discret mais toujours présent, tu m'as transmis la prudence et m'a rappelé la rigueur nécessaire à notre profession. Tu m'as accompagné au bloc opératoire dans ma prise de fonction (et presque tous les jeudis...) et je t'en remercie.

A Julien, ton caractère fait de toi ce que tu es, un brillant chirurgien aux idées claires, j'ai apprécié apprendre à tes côtés,

A Olivier, les 6 mois passés en ta compagnie furent riches en enseignement grâce à ta grande culture chirurgicale. Je me souviendrai des fast-echo et du packing qui aurait pu se faire au déchoc...

A mes co-internes et amis

A Arnaud, après 4 ans de cursus côte à côte, je sais que je pourrai toujours compter sur ton soutien au bloc comme à l'extérieur. Je suis ravi de passer ces 2 prochaines années avec « mon pote Nespo » !!

A mon Lolo, le renardo, tu es le meilleur d'entre nous et tu le sais, 2 bonnes années en perspective,

A Ben Guigui, pour toutes nos soirées à parler d'équilibre ligamentaire même à 2 grammes moins le quart...

A Damien, champion toutes catégories des jeux iPhone, j'ai apprécié les 6 mois de chir' de la main en ta compagnie,

A Fred, en souvenir de la seule fois où je suis venu te donner un coup de main au bloc...

A Rémi, tu vas être mon premier interne et ça me fait très plaisir, autant pour les longues soirées de déchoquage que celles à l'extérieur,

A Armelle, Emeline, Eva, Nico, Louis et Romain, la dream team de l'hôpital d'enfants...

A Juliette, Jérémie, Vincent et Thomas, les petits jeunes qui m'ont accompagné (t'as vu mon pas de danse ???),

A Adrien, Pierre-Yves et Marie,

A Fanélie, Shagha, Véronique, Hélène, Cécile, Thomas, Francois, Jean-Baptiste, Fred, Cyril, Vladimir et Rémi, la promo 2007 des Chir' Nancéiens.

Et à toutes vos moitiés que je n'ai pas cité....

A mes amis

A Nico et Fanny, vous avez prévu de faire les choses dans l'ordre ?

A Jérôme et Cyrielle, l'harmonie parfaite (sauf sur le choix du sac...). Vous, vous avez choisi : ce sera en mai, j'ai hâte !

A Julien, Anne et leur grande famille, vivement l'été prochain pour faire des barbec' tous ensemble au bord de la piscine,

A Guillaume, Marie-Violaine et leurs princesses,

A Marco, Juju, Clémentine et.....

A Emilie, Dodo, Cécile, Marie M, Marie D et Asael,

En souvenir de toutes ces merveilleuses vacances passées ensemble, ça semble si proche et si loin en même temps : on remet ça ????

A Dridri, pour tous ces inoubliables moments passés en ta compagnie depuis mon arrivée à Nancy,

A Pauline, que j'aimerais voir plus souvent,

A Ivana et Alice, j'ai toujours autant de plaisir à vous retrouver chez Régine une ou deux fois par an,

A Ben Ped et Nico Boul, fidèles à vous-mêmes depuis la P1,

A toute l'équipe des Marcus, j'apprécie toujours autant mes virées à Strasbourg ou Champdray, j'espère qu'il y en aura encore beaucoup d'autres,

A Claude, Jennifer et tous mes amis de V'soul,

A ma famille

A Marie-Océane, la femme de ma vie,

Chaque jour qui passe me fait réaliser un peu plus la chance que j'ai de t'avoir rencontrée.
Trois ans que nous sommes ensemble, je souhaite que ça ne s'arrête jamais,

A Léonard,

Tes rires, tes sourires, ton petit caractère qui pointe le bout de son nez,
Tu as changé ma vie,

A Papa et Maman,

Pour votre amour et votre soutien, pour les valeurs que vous m'avez transmises.
Ce que je suis aujourd'hui, je vous le dois,
Recevez ici le témoignage de ma profonde reconnaissance et de tout mon amour,

A Bérénice,

Tu resteras toujours « Bébé » dans mon cœur,

A Antoine,

J'aimerais partager plus avec toi, tu me manques, prends soin de toi,

A Serge, Odile, Pierre-Maxence et Margaux, ma Belle-Famille qui m'a accueillie avec sympathie et que j'apprécie énormément,

A la mémoire de Papapa et Papi, partis trop vite,

A mes Grands-Mères, pour votre amour et votre patience,

A mes oncles et tantes,

A mes cousins et cousines, en souvenir de toutes ces années d'insouciance,

Je dédie cette thèse

SERMENT

"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 sont 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".

TABLE DES MATIÈRES

I. INTRODUCTION	23
II. PRÉSENTATION DE LA CHIRURGIE ASSISTÉE PAR ORDINATEUR	25
A. Les bases théoriques ^{3,9}	25
1. La perception	26
2. Le raisonnement	26
3. L'action	26
B. Les enjeux de la navigation dans la prothèse totale de hanche	27
1. Respect de l'anatomie : latéralisation et rétablissement de la longueur du membre inférieur	27
2. La stabilité	27
3. Enjeu économique	28
C. Les différentes approches actuelles dans l'arthroplastie totale de hanche assistée par ordinateur	29
1. Les sources de données pré-opératoires	29
a) Le scanner	29
b) La fluoroscopie virtuelle ²⁶	29
c) La navigation dite sans image, « imageless »	30
(1) Le bone morphing	30
(2) Cinématique articulaire	31
2. Les systèmes de localisation spatiale tridimensionnelle	31
3. Les différents systèmes de navigation existants	33
a) Les systèmes géométriques	33
(1) Le plan pelvien antérieur	34
(2) Le plan fémoral ^{34,35}	35
b) Les systèmes morphologiques	35
c) Les systèmes fonctionnels ^{37,38}	36
4. Le système Orthopilot® de Bbraun®	36

III. LA TECHNIQUE OPÉRATOIRE	39
A. Installation	39
B. Abord de l'articulation	40
C. Le temps cotyloïdien	42
D. Le temps fémoral	44
IV. MATÉRIEL ET MÉTHODE	47
A. Les implants	47
1. L'implant fémoral	47
2. Les implants cotyloïdiens	48
a) Le cotyle Plasmacup® (Bbraun® Aesculap, Tuttlingen, Allemagne)	48
b) L'insert en céramique	49
c) L'insert polyéthylène	49
d) Le cotyle double mobilité	49
B. Le recueil des données	50
1. Les données pré-opératoires	50
a) Données cliniques	50
b) Données radiologiques	50
2. Les données per-opératoires	50
3. Les données post-opératoires	51
a) Données cliniques	51
b) Données radiologiques	51
C. Moyens de l'étude	52
V. RÉSULTATS	54
A. Données pré-opératoires	54
1. Données cliniques	54
2. Données radiologiques	57

B. Données per-opératoires	58
1. Données cliniques	58
a) L'implant cotyloïdien	58
b) L'implant fémoral	59
2. Complications per-opératoires	61
3. Complications au cours de l'hospitalisation	63
4. Données radiologiques	63
C. Données à la première révision	64
1. Données cliniques	64
2. Données radiologiques	65
D. Données à un an	66
E. Données au dernier recul	67
VI. DISCUSSION	69
A. Résultats fonctionnels	69
B. Les fractures per-opératoires	70
C. Les instabilités	70
D. Inconvénients et limites de la navigation	71
E. Influence de l'IMC	72
F. Migration des tiges fémorales et inégalité de longueur	73
VII. CONCLUSION	74
VIII. BIBLIOGRAPHIE	75
IX. ANNEXES	81

I. Introduction

L'arthroplastie totale de hanche est devenue une intervention courante en chirurgie orthopédique moderne avec plus de 138 000 implantations en 2005 en France ¹. Bien que cette technique soit encore récente dans l'histoire de la chirurgie, ses bons résultats en font une technique de choix dans la pathologie destructrice de la hanche qu'elle soit dégénérative, inflammatoire ou parfois traumatique.

Les patients souffrent de douleur et de raideur pour lesquelles le traitement médical va progressivement devenir inefficace, jusqu'au jour où l'intervention chirurgicale s'imposera à eux.

Les objectifs de la prothèse totale sont de redonner à ces patients l'indolence et la mobilité tout en conservant la stabilité et l'équilibre de longueur des membres inférieurs.

Cette stabilité et cet équilibre dépendent essentiellement du positionnement des implants en per-opératoire. C'est également ce bon positionnement qui va conditionner le taux de survie de l'implant à long terme.

En chirurgie « conventionnelle », le positionnement des implants se fait dans le référentiel du patient, grâce au ressenti et l'expérience du chirurgien, à des repères anatomiques et à une instrumentation spécifique.

Mais dans les années 90, au moment où la robotique fait son entrée dans le monde médical, certaines équipes ont décidé d'étendre ses principes au domaine de la chirurgie orthopédique. En France, il s'agit principalement de l'équipe Grenobloise du laboratoire TIMC (Technique de l'imagerie, de la Modélisation et de la Cognition) avec la collaboration du Professeur Merloz. C'est le Professeur Digioia de l'université de Pittsburgh qui appliqua le premier cette technologie à l'arthroplastie de hanche ².

Ces systèmes ont aujourd'hui fait leur preuve dans de nombreux domaines, en particulier au niveau du squelette axial où ils ont montré leur supériorité en matière de sécurité et de précision ³. Il en est de même pour le positionnement des implants dans les arthroplasties de genou ⁴ ou celui du transplant dans les ligamentoplasties du LCA ^{5,6}.

Par ailleurs, la chirurgie mini-invasive, plus respectueuse de l'anatomie, se développe. Elle offre des récupérations post-opératoires plus rapides mais parfois au dépend du positionnement des implants ^{7,8}. En effet, elle oblige à travailler dans des volumes restreints

où les repères anatomiques habituels ne sont pas toujours faciles à voir et quelques fois même impossibles à identifier.

Nous utilisons de façon quotidienne, depuis 2005, dans le service de Chirurgie Orthopédique et Traumatologique du Professeur Mainard, au Centre Hospitalier Universitaire de Nancy, un système de chirurgie assistée par ordinateur qui permet, en temps réel, de guider et d'améliorer le positionnement des implants lors d'une arthroplastie de hanche. Parallèlement, aidé par cet outil, il a été possible de réduire la morbidité du geste en diminuant la taille de l'incision : c'est ainsi qu'a été développée une voie originale « mini-Hardinge ».

L'objectif de ce travail était de déterminer la plus-value de la navigation dans les abords mini-invasifs en analysant le taux de complications per-opératoires sur une série de 214 prothèses implantées entre juillet 2005 et décembre 2010.

II. Présentation de la chirurgie assistée par ordinateur

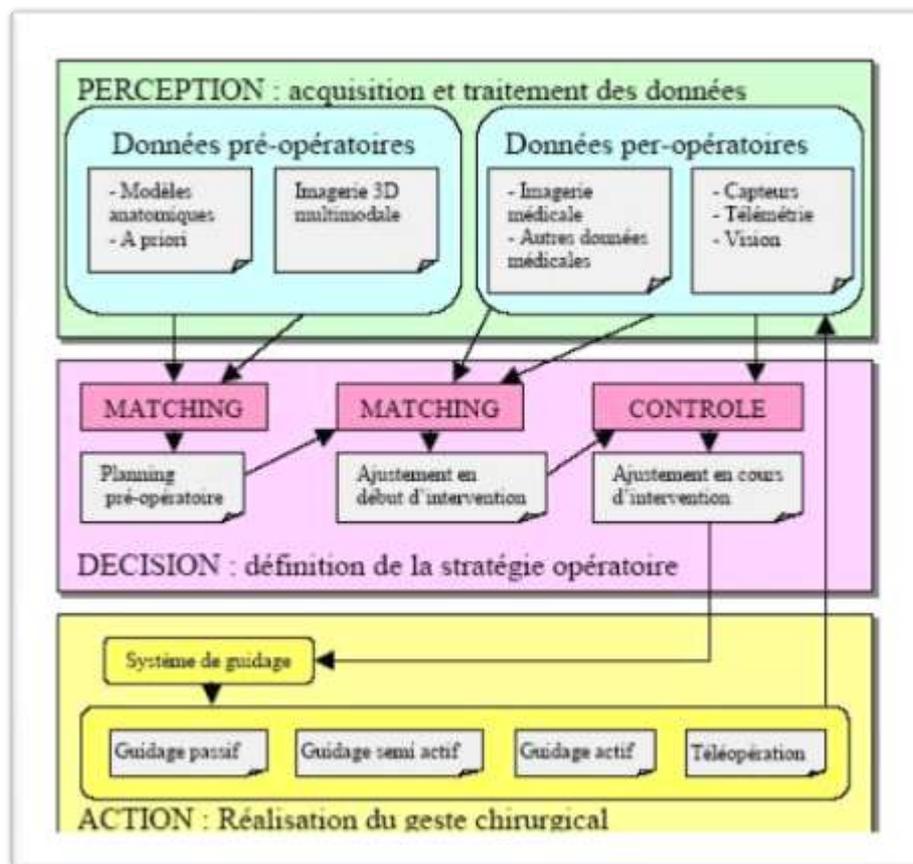
A. Les bases théoriques ^{3,9}

La chirurgie assistée par ordinateur, communément appelée navigation, consiste en l'introduction au bloc opératoire de nouveaux dispositifs médicaux ayant pour objectif d'aider les chirurgiens dans la réalisation de procédures standardisées.

Elle permet de localiser dans l'espace le patient, les implants, les outils chirurgicaux et donc leurs positions relatives. Elle offre l'avantage théorique d'être plus précise et plus reproductible qu'un geste conventionnel.

Initialement, les étapes de la chirurgie assistée par ordinateur étaient celles inventées en robotique :

- Perception de l'information
- Raisonnement
- Action



1. La perception

La perception correspond dans un premier temps en l'acquisition des données du patient dans un espace virtuel. Elle peut se faire à partir de différentes sources. Une image TDM peut être réalisée en pré-opératoire. On peut également utiliser la fluoroscopie ou l'échographie juste avant de débiter le geste.

Il faut ensuite acquérir les données du patient installé sur la table d'opération : ce sont les données dans l'espace réel. Pour cela, on utilise des outils chirurgicaux spécifiques (palpeurs de surfaces) localisables dans l'espace grâce à un système de localisation spatiale tridimensionnelle qui peut être ultrasonore, magnétique ou optique.

Dans les systèmes les plus récents, cette étape se résume simplement en l'acquisition de données per-opératoires.

2. Le raisonnement

C'est l'étape de la planification du geste chirurgical. Dans certains cas, il commence par une étape de recalage qui consiste à faire correspondre les images pré-opératoires avec les per-opératoires. Pour cela, le système fait correspondre un ensemble de points des images pré-opératoires avec leurs homologues per-opératoires. Ces points peuvent être des repères métalliques insérés sur le patient avant l'acquisition des images pré-opératoires, soit des points anatomiques remarquables, soit un marquage de surface (recalage par nuage de points). Ainsi, grâce à une interface utilisateur, le chirurgien visualise d'une part les objectifs fixés lors de la planification, et de l'autre la position des outils, leur direction, ainsi que les conflits éventuels : l'implant pourra être posé exactement dans la position planifiée.

Certains systèmes permettent la réalisation du geste uniquement à l'aide d'images per-opératoires, comme la fluoroscopie virtuelle. D'autres, dits « imageless », ne nécessitent aucune image et n'utilisent qu'un système de localisation spatiale tridimensionnelle.

3. L'action

C'est la dernière phase, celle de la réalisation du geste. Elle peut être active, semi-active ou passive.

Les systèmes actifs sont complètement autonomes, ce sont de véritables robots chirurgicaux qui exécutent le planning pré-opératoire.

Dans les systèmes semi-actifs, certains gestes du chirurgien sont contraints mécaniquement. Ce sont en fait des aides au positionnement des instruments.

Enfin, les systèmes passifs fournissent une information en temps réel sur la position et le guidage d'outils chirurgicaux dans le champ opératoire. Le chirurgien réalise le geste sans aucune contrainte liée au système de navigation.

B. Les enjeux de la navigation dans la prothèse totale de hanche

Ils sont multiples, médicaux mais aussi économiques.

1. Respect de l'anatomie : latéralisation et rétablissement de la longueur du membre inférieur

L'arthroplastie totale de hanche tente de recréer l'anatomie de la hanche native, tout du moins de s'en approcher. De nombreuses études biomécaniques ont prouvé l'importance de la restauration de la latéralisation et de la longueur sur le fonctionnement physiologique de la hanche. Ces paramètres agissent, entre autres, sur le rôle mécanique du moyen fessier^{10,11}.

L'inégalité de longueur est une complication fréquente mais sans risque quand elle est inférieure à 1 centimètre^{12,13}. Au-delà, hormis l'inconfort du patient, un retentissement sur la statique rachidienne voire des complications nerveuses peuvent apparaître.

Afin de pallier ces risques, la mesure pré-opératoire de la longueur, la planification radiologique et les essais per-opératoires sont des mesures classiquement employées mais dont la fiabilité est incertaine. Debarge et al., dans une série de 86 patients, a comparé les données de la planification avec les données post-opératoires et a retrouvé une corrélation de seulement 60% à +/- 5mm¹⁴. Ce risque d'inégalité est majoré par l'utilisation d'implants non cimentés puisque leur position est imposée par une bonne tenue primaire qu'il est difficile de planifier. Ce dernier problème étant, en partie, réglé depuis l'avènement des cols modulaires.

Mais depuis quelques années, avec le perfectionnement des systèmes de navigation, ces paramètres sont accessibles, de manière objective et non plus empirique, aux chirurgiens.

2. La stabilité

Une des complications de la prothèse totale de hanche, en particulier après un abord postérieur, est la luxation. C'est une complication grave car elle nécessite une reprise chirurgicale dans environ 30% des cas^{15,16}. Elle varie de 1,9 à 10% selon les études¹⁷⁻²⁰.

Deux facteurs principaux influencent la stabilité : le capital musculaire et sa préservation lors de l'intervention, et surtout le positionnement des implants.

Concernant les luxations, Lewinnek, dès 1978, avait défini une « zone de sécurité » pour les angles d'antéversion et d'abduction de l'implant acétabulaire. Ces angles devaient, pour limiter les risques de luxation, être de $15^{\circ}\pm 10^{\circ}$ pour l'antéversion et de $45^{\circ}\pm 10^{\circ}$ pour l'inclinaison. Biedermann ²¹, dans une étude récente du positionnement acétabulaire, a confirmé cette notion de zone relative de sécurité, autour de 15° d'antéversion et de 45° d'inclinaison afin d'éviter le risque de luxation. Pour obtenir ces objectifs de positionnement acétabulaire, des guides manuels ont été mis à la disposition du chirurgien depuis de nombreuses années ²². Cependant, DiGioia a démontré l'imprécision de ces guides mécaniques, avec jusqu'à 78% de positionnements acétabulaires considérés comme inacceptables, notamment du fait des variations de position du patient sur la table opératoire. L'utilisation d'un système de navigation permet d'améliorer le positionnement du cotyle dans les cibles précédemment décrites ^{17,21}. Autrement dit, il permet d'éviter les malpositions sources de luxation et donc de complication.

De plus, la navigation permet d'appréhender la notion de position du bassin dans l'espace. En effet, elle varie selon la position debout, assise ou couchée du patient. Ceci influence la position réelle de l'implant cotyloïdien ^{23,24}, dépassant la notion de « zone de sécurité ».

3. Enjeu économique

La navigation aura peut-être aussi un rôle économique. En effet, la reprise de prothèses totales pour luxations récidivantes a un coût qui pourrait être limité par l'utilisation de la navigation. Car même si le système présente un surcoût initial, le coût d'une dépose-repose est estimé à 4000 euros et jusqu'à 21 000 euros en cas de reprise complexe.

De plus, dans une société de plus en plus judiciairisée, les plaintes pour inégalité de longueur des membres inférieurs sont en augmentation constante.

Enfin, un parfait positionnement des implants devrait améliorer la survie des prothèses, et donc retarder, voire supprimer, une réintervention pour dépose-repose.

C. Les différentes approches actuelles dans l'arthroplastie totale de hanche assistée par ordinateur

1. Les sources de données pré-opératoires

Lors de l'utilisation d'une assistance informatique pour la mise en place d'une prothèse de totale de hanche, il est nécessaire de déterminer un modèle numérique de la hanche native. Ce modèle servira de référence pendant toute la procédure chirurgicale assistée par ordinateur. Ce modèle peut être obtenu de diverses manières ^{3,9}:

- Avec imagerie pré-opératoire : TDM
- Avec imagerie per-opératoire : fluoroscopie
- Sans imagerie : cinématique articulaire ou modèle anatomique statistique

a) Le scanner

Le scanner pré-opératoire fut la première méthode utilisée, notamment en neurochirurgie. Il permet une modélisation précise de l'anatomie en 3D, spécifique du patient. Une fois le scanner réalisé, le chirurgien utilise un logiciel qui permet de planifier l'orientation et la taille des implants à partir de ce modèle anatomique précis ²⁵.

L'avantage est surtout marqué par l'extrême précision des données recueillies.

L'inconvénient est la nécessité d'un examen supplémentaire pré-opératoire avec une irradiation conséquente. De plus, l'image doit être recalée en per-opératoire sur les données nouvellement acquises. Enfin, la planification de l'intervention à partir du scanner nécessite un temps de traitement des données, qui n'est pas forcément compatible avec la pratique quotidienne.

b) La fluoroscopie virtuelle ²⁶

C'est un système basé uniquement sur des images radiographiques per-opératoires, sans nécessité d'imagerie pré-opératoire et donc de recalage. L'amplificateur est d'utilisation aisée, puisque déjà présent dans les blocs opératoires. Il nécessite l'utilisation d'un calibre pour s'affranchir des problèmes de distorsion, ainsi que d'un système permettant de le localiser dans l'espace afin que l'image soit calée en temps réel avec les outils chirurgicaux et le patient.

L'inconvénient majeur est bien entendu l'irradiation importante du patient et des soignants. Mais il faut également noter que la réalisation du geste ne peut se faire que dans un espace bidimensionnel.

c) **La navigation dite sans image, « imageless »**

Depuis 2004, des techniques de navigation dites « imageless » sont apparues, ne nécessitant aucune imagerie préalable.

Deux types de sources de données sont utilisés :

- Le bone morphing
- Les données de cinématique articulaire

(1) Le bone morphing

Il consiste en l'acquisition de données de morphologie de surface à partir d'une série de points que l'opérateur repère à l'aide d'un palpeur localisé dans l'espace.

A partir de ces données spécifiques du patient, le système va déformer un modèle statistique de hanche pour créer un modèle s'approchant au plus près de l'anatomie du patient.

Cette méthode a l'avantage de n'utiliser aucune imagerie pré-opératoire tout en permettant d'obtenir des informations tridimensionnelles.

L'inconvénient est l'impossibilité d'utiliser ce système en cas de déformation majeure de la hanche car cette technique est basée sur des modèles statistiques. De plus, il nécessite une bonne exposition des surfaces osseuses pour permettre une bonne acquisition, et donc un abord suffisant. Cette méthode est beaucoup employée en chirurgie prothétique de genou. Pour ce qui est de l'arthroplastie de hanche, on l'utilise pour repérer l'arrière-fond du cotyle, permettant ensuite de guider la profondeur du fraisage.

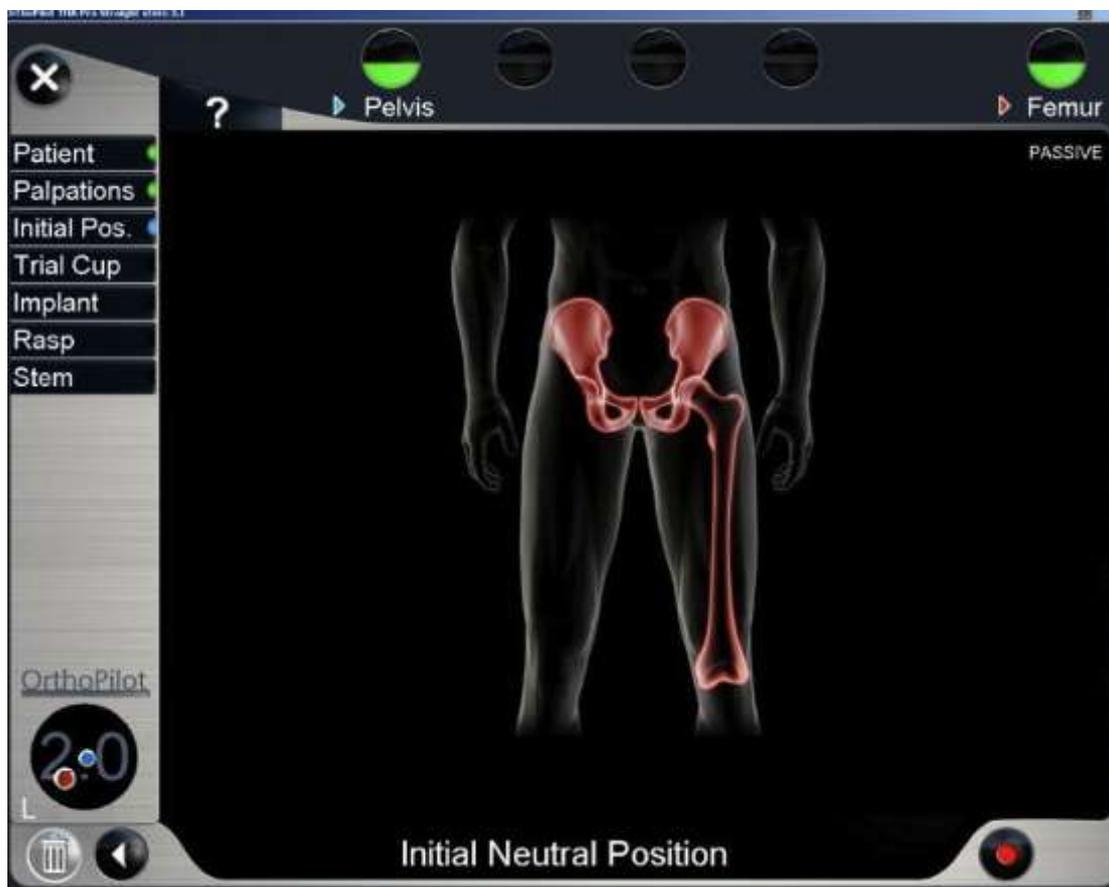


(2) Cinématique articulaire

Elle consiste en l'acquisition de données basées sur la détermination du centre instantané de rotation de la hanche, par la réalisation de mouvement circulaire.

Les avantages sont l'absence d'examen complémentaire spécifique pré-opératoire ainsi que l'absence d'irradiation.

Cependant, avec l'utilisation de cette technique, le centre-hanche est défini par la recherche du « point mobile à trajectoire minimale ». Ce centre dynamique peut être différent du centre anatomique.



2. Les systèmes de localisation spatiale tridimensionnelle

C'est ce système qui est à la base de la chirurgie assistée par ordinateur. C'est lui qui permet le repérage et l'orientation relative des structures osseuses et des outils chirurgicaux en temps réel dans un espace défini.

Il est composé d'un localisateur et d'éléments à détecter qui interagissent entre eux grâce à différentes technologies :

- Vidéo
- Magnétique
- Ultrasonore
- Optique : infrarouge ou LED

Le système de localisation vidéo a été rapidement abandonné car insuffisamment précis.

Le système magnétique ne peut être utilisé car il est confronté aux problèmes d'interférences avec les objets métalliques. Il trouve sa place en chirurgie endovasculaire. Il a tout de même pour avantage la possibilité de détecter des objets malgré une interposition entre cet objet et le localisateur.

Le système ultrasonore est peu utilisé bien qu'offrant une très grande précision ²⁷. En effet, son utilisation est complexe, elle nécessite un matériel spécifique supplémentaire et une courbe d'apprentissage non négligeable.

La solution la plus communément utilisée est le localisateur optique infrarouge. Il comporte un localisateur qui émet un rayonnement infrarouge. Sa longueur d'onde est de 800 nm, pour éviter les interférences avec celles des scialytiques (400 à 500 nm). Les éléments à détecter sont des corps rigides, « rigidbody » des Anglo-Saxons, munis de quatre catadioptres réfléchissant la lumière infrarouge.



Ce rayonnement réfléchi sera capté par les caméras CCD du localisateur. Ainsi, le segment osseux ou l'instrument chirurgical est localisé avec précision dans l'espace.

L'inconvénient majeur est « le champ de vision » restreint du localisateur. En effet, il faut maintenir l'ensemble des corps rigides dans ce champ pendant toute la durée de l'intervention. Ce problème tend à disparaître grâce aux améliorations apportées aux caméras de détection.



3. Les différents systèmes de navigation existants

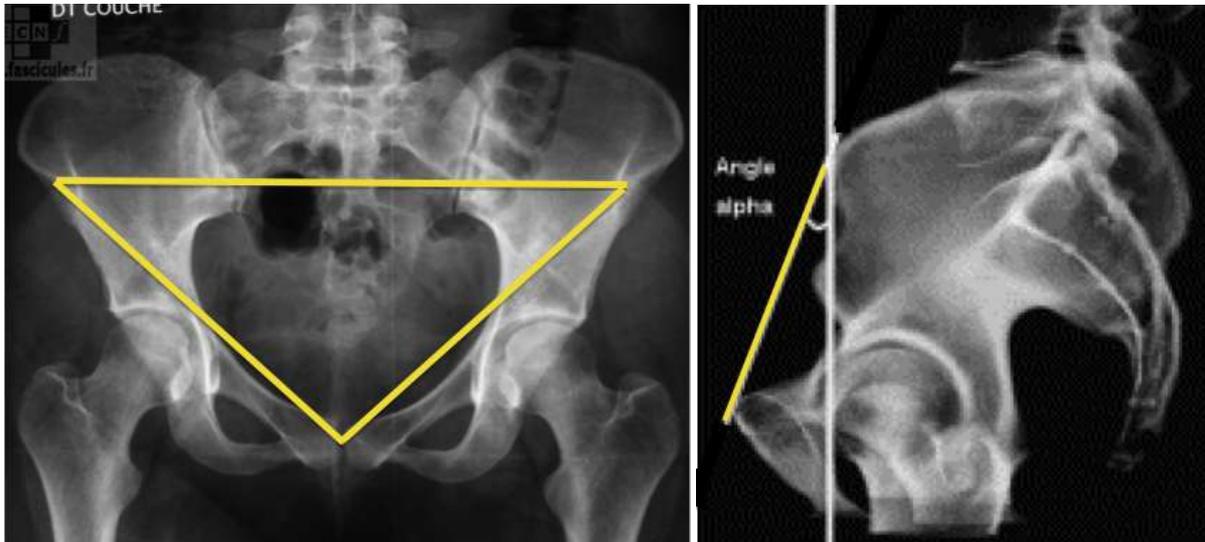
a) Les systèmes géométriques

Ils sont basés sur le positionnement géométrique des implants. Pour localiser la hanche dans l'espace, on définit un référentiel qui restera fixe pendant toute la durée de l'intervention. C'est lui qui définira la position initiale de tous les objets, leurs déplacements et leurs positions relatives. L'acquisition des données de ce référentiel se fait en pré-opératoire soit par un scanner, soit au bloc de façon cinématique avant de démarrer le geste.

Deux principaux référentiels sont utilisés : le plan de Lewinnek ou plan pelvien antérieur (PPA) et le plan fémoral.

(1) Le plan pelvien antérieur

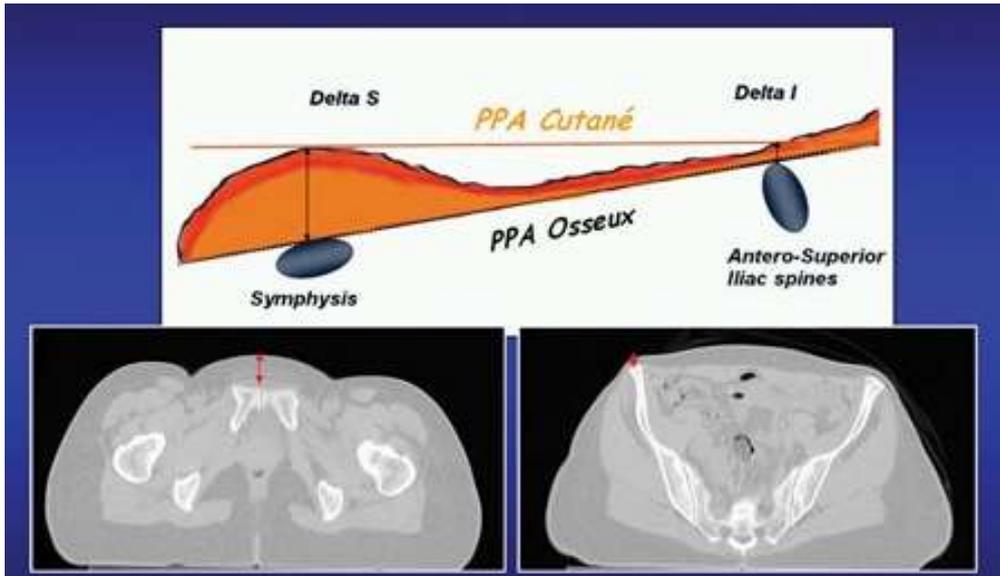
C'est le plus communément utilisé. Il a été décrit initialement par Lewinnek ¹⁷. Il est défini par le plan passant par les épines iliaques antéro-supérieures et la symphyse pubienne.



Pour la majorité des systèmes de chirurgie assistée par ordinateur, le plan pelvien antérieur est assimilé à la verticale, créant un alignement artificiel des épines iliaques antéro-supérieures et de la symphyse pubienne.

Cependant, il a été démontré que le plan pelvien antérieur est différent de la verticale et présente des variations interindividuelles importantes ²⁸⁻³⁰. Il forme en fait avec la verticale, sur une incidence radiographique de bassin en charge de profil, un angle dénommé α qui correspond à l'angle de version pelvienne.

L'acquisition des points définissant le PPA se fait par palpation transcutanée. Il existe donc un risque potentiel d'erreur en cas de patient obèse par interposition d'une couche adipeuse. Selon le modèle décrit par Wolf et al ³¹, une erreur de 5° dans l'acquisition de ce plan se répercutera directement par une erreur de 5° sur l'antéversion. Paratte et al. a confirmé ces données sur une étude cadavérique, en montrant qu'il pouvait exister une différence de 20° entre le « PPA cutané » et le « PPA osseux » ³². Cette donnée a également été confirmée par Mainard et al ³³.



(2) Le plan fémoral ^{34,35}

Pour déterminer ce plan fémoral, il faut repérer le centre de la hanche, du genou et de la cheville. Le membre inférieur est ensuite positionné à 90° de flexion du genou. Le plan passant par les centres de ces différentes articulations est appelé plan sagittal du membre inférieur. Le plan fémoral est défini comme le plan perpendiculaire à ce plan sagittal du membre inférieur.

Son principal avantage réside dans sa facilité d'acquisition quelle que soit la position du patient.

b) Les systèmes morphologiques

Ils sont basés sur l'utilisation des structures anatomiques locales. Certains auteurs utilisent le ligament transverse comme référentiel d'orientation du cotyle ³⁶. A l'aide d'un palpeur, la position tridimensionnelle du ligament transverse est définie. Ainsi, le cotyle sera orienté par rapport à ce ligament. Cette approche n'apporte aucune valeur ajoutée à la navigation. En effet, le ligament transverse étant visualisable tout au long de l'intervention, sa navigation n'apporte rien en matière d'orientation cotyloïdienne.

D'autres utilisent le cotyle natif comme référentiel d'orientation. Pour cela, la première fraise à cotyle est orientée par rapport au rebord osseux du cotyle natif. Sa position est renseignée et servira de référentiel. Cependant, si cette fraise est positionnée de façon inadéquate, il existe un risque de malposition de l'implant définitif.

c) Les systèmes fonctionnels ^{37,38}

Ces systèmes ne prennent pas en compte un positionnement anatomique des implants mais le positionnement relatif des implants l'un par rapport à l'autre. Pour cela, un cône de mobilité maximale est défini par une acquisition cinématique des données après la mise en place de l'implant fémoral. A partir de ce cône de mobilité, le système de navigation détermine l'orientation cotyloïdienne la plus adaptée. Cette approche est intéressante car elle introduit la notion cinématique du positionnement des implants. Cependant, elle peut aboutir à un positionnement aberrant du point de vue anatomique.

4. Le système Orthopilot® de Bbraun®

Le logiciel de navigation orthopilot est utilisé depuis 2000. Il a permis l'implantation d'environ 30 000 prothèses de hanche dans le monde.

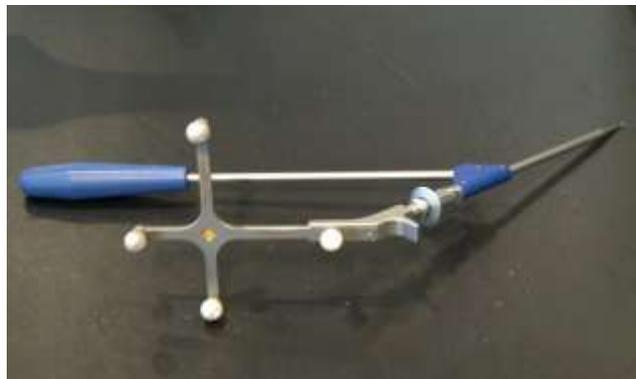
Il s'agit d'un système « imageless » qui ne nécessite donc pas d'imagerie pré-opératoire. Il est basé sur l'utilisation d'un système de localisation spatiale tridimensionnelle infrarouge.



C'est un système de navigation géométrique. Il utilise le plan pelvien antérieur et le plan fémoral comme référentiels pour le positionnement des implants. Un corps rigide sur la crête iliaque et un autre sur le fémur suffisent pour les acquisitions. Les données sont transmises au chirurgien sur un écran qui affiche en temps réel une image schématique des structures osseuses.



Chaque instrument de l'ancillaire porte un corps rigide localisable par le système infrarouge. Sa position est matérialisée sur l'écran en temps réel, permettant donc de guider le geste avec précision.





Ainsi, le logiciel permet d'orienter le positionnement de la cupule avec précision, en donnant en direct sur l'écran la valeur de l'inclinaison et de l'antéversion. La médialisation est également précisée grâce au repérage de l'arrière-fond avant de débiter le fraisage.

Il permet aussi d'évaluer l'allongement du membre inférieur, l'offset fémoral, l'antéversion de la tige et l'arc de mobilité avec les conflits potentiels.



III. La technique opératoire

Le patient bénéficie dans tous les cas d'une anesthésie générale et d'une curarisation pour faciliter les manœuvres per-opératoires, en particulier chez l'obèse ou le sujet à forte musculature.

A. Installation

L'installation pour la voie mini-Hardinge naviguée est absolument capitale à un double titre. Tout d'abord pour la navigation, puisqu'il convient de pouvoir repérer en per-opératoire les deux épines iliaques antéro-supérieures et le pubis. D'autre part, il faut avoir la meilleure exposition possible du grand trochanter.

Le décubitus dorsal strict n'expose pas assez le grand trochanter. Quant au décubitus latéral, il a l'inconvénient de ne pas donner accès à l'épine iliaque controlatérale. C'est donc un décubitus à 45° qui est utilisé. Il nécessite la mise en place d'un premier billot assez ferme (alèzes roulées) sous la fesse homolatérale et d'un autre plus souple sous le dos (gélatine). Un contre-appui pubien, de même qu'une cale en avant du thorax, stabilisent le patient. Il faut alors vérifier que l'épine iliaque controlatérale reste parfaitement accessible et palpable, à distance des deux cales.



Enfin, il faut s'assurer que la cuisse homolatérale puisse être basculée au-delà de la cuisse controlatérale en restant toujours horizontale, cela afin d'être dans de bonnes conditions pour le temps fémoral.

Le patient étant bien positionné, les champs sont donc mis en place, sans gêner l'accessibilité de l'épine iliaque controlatérale.

Une petite électrode peut être placée sur cette épine pour faciliter son repérage sous les champs. En cas d'obésité abdominale, le ventre peut retomber dessus, mais cela n'empêche pas formellement la palpation. Il la rend plus difficile : d'une main, il faut soulever le ventre et de l'autre main, palper l'épine iliaque.



B. Abord de l'articulation

Avant d'inciser, il faut repérer les bords antérieur et postérieur du grand trochanter, ainsi que son extrémité proximale. On trace ensuite une ligne centrée en antéro-postérieur sur le grand trochanter et la perpendiculaire passant par son extrémité proximale.



La longueur de l'incision est de principe de 5 centimètres. Deux tiers de l'incision sont situés en amont de la ligne transversale et un tiers en aval. L'incision va jusqu'au fascia lata, elle reste horizontale et n'a pas d'inclinaison postérieure dans sa partie proximale, contrairement à

l'incision de Hardinge classique. Le fascia lata est ruginé environ 2 centimètres de part et d'autre de l'incision. Il est alors ouvert dans le lit de l'incision, plutôt à sa partie postérieure pour faciliter le temps fémoral.

Le grand trochanter peut alors être abordé. Une légère abduction permet de détendre le fascia lata et facilite son décollement grâce aux écarteurs.

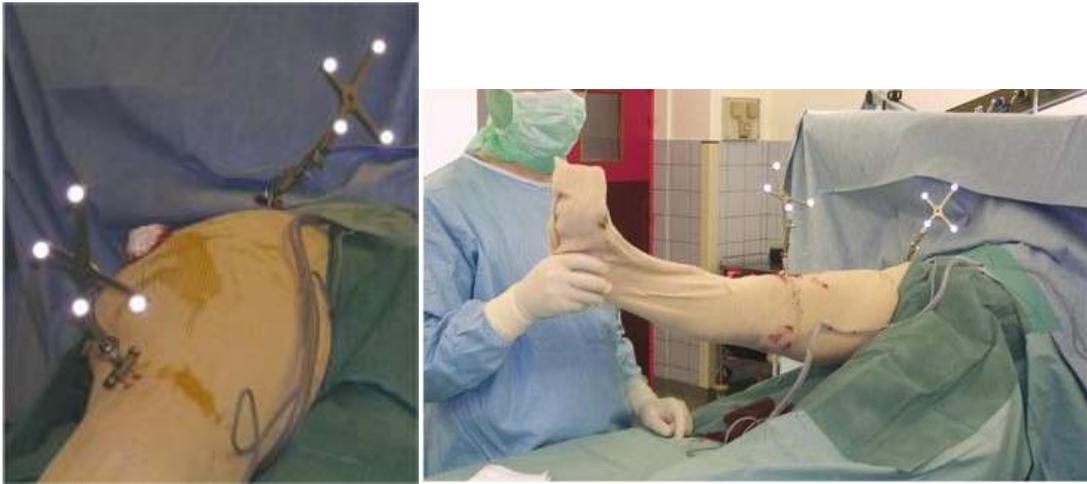


Les conditions sont alors réunies pour effectuer le passage transglutéal en décollant progressivement au bistouri électrique la valve musculaire digastrique. Une flexion progressive du genou ouvre naturellement un espace sur la capsule articulaire. L'incision se prolonge en distal et en proximal dans l'axe des fibres musculaires du vaste latéral et du gluteus médius sur 2 centimètres en aval et en amont par rapport à l'incision. Deux écarteurs de Hohmann sont alors placés au bord antérieur du cotyle pour parfaire l'exposition de la face antérieure de la capsule. Le pied est alors placé en rotation externe forcée, ce qui tend la capsule, favorisant son exposition et facilitant son excision antérieure.



C. Le temps cotyloïdien

C'est à ce stade que débute le premier temps de la navigation par la mise en place des portediodes iliaque et fémoral. Chacun est fixé par deux broches 22/10 en percutané. Les deux broches sur la crête iliaque sont placées verticalement à 2 ou 3 centimètres en arrière de l'épine iliaque antéro-supérieure. Au fémur, elles sont placées sur sa face latérale 2 ou 3 centimètres au-dessus du bord supérieur de la rotule.



Une fois les diodes mises en place, les mesures initiales de longueur, latéralisation et le repérage du plan pelvien antérieur s'effectuent grâce à un pointeur porteur d'une diode. On effectue également le repérage du plan fémoral par l'enregistrement d'un point au milieu de la rotule et de l'interligne tibio-tarsienne. Le temps préparatoire à la navigation est alors terminé.





La hanche est alors luxée par manœuvre externe. La cuisse homolatérale croise la cuisse controlatérale, le genou est fléchi à 90° et la jambe est verticale dans le vide. Dans ces conditions, la tête fémorale bombe naturellement en regard de l'incision, ce qui donne directement accès au col fémoral afin d'effectuer sa coupe. La tête est extraite à l'aide d'un tire-bouchon en jouant sur l'élasticité de la peau puisque le diamètre de la tête est en général supérieur à la longueur de l'incision. Le membre inférieur est alors repositionné en équilibre sur le membre controlatéral. Deux Hohmann sont replacés de part et d'autre du cotyle qui est parfaitement exposé. On complète l'excision capsulaire antérieure et du bourrelet.

L'arrière-fond est nettoyé en excisant d'éventuels ostéophytes. Ainsi, on peut repérer à l'aide du pointeur 3 à 5 points qui permettront d'ajuster la position du cotyle en profondeur. On effectue également le repérage navigué du néo-cotyle en mettant en place une cupule d'essai munie d'une diode de référence, de diamètre le plus identique possible à celle du cotyle. Cette manœuvre donne une première estimation de la position du cotyle par rapport au plan pelvien antérieur et détermine le centre du cotyle.

On réalise alors le fraisage du cotyle sous contrôle de la navigation grâce à une fraise courbe porteuse d'une diode naviguée. Outre l'inclinaison et l'antéversion, le système de navigation indique également la distance de la fraise par rapport à l'arrière-fond ainsi que le déplacement médial, caudal et crânial par rapport au centre du cotyle repéré initialement. La prothèse d'essai, toujours naviguée, s'assure alors de la qualité du press fit. Il est alors possible de mettre la cupule définitive, toujours sous contrôle de la navigation. Les valeurs de positionnement définitives sont enregistrées.



Le nouveau centre de rotation est déterminé grâce à une diode montée sur une tête d'essai. Le temps cotyloïdien étant terminé, on passe au temps fémoral.

D. Le temps fémoral

La diode fémorale remplace alors la diode iliaque. Le membre inférieur homolatéral est repassé par-dessus le membre inférieur controlatéral, cuisse horizontale, genoux fléchis à 90°. La jambe ne reste pas verticale mais est placée en rotation externe pour mieux exposer le col du fémur. Celui-ci est alors dégagé par deux écarteurs de Farabeuf de part et d'autre de la partie distale de l'incision. Un écarteur de Hohman est placé sous le col dans l'axe du fémur dont l'extrémité s'appuie sur le bord externe du grand trochanter.



Le temps fémoral commence par la réalisation de l'empreinte du col qui va déterminer l'antéversion de la tige, ceci grâce à un emporte-pièce navigué courbe.

L'antéversion cible est de 15°. Les râpes de tailles successives sont alors passées jusqu'à obtenir une parfaite coaptation. Elles ont également une forme courbe facilitant leur introduction malgré l'étroitesse de la voie d'abord. Chaque râpe est munie d'une diode qui va permettre de confirmer l'orientation souhaitée, et en référence aux valeurs d'orientation du cotyle prothétique mémorisées par le logiciel, vérifier qu'il n'y a pas de conflit ou d'effet came en rotation interne ou externe.



La râpe sert également de prothèse d'essai. La taille étant définie, on effectue donc une réintégration avec une tête d'essai, ce qui permet d'avoir la confirmation de l'antéversion mais également de la variation de longueur et de latéralisation par rapport à la longueur et à la latéralisation de référence enregistrée initialement. A partir de ces valeurs, grâce au logiciel, il

est possible de faire varier virtuellement le diamètre de la tête et la longueur du col pour optimiser si nécessaire le positionnement optimal de l'implant. Ces mesures permettent de confirmer le choix définitif du diamètre de la tête ou éventuellement de passer à une tige latéralisée. L'implant définitif est alors inséré. A ce stade, il est possible de vérifier le bon positionnement longitudinal de la tige grâce à un cône femelle muni d'une diode que l'on place sur le cône de la prothèse et qui indique la variation de longueur du membre inférieur en fonction de la descente de la tige. Il est donc possible là encore de modifier la longueur du col et le diamètre de la tête, en fonction des valeurs indiquées par le logiciel.

La tête adéquate définitive est alors mise en place et la hanche est réduite. Les valeurs finales de la longueur et de la latéralisation sont alors enregistrées, le temps de la navigation est terminé. Il ne reste plus qu'à fermer plan par plan.



IV. Matériel et Méthode

Il s'agissait d'une étude prospective sur une série continue de patients ayant été opérés dans le service d'une arthroplastie totale de hanche de première intention entre le premier juillet 2005 et le 31 décembre 2010. L'intervention se faisait systématiquement par voie mini-Hardinge naviguée et sous le contrôle du même opérateur. Ont été exclus de cette série :

- Les arthroplasties sur trouble architectural majeur, de type luxation haute appuyée ou dysplasie majeure. En effet, ces situations nécessitant une reconstruction du cotyle, le mini-abord n'est pas envisageable
- Les patients pour lesquels nous n'avions pas au moins un examen de contrôle la première année

L'indice de masse corporel (IMC) n'était pas un critère d'exclusion.

Systématiquement, des fiches de révision standardisées et anonymisées étaient remplies par l'opérateur. Une pré-opératoire lors de la première consultation, une intra-opératoire renseignant les caractéristiques du geste, et une post-opératoire à chaque visite. Les fiches étaient ensuite enregistrées par un observateur extérieur sur un site dédié facilitant l'analyse des données (www.hipstudies.net).

A. Les implants

Les implants utilisés de manière historique dans le service sont ceux de la société Bbraun®. Ce sont donc eux qui ont été utilisés pour cette étude. Les ancillaires de pose se sont modifiés au fil du temps pour s'adapter aux nouvelles exigences de la chirurgie mini-invasive.

1. L'implant fémoral

La tige fémorale était systématiquement une tige Excia® (Bbraun® Aesculap, Tuttlingen, Allemagne), dont la première pose a été réalisée en 2000 dans le service. Il s'agit d'une tige anatomique ayant pour but l'économie du capital osseux métaphysaire. Sa particularité réside dans la présence de flanges antérieure et postérieure associées à un aileron trochantérien. Ces trois macro-structures permettent une bonne tenue primaire en rotation et en enfoncement, tout en préservant l'os métaphysaire.

Le même ancillaire permet la mise en place d'une tige cimentée ou non. Le tiers proximal de la tige non cimentée est recouvert d'un revêtement poreux de plasma spray de titane (Plasmapore®), lui-même recouvert d'une couche de 20 microns de DiCalciumPhosphate Dihydrate (DCPD). Il s'agit d'un élément bioactif libérant du phosphate et du calcium et facilitant ainsi l'ostéointégration. Ce revêtement a été développé pour cette tige, il est tout à fait original.

Elle possède un col cône morse de 8/10, angulé à 135°. Cela permet d'augmenter la mobilité en diminuant les conflits entre le col et le cotyle.

Depuis 2007, un implant latéralisé angulé à 128° et augmentant l'offset de 6 millimètres a été développé.



2. Les implants cotyloïdiens

Le cotyle était le plus souvent avec métal-back non cimenté avec, au besoin, un vissage complémentaire. En début d'expérience, la préférence était donnée à un insert polyéthylène mais rapidement l'insert en céramique s'est imposé. Pour cinq de nos patients, pour des problèmes de tenue, un polyéthylène cimenté était mis en place. Enfin, dans certains cas précis avec un haut risque d'instabilité, l'option d'un cotyle double mobilité était retenue.

a) Le cotyle Plasmacup® (Bbraun® Aesculap, Tuttlingen, Allemagne)

C'est un métal-back en titane avec un traitement de surface identique au tiers proximal de la tige Excia® (Bbraun® Aesculap, Tuttlingen, Allemagne). Il accepte des inserts alumine et polyéthylène. Il est disponible en 15 tailles (40 à 68 millimètres). Les tailles 40 et 42

n'acceptent que les inserts en polyéthylène pour tête de 22,2 millimètres. La fixation primaire est obtenue par effet press-fit et peut être complétée par trois vis en titane de diamètre 6,5 et de longueur 16 à 44 millimètres.



b) L'insert en céramique

Il s'agit d'une céramique d'alumine (oxyde d'aluminium) qui s'adapte sur des têtes dont le diamètre peut être 28, 32 ou 36 millimètres. Les céramiques utilisées étaient des BioloX® forte, puis des BioloX® delta. Ces dernières générations autorisent l'utilisation d'une tête de 36 millimètres à partir d'un diamètre de 52 millimètres.

c) L'insert polyéthylène

Il peut être symétrique, asymétrique ou avec rebord anti-luxation. Il est compatible avec les têtes de 28 millimètres dès 44 millimètres de diamètre et 32 dès 48.

d) Le cotyle double mobilité

Il s'agit du cotyle Gyracup® (Bbraun® Aesculap, Tuttlingen, Allemagne). Il peut être cimenté ou non et accepte l'utilisation de vis de fixation complémentaire. Une tête de 28 se monte dans un insert en polyéthylène, le tout s'articulant dans le métal-back.



B. Le recueil des données

1. Les données pré-opératoires

La fiche de révision pré-opératoire (annexe 1) remplie systématiquement lors de la première consultation comprenait :

a) Données cliniques

On relevait de manière systématique :

- Les renseignements civils usuels : initiales du prénom et du nom, le sexe, la date de naissance, le poids et la taille permettant de calculer l'indice de masse corporelle (IMC).
- Les antécédents, avec en particulier les facteurs de risque de complications pour la prothèse, les antécédents chirurgicaux locaux et la notion d'arthroplastie autre.
- Le diagnostic, en précisant l'origine de l'arthrose en cas d'étiologie secondaire et l'existence de restriction sur une autre articulation, en particulier au niveau du rachis lombaire.
- Les éléments cliniques précis nous permettant de calculer le score fonctionnel de Harris (Harris Hip Score : HHS) ³⁹. Nous avons considéré qu'un score entre 98 et 100 était excellent, entre 80 et 98 était bon, entre 60 et 80 était moyen et inférieur à 60 était mauvais. Nous avons également évalué score clinique PMA (annexe 4).

b) Données radiologiques

Le bilan d'imagerie comportait une radiographie du bassin de face en charge et des clichés de face et de profil de la hanche concernée. Il permettait de confirmer l'étiologie et de mesurer l'angle cervico-diaphysaire (CC'D). On classait les hanches comme normale ($130^\circ < \text{CC'D} < 140^\circ$), coxa vara ($\text{CC'D} \leq 130^\circ$) et coxa valga ($\text{CC'D} \geq 140^\circ$).

2. Les données per-opératoires

La fiche de révision per-opératoire (annexe 2) était complétée le jour de l'intervention, elle renseignait :

- La date de l'intervention.
- Les initiales du prénom et du nom du chirurgien.
- De manière facultative, la durée d'intervention, les pertes de sang et les transfusions.

- La voie d'abord et l'installation du patient sur la table qui, dans cette série mono-opérateur, étaient constantes.
- La longueur de l'incision ainsi que les agrandissements nécessaires. En effet, la voie d'abord était étendue en cas de problème de visualisation des repères ou de difficultés d'introduction des instruments du fait d'un tissu adipeux trop important, ou encore en cas de complication fracturaire afin de réaliser un geste complémentaire.
- Les modalités de la navigation.
- Les détails concernant les implants : cotyle et insert, tige fémorale et tête. Le mode de fixation était toujours précisé.
- Les éventuelles complications per-opératoires et les difficultés rencontrées.

3. Les données post-opératoires

La même fiche de révision post-opératoire (annexe 3) était utilisée à chaque consultation de contrôle. Les patients étaient revus la première fois dans les six premiers mois, à un an puis tous les ans.

a) Données cliniques

- Le premier élément recherché était la survenue d'une complication depuis l'intervention ou depuis la dernière consultation : troubles de cicatrisation, hématome, infection superficielle ou profonde, luxation et relâchement du cotyle ou de la tige fémorale.
- Les éléments cliniques précis nous permettant de calculer le score fonctionnel de Harris (Harris Hip Score HHS)³⁹ (annexe 4) étaient recherchés. Il était établi par une note sur 100. Il était considéré comme excellent pour un score compris entre 90 et 100, bon entre 80 et 89 ; moyen entre 70 et 79 et mauvais s'il était inférieur à 70. La variation de longueur du membre inférieur était mesurée radiologiquement.
- Le score clinique de Postel Merle d'Aubigné (PMA)⁴⁰ était également évalué à chaque visite.
- On notait la survenue de complications ainsi que le niveau de satisfaction exprimé par le patient en : très satisfait, satisfait, insatisfait et très insatisfait.

b) Données radiologiques

- Un contrôle radiographique était réalisé avec des clichés de hanche de face et de profil et un cliché de bassin de face en charge. Les clichés étaient relus par un chirurgien indépendant. Il s'agissait toujours de clichés numériques, visionnés en ligne via un serveur

informatique (WEB1000®). Le logiciel mentionnait le taux d'agrandissement et permettait au clinicien d'effectuer des mesures linéaires et angulaires.

- La variation de longueur était mesurée par la différence de la distance entre la ligne des U et la tangente au sommet du petit trochanter, selon Ranawat et al.⁴¹. En cas d'impossibilité de visualisation du petit trochanter, le sommet du grand trochanter a servi de référence.
- L'orientation du métal-back était analysée sur chaque cliché grâce à l'outil de mesure angulaire : l'inclinaison par rapport à la ligne bi-obturatrice correspondait à l'angle entre la plus grande ouverture de l'ellipse cotyloïdienne et la ligne horizontale passant par les bords inférieurs des foramens obturés. Elle était considérée comme satisfaisante entre 40° et 50°, trop importante si supérieure à 50° et trop faible si inférieure à 40°.
- Au niveau du cotyle, les critères d'évolution (liseré, granulome, géodes et condensation osseuse) étaient répertoriés selon les zones de DeLee et Charnley⁴² (annexe 5). Les ossifications péri-prothétiques étaient rapportées selon la classification de Brooker⁴³ (annexe 6).
- Au niveau du fémur, les différents critères d'évolution (liseré, pont osseux, lignes bordantes, résorption osseuse, hypertrophie corticale, ostéolyse) étaient répertoriés selon les zones de Gruen et Amstutz⁴⁴ (annexe 7).
- L'axe de la tige était mesuré par rapport à l'axe diaphysaire du fémur sur le cliché de face. Il permettait de définir la position en varus / valgus de la tige. La migration dans le plan frontal était étudiée : une variation de plus de 2° sur les clichés successifs était considérée comme une mobilisation.
- On recherchait également un enfoncement de la tige. Pour cela, on mesurait sur les clichés successifs la distance entre le sommet du grand trochanter et le bord supérieur de l'épaule de la tige. Le seuil retenu pour qu'un enfoncement soit considéré comme significatif a été celui retrouvé dans la littérature, soit 5 millimètres.

C. Moyens de l'étude

L'étude statistique a été effectuée en recueillant l'ensemble des données sur tableur Excel à partir du site hipstudies. Nous avons choisi de la réaliser à un an du geste afin d'avoir un minimum de patients perdus de vue.

L'analyse statistique a cherché à mettre en évidence des facteurs prédictifs :

- De gain du score PMA

- De gain du HHS
- De complications
- Modifiant la taille de l'incision

Les tests utilisés étaient le test t de Student pour les variables quantitatives et le test du Chi² pour les variables qualitatives.

Le taux de significativité minimal retenu a été de 5% ($p < 0,05$). L'analyse statistique a été réalisée à l'aide de BiostaTGV, outil de statistique en ligne gratuit développé par l'université Pierre et Marie Curie.

V. Résultats

A. Données pré-opératoires

1. Données cliniques

Du premier juillet 2005 au trente et un décembre 2010, 214 patients ont bénéficié d'une arthroplastie totale de hanche de première intention par voie mini-Hardinge naviguée. L'opérateur était systématiquement le Professeur D. Mainard.

21 patients avaient bénéficié de cette intervention de manière bilatérale.

Il s'agissait de 120 femmes et de 94 hommes d'âge moyen 65,9 ans (22,6-89,2) lors de la prise en charge (Figure 1). La hanche droite était concernée dans 117 cas et la gauche dans 107. L'indice de masse corporelle moyen était de 27,5 kg/m² (17-49,7) (Figure 2).

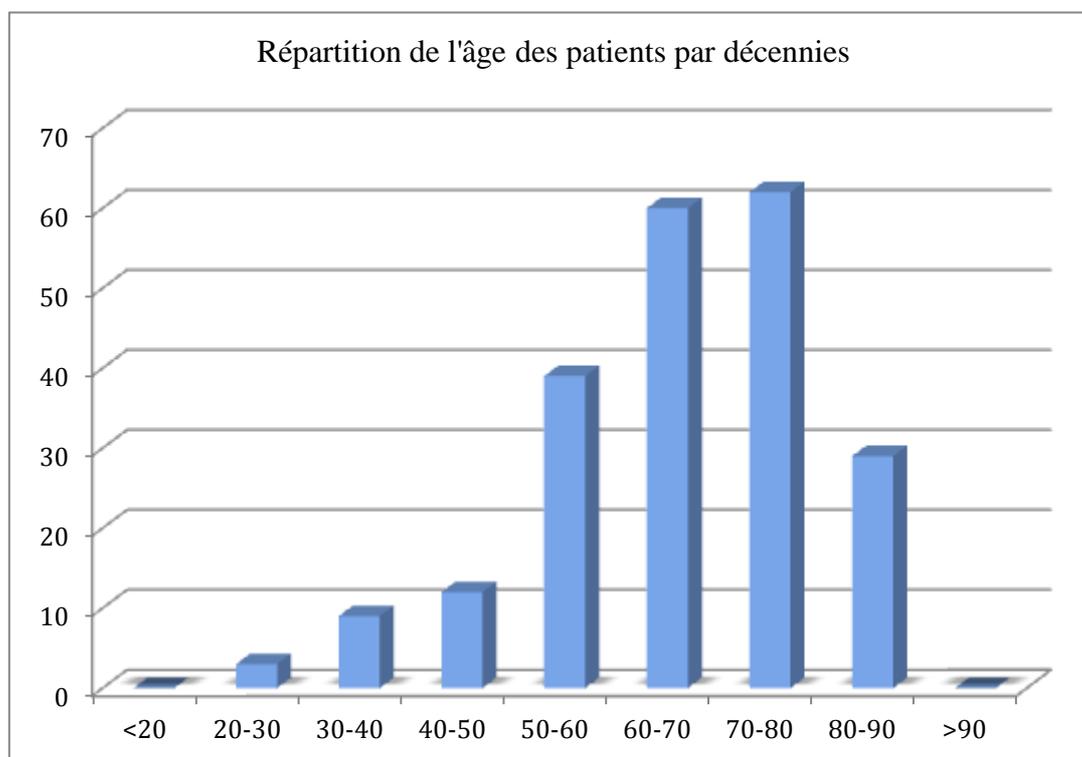


Figure 1

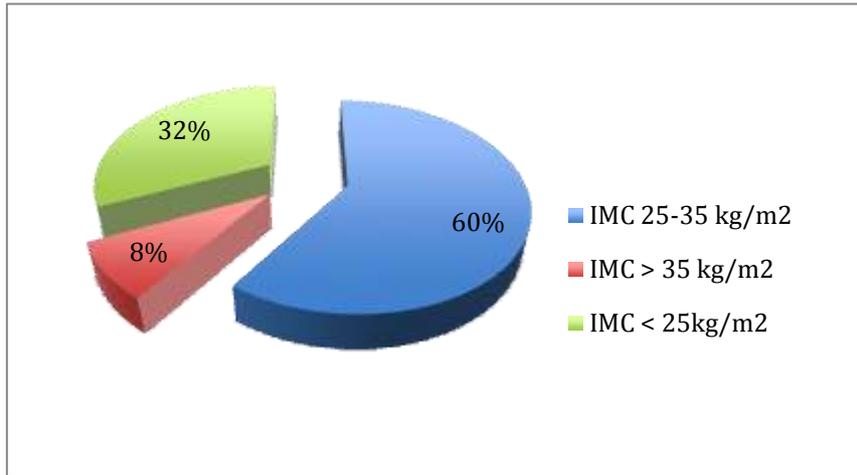


Figure 2

La répartition des étiologies ayant conduit à la réalisation de l'arthroplastie était la suivante (Figure 3) :

- La coxarthrose primitive : 175 soit 82%
- La dysplasie de hanche : 11 soit 5%
- L'ostéonécrose : 17 soit 8%
- Les rhumatismes inflammatoires : 4 soit 2%
- La coxarthrose post traumatique : 5 soit 2%
- Autres (séquelles d'ostéochondrite, maladie de Paget...) : 2 soit 1%

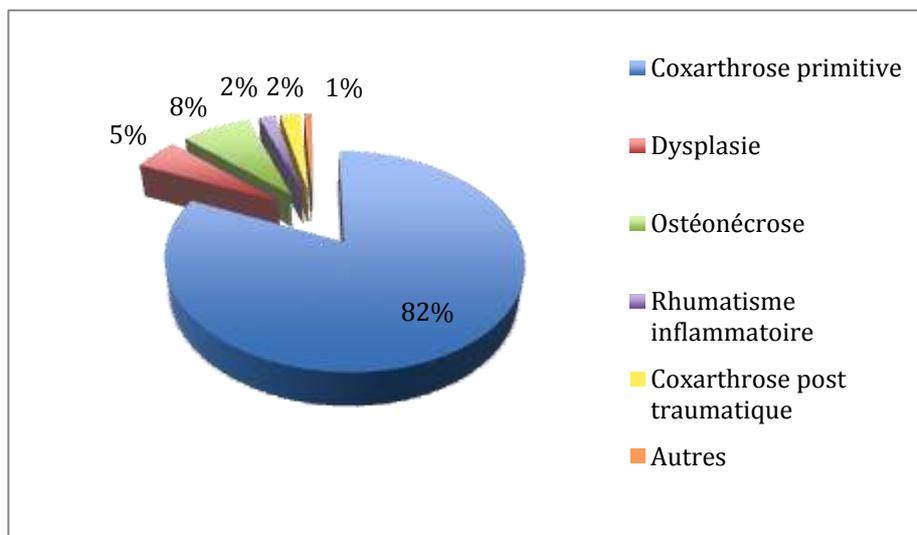


Figure 3

Les facteurs de risque retrouvés à l'interrogatoire se répartissaient de la façon suivante :

- 18 patients avaient une maladie cardiovasculaire

- 2 présentaient une pathologie respiratoire
- 14 un diabète insulino-dépendant
- 8 une maladie inflammatoire traitée par corticothérapie au long cours
- 5 patients étaient greffés sous immunosuppresseurs
- 2 avaient été traités par corticothérapie pour une néoplasie
- 1 patient était atteint d'hémochromatose
- 6 patients avaient un antécédent thrombo-embolique

On retrouvait 60 patients porteurs d'une arthroplastie totale de hanche controlatérale et 2 patients dont la bilatéralisation était prévue au moment de l'intervention. Un patient était amputé de la jambe controlatérale. Un antécédent de chirurgie locale était retrouvé chez 13 patients : 3 ostéotomies du fémur proximal, 3 ostéotomies du bassin et 7 ostéosynthèses de fracture.

Afin d'évaluer le patient dans sa globalité, d'autres atteintes articulaires étaient recherchées afin de déterminer le score de Charnley (Figure 4). Sur l'ensemble de la série, 58 patients souffraient d'une autre articulation :

- 31 de la hanche controlatérale
- 12 du genou controlatéral
- 12 du genou ipsilatéral
- 24 du rachis thoraco-lombaire
- 5 d'un pied ou d'une cheville

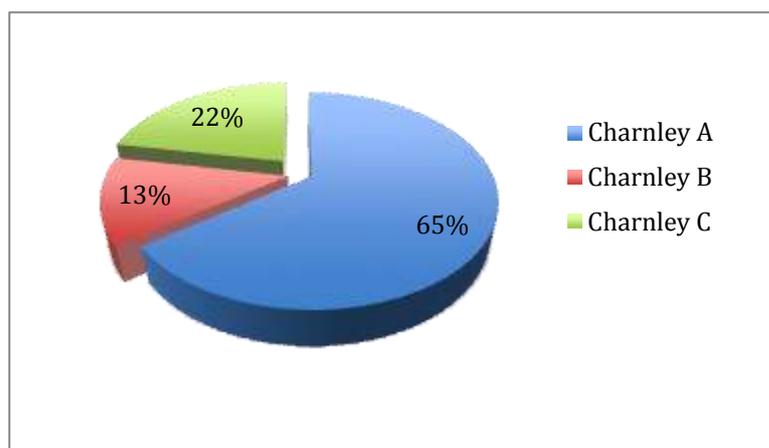


Figure 4

Le score de Harris pré-opératoire moyen était de $47,8 \pm 10,6$ (13-81). Soit 0 excellent, 1 bon, 19 moyens et 194 mauvais (figure 5).

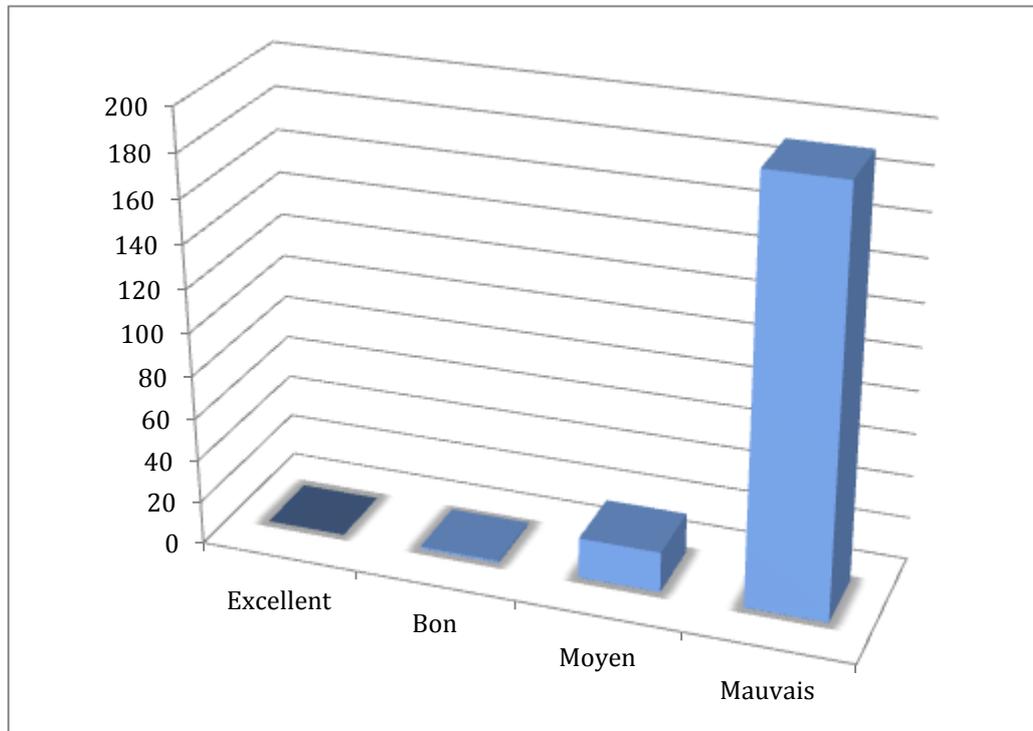


Figure 5

Enfin, le score PMA pré-opératoire moyen était de $12,6 \pm 2$ (7-16) :

- L'item douleur était coté en moyenne à 2,1 (0-4)
- L'item mobilité était coté en moyenne à 4,7 (1-6)
- L'item marche/stabilité était coté en moyenne à 4,8 (3-6)

2. Données radiologiques

Le bilan radiographique retrouvait un angle cervico-diaphysaire compris entre 130° et 140° , considéré comme normal, chez 177 patients. Une coxa valga était présente chez 16 patients et une coxa vara chez 21 (figure 6).

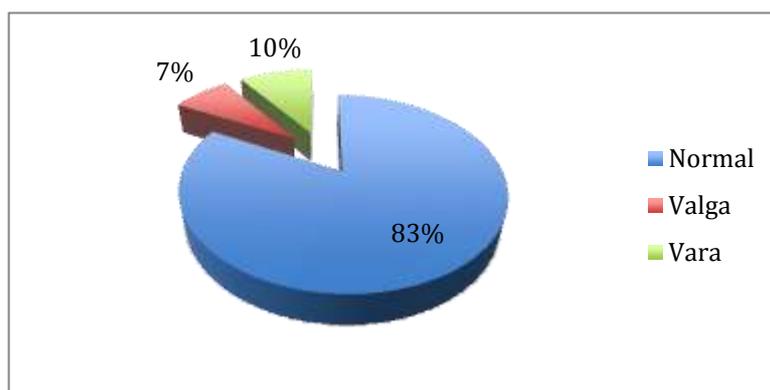


Figure 6

B. Données per-opératoires

1. Données cliniques

Il s'agissait donc d'une série mono-opérateur de patients pour lesquels une indication de PTH utilisant la voie de Hardinge mini invasive décrite précédemment, ainsi que le système de navigation orthopilot, a été posée.

Pour 9 patients, une voie classique a finalement été décidée en pré-opératoire immédiat. Pour 9 autres, un agrandissement de l'incision initiale a été nécessaire. Cet agrandissement allait de 2 centimètres supplémentaires à la conversion en voie classique, c'est-à-dire une voie de Hardinge supérieure à 10 centimètres. Ces 9 derniers patients sont donc 4,2% d'échecs de cette méthode. Nous avons mis en évidence un lien statistique entre la nécessité d'un agrandissement et l'IMC du patient ($p=0,01$).

Ces 18 patients exceptés, la longueur moyenne de l'incision était de 58 millimètres \pm 13 (40-80).

La taille de l'incision était statistiquement supérieure dans le groupe de patients avec un $IMC > 30 \text{ kg/m}^2$ par rapport aux autres patients ($p=0,0007$). La taille moyenne était de 69 millimètres contre 57.

a) L'implant cotyloïdien

214 cotyles ont été implantés. Il s'agissait dans 206 cas d'un cotyle Plasmacup® (Bbraun® Aesculap, Tuttlingen, Allemagne) dont 10 ont nécessité un vissage complémentaire. Dans 5 cas, un cotyle en polyéthylène cimenté a été utilisé en raison d'une qualité osseuse médiocre ne permettant pas une bonne stabilité primaire. Dans 3 cas, un cotyle double mobilité

Gyracup® (Bbraun® Aesculap, Tuttlingen, Allemagne) a été mis en place. Ce choix était fait chez les patients à haut risque de luxation (paraplégique, retard mental...)

La taille moyenne des cotyles était de 52 (44-64). Parmi les 206 cotyles plasmacup, on dénombrait 141 inserts en céramique (68,4%) et 65 inserts en polyéthylène (31,6%). La distribution des tailles de cotyle est représentée sur la figure 7.

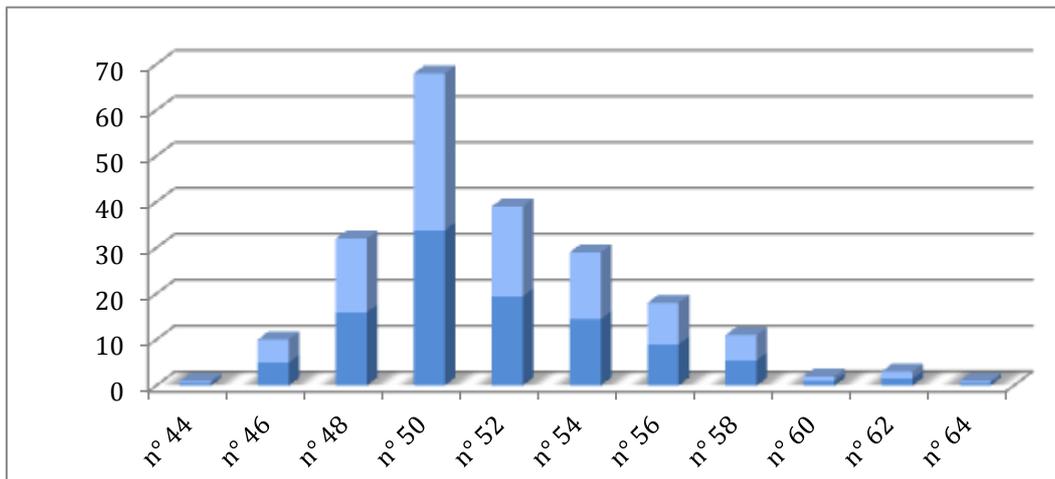


Figure 7

b) L'implant fémoral

L'intégralité des implants fémoraux était de tiges Excia® (Bbraun® Aesculap, Tuttlingen, Allemagne). La distribution de la taille des tiges est représentée sur la figure 8.

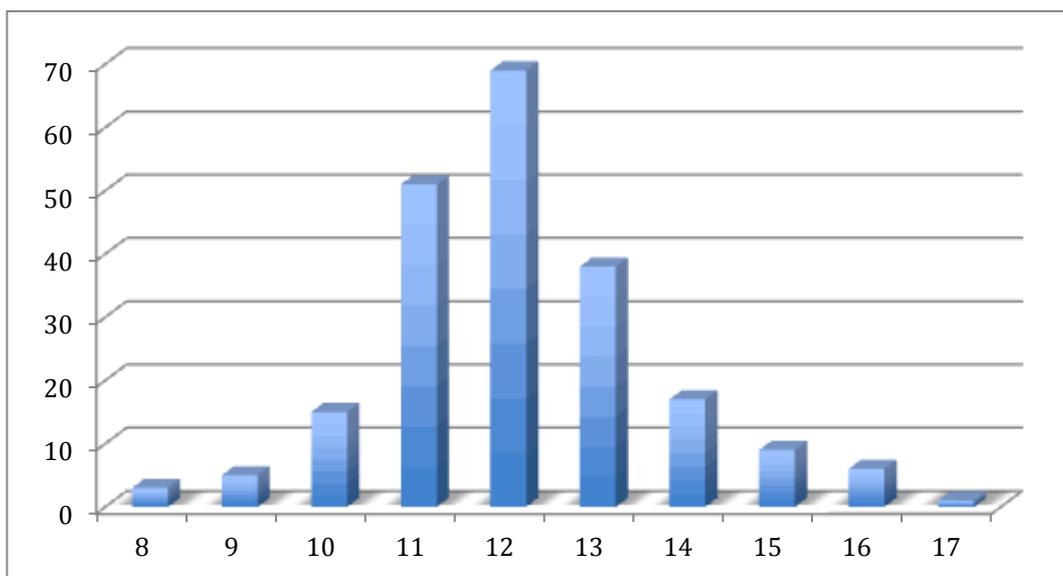


Figure 8

Seulement 4 d'entre elles étaient cimentées, soit 1,9%. 3 patients présentaient un défaut de tenue primaire. Dans le dernier cas, il existait une fissure per-opératoire.

Par ailleurs, 10 tiges étaient latéralisées, soit 4,7%. La taille moyenne de la tige était 12 (8-17). Les têtes utilisées dans la série étaient de 28, 32 ou 36 millimètres. Elles étaient soit en métal, soit en céramique, et leur longueur pouvait être courte, moyenne, longue et extra-longue. Leur répartition est présentée dans la figure 9.

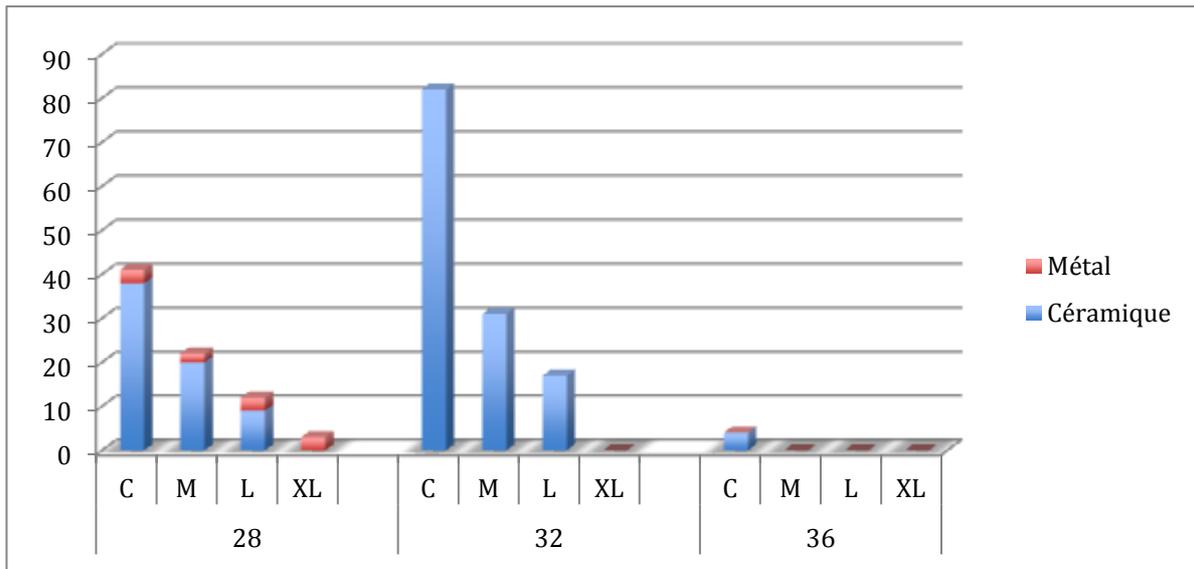


Figure 9

Ainsi, des couples de frottement métal-polyéthylène étaient utilisés chez 11 patients, les couples céramique-polyéthylène chez 38. Le couple utilisé préférentiellement était le couple céramique-céramique retrouvé chez 165 patients. La figure 10 schématise cette répartition.

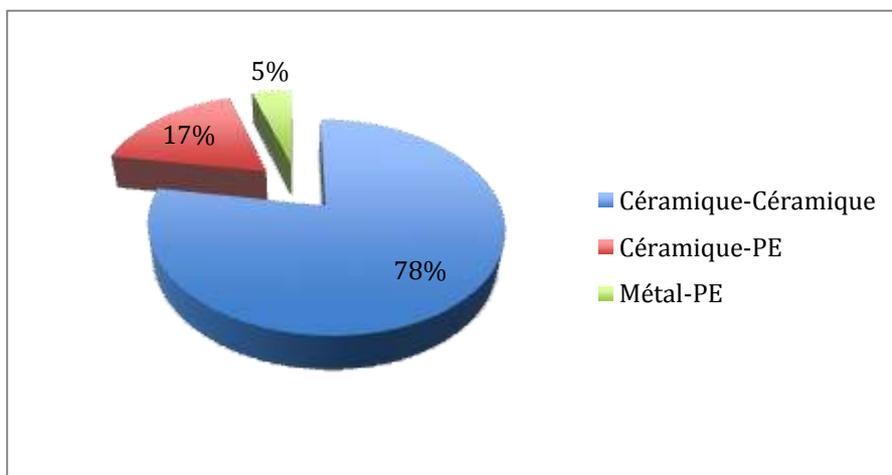


Figure 10

2. Complications per-opératoires

Parmi ces 214 arthroplasties on dénombre 4 fissures per-opératoires. 3 étaient passées inaperçues initialement sur les clichés post-opératoires et révélées lors de la première consultation à 4 mois. Les suites avaient été sans particularités par ailleurs. La dernière a été mise en évidence sur la radiographie post-opératoire. Un appui soulagé pendant 3 semaines avait été décidé. L'évolution fut classique à la reprise de l'appui.

On dénombre également 3 fractures :

- Une patiente avait pour antécédent une ostéotomie fémorale de varisation sur dysplasie. Elle a bénéficié dans le même temps opératoire d'un cerclage et elle a ensuite été mise en décharge un mois (figure11). C'est la seule patiente sur les 13 ayant un antécédent de chirurgie locale à avoir présenté cette complication.



Figure 11

- Une fracture a été cerclée avec mise en place d'une tige cimentée. Un appui partiel a été préconisé pour un mois afin de permettre la consolidation en évitant tout déplacement secondaire.
- Le dernier patient a présenté une fracture révélée par la radiographie post-opératoire et a été repris pour ostéosynthèse par cerclage de Dales-Miles à J2 (figure 12). Un appui à 50% a été mis en place durant un mois pour les mêmes raisons. La reprise de l'appui s'est faite sans difficultés.

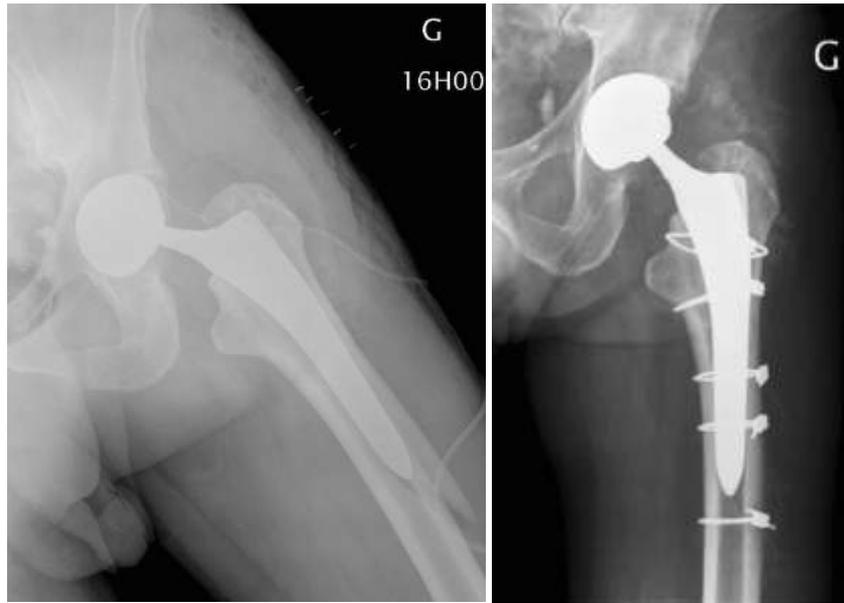


Figure 12

Enfin, on notait 3 fractures du grand trochanter : deux non déplacées pour lesquelles aucun geste complémentaire ni changement d'attitude n'a été réalisé, et une associée à une fissure distale passée inaperçue en per-opératoire et secondairement déplacée ayant nécessité une reprise pour ostéosynthèse par cerclage de Dales-Miles (figure 13).

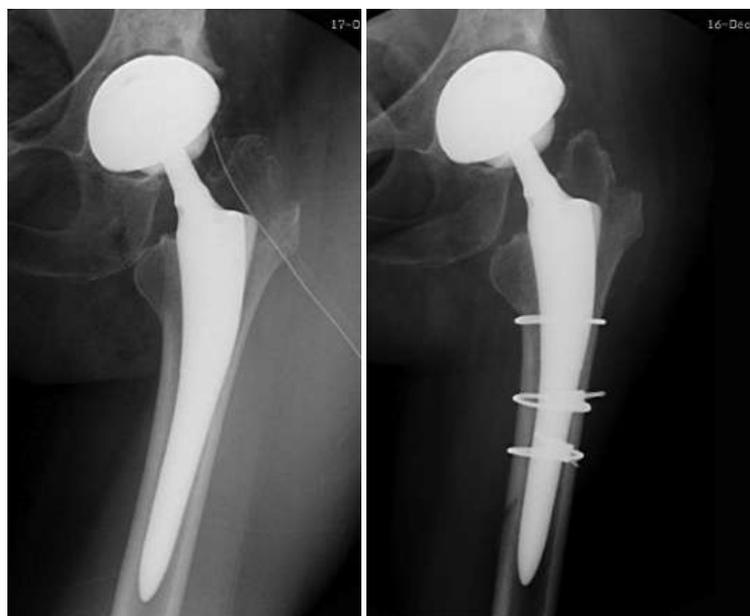


Figure 13

Au total, on déplorait donc 4,7% de complications fracturaires per-opératoires.

3. Complications au cours de l'hospitalisation

Les incidents majeurs relevés au cours de l'hospitalisation ont été 2 phlébites et 4 luxations réduites au bloc pour lesquelles le protocole de rééducation n'a pas été modifié. Il s'agissait pour 2 patients d'une tête de 28 et pour les 2 autres, d'une tête de 32 avec un col court. Nous avons noté 4 hématomes locaux sans conséquences.

Enfin, une infection du site opératoire est survenue chez un patient sous AVK au long cours pour une valve cardiaque. Il avait présenté un très volumineux hématome dans les suites post-opératoires immédiates justifiant une évacuation au bloc opératoire. Devant l'apparition d'une inflammation locale, un lavage itératif a été décidé. Les prélèvements per-opératoires étant revenus positifs, une antibiothérapie avait été instaurée pour 6 semaines. L'évolution a, par la suite, été favorable.

Au total, on déplorait donc 3,2% de complications au cours de l'hospitalisation.

4. Données radiologiques

L'analyse du positionnement des implants sur les radiographies post-opératoires retrouvait :

- 5 cotyles avec une inclinaison faible (inférieure à 40°) et 22 cotyles avec une inclinaison forte (supérieure à 50°). 187 cotyles étaient donc en position idéale, entre 40° et 50° selon les critères de Lewinnek et al ¹⁷.
- 4 tiges étaient varisées (inférieure à 130°) et 1 valgisée (supérieure à 140°).
- Une différence de longueur était retrouvée chez 15 patients en pré-opératoire : 9 inégalités de longueur ont été corrigées complètement, 2 partiellement, 3 conservaient l'inégalité pré-opératoire et une inégalité a été majorée. Par ailleurs, 8 patients ont été rallongés. Pour 3 d'entre eux de manière volontaire puisqu'une bilatéralisation était prévue et l'inégalité a finalement été corrigée.

Au final, 5 patients gardaient une différence de longueur strictement supérieure à 1 centimètre.

C. Données à la première révision

1. Données cliniques

Tous les patients ont été revus dans les 6 premiers mois. Le délai moyen de cette première révision était de $3,4 \pm 0,8$ mois (1-5,8 mois). L'âge moyen au moment de la consultation était de $66,2 \pm 13,2$ ans (22,8-89,5). On relevait 13 événements intercurrents depuis la sortie d'hospitalisation. Ils seront regroupés sous le terme de complications précoces.

- 5 patients ont présenté un épisode de luxation. Une seule faisait suite à un enfoncement significatif de la tige et a conduit à un changement de la pièce fémorale. Un autre présentait une instabilité au testing justifiant d'une dépose-repose bipolaire. Les 2 derniers ont été des épisodes uniques faisant suite à un faux mouvement.
- 2 phlébites simples sont survenues malgré l'anticoagulation préventive.
- 2 patients présentaient une tendinite des adducteurs dont l'évolution a été favorable sous traitement symptomatique.
- Un patient gardait des douleurs au niveau des fiches fémorales. Par contre, aucune douleur résiduelle n'a été retrouvée sur la crête iliaque.
- Un patient présentait un ressaut en flexion maximale sans retentissement fonctionnel. Ce symptôme a spontanément disparu à 6 mois de l'intervention.
- Une fracture Vancouver C et une Vancouver B2 suite à des chutes ont nécessité une reprise pour ostéosynthèse par plaque.

Le score HHS post-opératoire moyen était de $93,3 \pm 5,6$ (76-100), correspondant à une amélioration statistiquement significative ($p < 0,01$).

Le score PMA était lui aussi amélioré de manière significative avec un score post-opératoire moyen à 4 mois de $17,2 \pm 1$ (13-18) (figure 14).

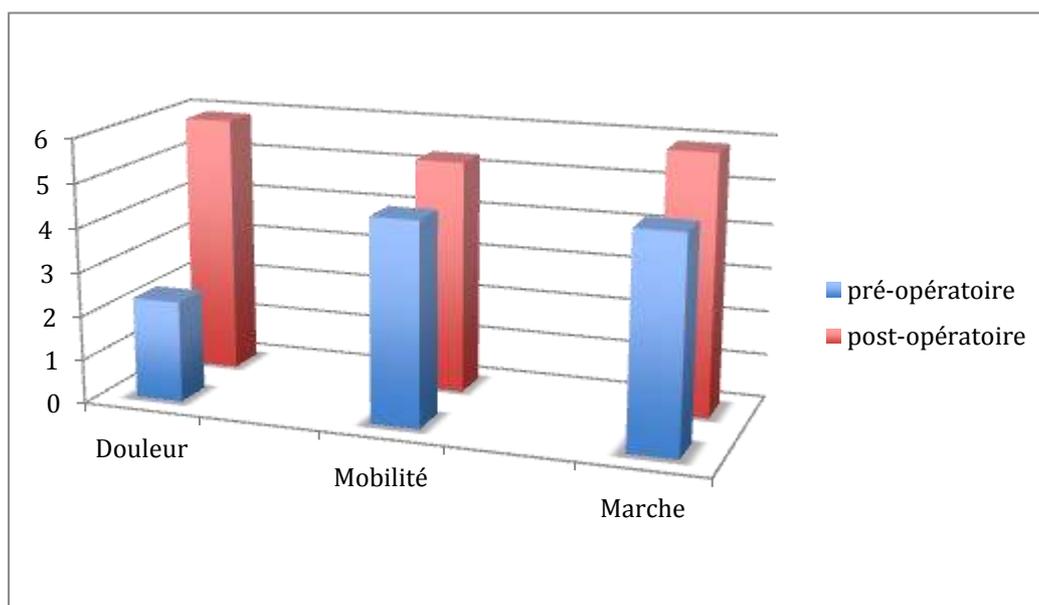


Figure 14

2. Données radiologiques

L'analyse a d'abord porté sur l'implant cotyloïdien. Aucun déplacement secondaire n'a été retrouvé. Tous les cotyles non cimentés étaient ostéointégrés et aucun signe de descellement n'a été mis en évidence.

Au niveau de l'implant fémoral, 8 tiges se sont enfoncées de manière significative, supérieure à 5 millimètres. L'enfoncement moyen était de 9,8 millimètres (6-14) (figure 15).

- Pour 5 patients, cet enfoncement n'a pas eu de retentissement clinique.
- Un patient présentait un enfoncement de 5 millimètres sans instabilité, avec de manière concomitante des douleurs de cuisse qui ont conduit à la dépose de l'implant fémoral et à la repose d'un implant cimenté au sixième mois.
- Un patient a présenté, après un enfoncement de 10 millimètres, un épisode de luxation justifiant le changement de l'implant fémoral par une tige latéralisée et une tête plus.
- Un enfoncement de 8 millimètres s'est produit chez une patiente ayant présenté une fissure per-opératoire, et ce malgré une décharge de 4 semaines. A un an de l'intervention, les douleurs avaient complètement disparu.

Nous n'avons pas mis en évidence de corrélation statistiquement significative entre l'enfoncement et les différents paramètres étudiés, en particulier l'IMC du patient.



Figure 15

Des ossifications péri-prothétiques étaient retrouvées chez 24 patients (11,2%). 19 étaient de grade 1 et les 5 autres étaient de grade 2 selon la classification de Brooker. Nous n'avons pas retrouvé de corrélation entre le score de Harris et la présence de ces calcifications ($p < 0,01$).

Au total, 15 complications spécifiques précoces ont été retenues lors de la première révision, soit 7%.

D. Données à un an

A un an de l'intervention, 204 patients ont été revus en consultation. L'âge moyen était de $66,49 \pm 13,8$ ans (23,7-90,3). On relevait 4 événements intercurrents depuis la dernière consultation :

- Deux patients ont vu apparaître des douleurs de cuisse. Chez un patient, elles ont disparu de manière spontanée au bout de 6 mois et chez l'autre au bout de un an. Dans les 2 cas, on retrouvait une hypertrophie corticale en zone 3 et 5 de Gruen ⁴⁴.
- Un patient a vu apparaître un « couinement » (squeaking des anglais) à 8 mois du geste. Il persistait au moment de la consultation, sans retentissement fonctionnel.
- Un patient présentait une tendinite du fascia lata qui a évolué favorablement avec un traitement symptomatique médicamenteux et rééducatif.

Le score HHS post-opératoire moyen à 1 an était de $96,6 \pm 5,3$ (67-100) correspondant à une amélioration statistiquement significative ($p < 0,01$) par rapport aux scores pré-opératoires.

Le score PMA était lui aussi amélioré de manière significative avec un score post-opératoire moyen à 1 an de $17,5 \pm 0,81$ (14-18).

Sur le plan radiographique, aucune nouvelle anomalie n'a été mise en évidence.

Au total, à un an de suivi, on relevait :

- 4,7% de complications fracturaires per-opératoires
- 8,9% de complications majeures précoces dont :
 - 3,7% d'épisode d'instabilité (8)
 - 3,7% d'enfoncement de tige fémorale (8)
 - 0,5% d'infection du site opératoire (1)
 - 1% de fracture secondaire (2)
- 1,8% des patients ont nécessité une reprise

E. Données au dernier recul

Au dernier recul, 137 patients ont été revus. Le recul maximum moyen était de 2,8 ans (1,5-5,6).

Le score HHS post-opératoire moyen au dernier recul était de $98,1 \pm 3,4$ (82-100) correspondant à une amélioration statistiquement significative ($p < 0,001$) par rapport aux scores pré-opératoires.

Le score PMA était lui aussi amélioré de manière significative avec un score post-opératoire moyen de $17,8 \pm 0,58$ (14-18) (figure 16).

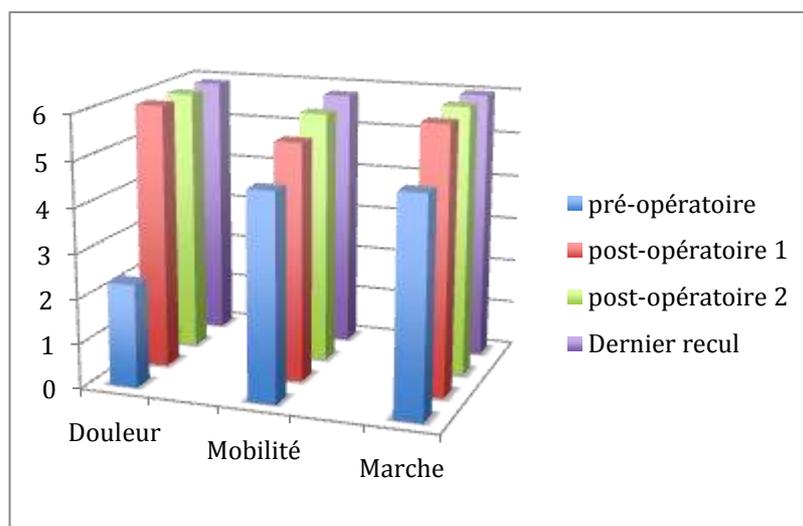


Figure 16

Nous n'avons pas trouvé dans la série de facteur influençant le HHS final. En effet, nous n'avons pas montré de corrélation statistiquement significative entre le score de Harris final et le grade de Charnley pré-opératoire. Il n'y avait pas non plus de corrélation avec l'âge, l'IMC et le HHS pré-opératoire. Il en était de même pour le PMA.

VI. Discussion

Le mini-abord dans la chirurgie prothétique de hanche est défini traditionnellement par une incision inférieure ou égale à dix centimètres^{45,46}. De nombreux auteurs ont montré son intérêt en termes de perte sanguine, durée d'hospitalisation et douleurs post-opératoires immédiates^{8,47-49}. Bien que de plus en plus répandu, les bénéfices qu'il apporte font encore débat parmi les chirurgiens orthopédistes. Beaucoup pensent que le risque de complications augmente du fait d'une mauvaise visualisation des repères anatomiques⁵⁰. Woolson et al.⁵¹ ont retrouvé une augmentation significative de complications per-opératoires et de malposition des implants par rapport à une voie d'abord classique. En 2010, Graw et al.⁵² ont conclu que le mini-abord était un facteur de risque de révision précoce. Enfin, nombreux sont ceux qui mettent en avant une courbe d'apprentissage importante^{53,54}.

Parallèlement, les systèmes de navigation ont démontré que même en l'absence d'une bonne visualisation des repères anatomiques, ils permettaient un parfait positionnement du cotyle²².

Notre série était une série continue, prospective de 214 arthroplasties de hanche. En terme de recul maximum moyen, avec 2,8 ans, elle se situait parmi les séries à faible recul retrouvées dans la littérature. Le but de ce travail étant de rechercher un bénéfice en termes de diminution des complications précoces et per-opératoires, une révision à un an nous paraissait suffisante.

A. Résultats fonctionnels

Pour l'évaluation des résultats cliniques, nous avons utilisé les scores de Postel Merle d'Aubigné (PMA) et de Harris (HHS). Tous deux ont été décrits il y a plus de trente ans^{39,40} et sont encore largement utilisés par la communauté orthopédique pour l'évaluation des séries d'arthroplasties.

Notre série présente une amélioration statistiquement significative du HHS qui passait de $47,8 \pm 10,6$ (13-81) en pré-opératoire à $96,6 \pm 5,3$ (67-100) en post-opératoire à 1 an. De la même façon, le score PMA passait de $12,6 \pm 2$ (7-17) à $17,5 \pm 0,81$ (14-18). Ces résultats sont comparables aux séries de prothèses totales de hanche par voie classique non naviguée

retrouvées dans la littérature ^{55,56}. Chatelet retrouvait en 2004, après un suivi de 12 ans, une amélioration du score PMA de 8,59 à 17,53 ⁵⁷.

Cependant, ces scores évaluent la fonction de la hanche de façon globale. La navigation agit essentiellement sur la stabilité et l'égalité de longueur des membres inférieurs. Dans le HHS par exemple, seulement un item tient compte de l'inégalité de longueur et seulement à partir de 3 centimètres. Ces scores ne sont donc pas parfaitement adaptés à la comparaison d'arthroplasties naviguées et non naviguées et ne permettent donc pas d'évaluer le bénéfice apporté de manière spécifique par la navigation.

B. Les fractures per-opératoires

Les fractures du fémur sont liées soit à un excès des forces exercé sur l'os, soit à une diminution de la résistance mécanique, soit à la combinaison des deux. Ces fractures précoces sont le plus souvent dues à un problème technique lors de la préparation fémorale ⁵⁸. Il peut s'agir d'une encoche d'alésoir rigide, d'une fissure par utilisation d'une prothèse anguleuse ou par un remplissage canalaire excessif. On retrouve dans la littérature une augmentation du taux de fracture en rapport avec l'utilisation croissante de tiges sans ciment. Fitzgerald et al. en retrouvait un taux de 4,3% ⁵⁹. En 2004, Berend et al. retrouvait un taux identique ⁶⁰. Ces deux séries utilisaient une voie d'abord classique. Dans notre série, on déplorait un taux similaire de 4,7% malgré l'utilisation d'un mini-abord. Ce taux est inférieur à ceux retrouvés dans la littérature pour des séries mini-invasives non naviguées. Woolson et al. déplorait 6,5% de fracture per-opératoire en utilisant une voie d'abord antérieure mini-invasive ⁶¹. Ainsi, notre étude montre l'intérêt de l'utilisation de la navigation dans l'arthroplastie totale de hanche par voie mini-invasive en matière de résultats fonctionnels et de taux de complications. En effet, les résultats fonctionnels sont identiques et le taux de complications est ramené à celui des séries d'arthroplastie utilisant une voie d'abord classique.

C. Les instabilités

Dans notre série, nous retrouvons 3,7% de luxations dont la moitié survenue au cours de la première semaine post-opératoire. Ces luxations précoces sont les plus fréquentes dans la littérature. Elles représentaient 59% de l'ensemble des luxations pour Woo¹⁹. Ce taux va

même jusqu'à 76% pour Courtois⁶². Les causes évoquées sont une absence de cicatrisation des parties molles, une sidération ou une hypotonie musculaire ou encore un défaut de proprioception.

Hormis ces luxations précoces, nous n'avons donc que 1,8% de luxations à 1 an, ce qui correspond aux meilleurs résultats des séries de prothèses non naviguées de la littérature. En effet, on retrouve entre 1,9 et 10% de luxations dans les grandes séries. La Mayo clinic a rapporté 2,6% sur une série de 19 680 prothèses⁶³. Picault et al. sur 4300 prothèses déplorait 3,8% de luxations⁶⁴. Une étude nationale américaine en retrouvait 3,9% à 6 mois sur 58 521 arthroplasties totales⁶⁵.

L'utilisation d'une voie de Hardinge, en préservant la capsule et le plan musculaire postérieur, est un élément supplémentaire faisant diminuer le taux de luxation. Gore retrouvait un taux de 1,9%⁶⁶. Notre approche mini-invasive, en épargnant au maximum le moyen fessier, est un atout supplémentaire pour diminuer ce type complication.

Par ailleurs, 6 de nos 8 luxations survenaient chez des patients porteurs d'une tête de 28 millimètres ou d'un col court. Depuis 2011, nous utilisons, dès que la taille du cotyle le permet, une tête de 36 millimètres. Cet élément devrait nous permettre d'améliorer encore ce taux de luxation.

La chirurgie assistée par ordinateur a prouvé sa supériorité dans l'orientation du cotyle et de la restitution de la longueur et de la latéralisation. A propos d'une étude comparative de 84 cupules posées, Mainard avait montré en 2008 que la navigation permettait d'améliorer le positionnement des cupules par rapport aux techniques traditionnelles⁶⁷. Ces trois paramètres sont les principaux facteurs influençant la stabilité d'une prothèse de hanche⁶⁷⁻⁷⁰. Mais il est impossible d'affirmer que ce bénéfice est lié à la navigation. Pour cela, une étude comparative randomisée utilisant notre voie d'abord avec et sans navigation serait nécessaire.

D. Inconvénients et limites de la navigation

Nous n'avons retrouvé aucune complication spécifique grave liée à la navigation, en particulier aucune fracture ni aucun sepsis sur les broches de fixation des corps rigides. Il n'y pas eu non plus d'augmentation du nombre d'infections de site opératoire lié à l'utilisation de ce matériel.

Une contrainte parfois rencontrée était celle imposée par le système de détection. En effet, les catadioptrés doivent en permanence être dans le champ de vision des caméras et surtout rester

propres : la moindre goutte de sang compromet la réflexion et donc la détection. Un nettoyage voir un changement de la bille est alors nécessaire. Ce problème est en partie résolu par l'introduction d'une nouvelle caméra plus sensible.

Il n'y a eu aucun abandon de la procédure de navigation sur toute cette période, et aucun problème de courbe d'apprentissage n'a été relevé dans cette série. En effet, cette technique était utilisée depuis plus de 6 mois dans le service et les différentes mises au point avaient été faites sur cette période.

Pour de nombreux auteurs, l'autre inconvénient inhérent à la navigation est l'augmentation de la durée opératoire. Le temps de mise en place des corps rigides, associé aux autres étapes de la navigation, augmente de façon significative le temps opératoire ^{71,72}. Nous n'avons pas évalué dans notre étude ce paramètre, mais la durée totale de l'intervention ne semblait pas dépasser 1 heure.

Avec l'expérience, le temps dédié à l'utilisation du système de navigation, tendait à diminuer et ne nous a pas paru supérieure à 10 minutes.

E. Influence de l'IMC

Nous avons mis en évidence un lien statistique entre la taille finale de l'incision et l'IMC des patients. La taille de l'incision était statistiquement supérieure dans le groupe de patients avec un $IMC \geq 30 \text{ kg/m}^2$ par rapport aux autres patients ($p=0,0007$). Cela n'était pas forcément prévisible puisque les patients devaient tous bénéficier d'une voie d'abord de longueur identique quel que soit leur IMC. L'incision était généralement étendue au gré des difficultés per-opératoires. D'ailleurs, l'incision d'une patiente dont l'IMC s'élevait à 48 kg/m^2 était seulement de 5 centimètres.

Cette corrélation statistique pourrait nous conduire à envisager d'emblée une incision plus grande chez ces patients dont l'IMC est supérieur ou égal à 30 kg/m^2 .

Par ailleurs, aucune corrélation n'a été mise en évidence entre la survenue d'une complication et l'IMC des patients. Il en était de même avec la complication « enfoncement » prise isolement.

Par contre, les patients chez lesquels l'incision a été agrandie avaient un IMC statistiquement supérieur à celui des patients dont l'incision n'a pas été modifiée ($p=0,01$).

F. Migration des tiges fémorales et inégalité de longueur

L'enfoncement est une complication retrouvée chez huit de nos patients, soit 3,7%. Nous n'avons retenu que les enfoncements supérieurs à 5 millimètres, comme cela était le cas dans la littérature.

En plus de ces huit enfoncements, trois enfoncements non significatifs ont été mis en évidence. Dans la littérature, ils sont qualifiés de « recalage ». Pour plusieurs auteurs, ce phénomène est fréquent et considéré comme normal lors de la première mise en charge de la prothèse. Les mobilisations plus tardives sont considérées comme des déplacements secondaires et seraient plutôt liées à un défaut d'ostéointégration.

Parmi nos enfoncements significatifs, 5 sont restés parfaitement asymptomatiques et ne sont pas majorés. Ils pourraient donc être assimilés à un recalage.

Notre système de navigation a permis de corriger 9 inégalités de longueur sur 14 pré-opératoire, 3 patients avaient été rallongés en prévision d'une bilatéralisation. Au final, on ne retrouvait plus que 5 inégalités de longueur strictement supérieures au centimètre. Une étude comparative entre ces données radiologiques et celles du système de navigation pourrait nous permettre de valider l'efficacité du système Orthopilot®.

VII. Conclusion

La survie d'une prothèse totale de hanche dépend du choix des implants et en particulier du couple de frottement. Mais la qualité de pose s'avère être le facteur essentiel. L'utilisation des mini-incisions reste critiquée en raison des incertitudes de positionnement des implants et, pour certains, du risque majoré de complications.

Notre travail a permis de montrer l'intérêt de la navigation en termes de résultats fonctionnels et de complications lorsque les patients sont opérés par voie mini-invasive.

Une étude évaluant de manière plus objective le positionnement des implants, et en particulier celui du cotyle, est en cours dans le service. En effet, le récent système d'imagerie EOS permet une mesure précise de la position des implants. L'analyse de ces données permettra, d'une part, de valider les données fournies en per-opératoire par notre système de navigation, et d'autre part, de confirmer un positionnement plus homogène par rapport aux séries non naviguées de la littérature.

Entre nos mains, cette voie de Hardinge mini-invasive originale, couplée à un système de navigation, est une méthode fiable pour la mise en place d'une prothèse totale de hanche.

VIII. Bibliographie

1. HAS Evaluation des prothèses de hanche. (2007).
2. Jaramaz, B., DiGioia, A. M., 3rd, Blackwell, M. & Nikou, C. Computer assisted measurement of cup placement in total hip replacement. *Clin. Orthop. Relat. Res.* 70–81 (1998).
3. Merloz, P. *Cahiers d'enseignement de la S.O.F.C.O.T.* 80, (Elsevier: Paris, 2002).
4. Saragaglia, D. *et al.* [Computer-assisted knee arthroplasty: comparison with a conventional procedure. Results of 50 cases in a prospective randomized study]. *Rev Chir Orthop Reparatrice Appar Mot* 87, 18–28 (2001).
5. Plaweski, S., Cazal, J., Rosell, P. & Merloz, P. Anterior cruciate ligament reconstruction using navigation: a comparative study on 60 patients. *Am J Sports Med* 34, 542–552 (2006).
6. Plaweski, S., Rossi, J., Merloz, P. & Julliard, R. Vérification du positionnement anatomique des reconstructions du ligament croisé antérieur en technique conventionnelle et sous navigation. *Revue de Chirurgie Orthopédique et Traumatologique* 97, S177–S182 (2011).
7. Martin, R., Clayson, P. E., Troussel, S., Fraser, B. P. & Docquier, P.-L. Anterolateral Minimally Invasive Total Hip Arthroplasty: A Prospective Randomized Controlled Study With a Follow-Up of 1 Year. *The Journal of Arthroplasty* 26, 1362–1372 (2011).
8. Mouilhade, F. *et al.* Component positioning in primary total hip replacement: A prospective comparative study of two anterolateral approaches, minimally invasive versus gluteus medius hemimytomy. *Orthopaedics & Traumatology: Surgery & Research* 97, 14–21 (2011).
9. Merloz, P. Chirurgie orthopédique assistée par ordinateur□: état actuel et perspectives d'avenir. *E-mémoires de l'Académie Nationale de Chirurgie* 5, 17–21 (2006).
10. CHARLES, M. N. *et al.* SOFT-TISSUE BALANCING OF THE HIP: THE ROLE OF FEMORAL OFFSET RESTORATION. [Miscellaneous Article]. *Journal of Bone* 1078–1088 (2004).
11. Lecerf, G. *et al.* Femoral offset: Anatomical concept, definition, assessment, implications for preoperative templating and hip arthroplasty. *Orthopaedics & Traumatology: Surgery & Research* 95, 210–219 (2009).

12. O'Brien, S., Kernohan, G., Fitzpatrick, C., Hill, J. & Beverland, D. Perception of imposed leg length inequality in normal subjects. *Hip Int* 20, 505–511 (2010).
13. Wylde, V. *et al.* Prevalence and functional impact of patient-perceived leg length discrepancy after hip replacement. *Int Orthop* 33, 905–909 (2009).
14. Debarge, R., Lustig, S., Neyret, P. & Ait Si Selmi, T. Confrontation de la planification radiographique préopératoire et des données postopératoires lors de la mise en place des prothèses totales de hanche non cimentées. *Revue de Chirurgie Orthopédique et Réparatrice de l'Appareil Moteur* 94, 368–375 (2008).
15. Dorr, L. D. & Wan, Z. Causes of and treatment protocol for instability of total hip replacement. *Clin. Orthop. Relat. Res.* 144–151 (1998).
16. Joshi, A., Lee, C. M., Markovic, L., Vlatis, G. & Murphy, J. C. Prognosis of dislocation after total hip arthroplasty. *J Arthroplasty* 13, 17–21 (1998).
17. Lewinnek, G. E., Lewis, J. L., Tarr, R., Compere, C. L. & Zimmerman, J. R. Dislocations after total hip-replacement arthroplasties. *J Bone Joint Surg Am* 60, 217–220 (1978).
18. Jolles, B. M., Zangger, P. & Leyvraz Prof., P.-F. Factors predisposing to dislocation after primary total hip arthroplasty. *The Journal of Arthroplasty* 17, 282–288 (2002).
19. Woo, R. Y. & Morrey, B. F. Dislocations after total hip arthroplasty. *J Bone Joint Surg Am* 64, 1295–1306 (1982).
20. Morrey, B. F. Instability after total hip arthroplasty. *Orthop. Clin. North Am.* 23, 237–248 (1992).
21. Biedermann, R. *et al.* Reducing the risk of dislocation after total hip arthroplasty: the effect of orientation of the acetabular component. *J Bone Joint Surg Br* 87, 762–769 (2005).
22. DiGioia III, A. M. *et al.* Comparison of a mechanical acetabular alignment guide with computer placement of the socket. *The Journal of Arthroplasty* 17, 359–364 (2002).
23. Dardenne, G., Dusseau, S., Hamitouche, C., Lefèvre, C. & Stindel, E. Toward a Dynamic Approach of THA Planning Based on Ultrasound. *Clin Orthop Relat Res* 467, 901–908 (2009).
24. Blondel, B. *et al.* Fiabilité et stabilité de la mesure de l'inclinaison pelvienne statique avant et après prothèse totale de hanche : étude prospective sur trois ans. *Revue de Chirurgie Orthopédique et Traumatologique* 95, 699–704 (2009).
25. Lin, F. *et al.* Validation of a computer navigation system and a CT method for determination of the orientation of implanted acetabular cup in total hip arthroplasty: A

- cadaver study. *Clinical Biomechanics* 23, 1004–1011 (2008).
26. Stiehl, J. B., Heck, D. A., Jaramaz, B. & Amiot, L.-P. Comparison of fluoroscopic and imageless registration in surgical navigation of the acetabular component. *Comput. Aided Surg.* 12, 116–124 (2007).
 27. Hasart, O., Poeplau, B. M., Asbach, P., Perka, C. & Wassilew, G. I. Ultrasound-based navigation and 3D CT compared in acetabular cup position. *Orthopedics* 32, 6–10 (2009).
 28. Nishihara, S., Sugano, N., Nishii, T., Ohzono, K. & Yoshikawa, H. Measurements of pelvic flexion angle using three-dimensional computed tomography. *Clin. Orthop. Relat. Res.* 140–151 (2003).doi:10.1097/01.blo.0000069891.31220.fd
 29. DiGioia, A. M., Hafez, M. A., Jaramaz, B., Levison, T. J. & Moody, J. E. Functional pelvic orientation measured from lateral standing and sitting radiographs. *Clin. Orthop. Relat. Res.* 453, 272–276 (2006).
 30. Eddine, T. A. *et al.* Variations of pelvic anteversion in the lying and standing positions: analysis of 24 control subjects and implications for CT measurement of position of a prosthetic cup. *Surg Radiol Anat* 23, 105–110 (2001).
 31. Wolf, A., DiGioia III, A. M., Mor, A. B. & Jaramaz, B. A kinematic model for calculating cup alignment error during total hip arthroplasty. *Journal of Biomechanics* 38, 2257–2265 (2005).
 32. Parratte, S., Kilian, P., Pauly, V., Champsaur, P. & Argenson, J.-N. A. The use of ultrasound in acquisition of the anterior pelvic plane in computer-assisted total hip replacement: a cadaver study. *J Bone Joint Surg Br* 90, 258–263 (2008).
 33. Mainard, D., Valentin, S., Gasnier, J., Galois, L. & Mollard, B. 240 Mesure de l'orientation du plan pelvien antérieur par ultrasons□: comparaison entre mesure radiologique et par un logiciel de navigation. *Revue de Chirurgie Orthopédique et Réparatrice de l'Appareil Moteur* 93, 131–132 (2007).
 34. Stindel, É., Gérard, R. & Lefèvre, C. Computer-assisted total hip arthroplasty: a global and universal approach using Total Hip Surgetics. *Interactive Surgery* 3, 160–169 (2008).
 35. Guyen, O., Pibarot, V. & Bejui-Hugues, J. Navigation for total hip arthroplasty. *Interactive Surgery* 3, 128–134 (2008).
 36. Archbold, H. A. P. *et al.* The transverse acetabular ligament: an aid to orientation of the acetabular component during primary total hip replacement: a preliminary study of 1000 cases investigating postoperative stability. *J Bone Joint Surg Br* 88, 883–886 (2006).

37. Laffargue, P. *et al.* Positionnement de la cupule d'une prothèse totale de hanche par navigation sans image basée sur la cinématique articulaire: Premiers résultats avec évaluation tomodensitométrique de l'orientation des implants. *Revue de Chirurgie Orthopédique et Réparatrice de l'Appareil Moteur* 92, 316–325 (2006).
38. Migaud, H. *et al.* Imageless computer assistance to orientate the cup of total hip arthroplasties: a new system based on joint kinematics. *Interactive Surgery* 3, 119–126 (2008).
39. Harris, W. H. Traumatic arthritis of the hip after dislocation and acetabular fractures: treatment by mold arthroplasty. An end-result study using a new method of result evaluation. *J Bone Joint Surg Am* 51, 737–755 (1969).
40. D'AUBIGNE, R. M. & POSTEL, M. Functional results of hip arthroplasty with acrylic prosthesis. *J Bone Joint Surg Am* 36-A, 451–475 (1954).
41. Ranawat, C. S., Dorr, L. D. & Inglis, A. E. Total hip arthroplasty in protrusio acetabuli of rheumatoid arthritis. *J Bone Joint Surg Am* 62, 1059–1065 (1980).
42. DeLee, J. G. & Charnley, J. Radiological demarcation of cemented sockets in total hip replacement. *Clin. Orthop. Relat. Res.* 20–32 (1976).
43. Brooker, A. F., Bowerman, J. W., Robinson, R. A. & Riley, L. H., Jr Ectopic ossification following total hip replacement. Incidence and a method of classification. *J Bone Joint Surg Am* 55, 1629–1632 (1973).
44. Gruen, T. A., McNeice, G. M. & Amstutz, H. C. 'Modes of failure' of cemented stem-type femoral components: a radiographic analysis of loosening. *Clin. Orthop. Relat. Res.* 17–27 (1979).
45. Sculco, T. P., Jordan, L. C. & Walter, W. L. Minimally invasive total hip arthroplasty: the Hospital for Special Surgery experience. *Orthop. Clin. North Am.* 35, 137–142 (2004).
46. Wall, S. J. & Mears, S. C. Analysis of published evidence on minimally invasive total hip arthroplasty. *J Arthroplasty* 23, 55–58 (2008).
47. Khan, R. J. K. *et al.* Less Invasive Total Hip Arthroplasty: Description of a New Technique. *The Journal of Arthroplasty* 21, 1038–1046 (2006).
48. Sculco, T. P. Minimally invasive total hip arthroplasty: in the affirmative. *J Arthroplasty* 19, 78–80 (2004).
49. Aït Si Selmi, T., Lustig, S., Dojcinovic, S. & Neyret, P. [Morbidity and reliability of total hip implants positioning using the posterior minimally invasive approach: a consecutive series of 100 cases]. *Rev Chir Orthop Réparatrice Appar Mot* 92, 752–759

- (2006).
50. Nakamura, S., Matsuda, K., Arai, N., Wakimoto, N. & Matsushita, T. Mini-incision posterior approach for total hip arthroplasty. *Int Orthop* 28, 214–217 (2004).
 51. Woolson, S. T., Mow, C. S., Lannin, J. V. & Schurman, D. J. Comparison of Primary Total Hip Replacements Performed with a Standard Incision or a Mini-Incision. *Journal of Bone* 675–676 (2005).
 52. Graw, B. P., Woolson, S. T., Huddleston, H. G., Goodman, S. B. & Huddleston, J. I. Minimal Incision Surgery as a Risk Factor for Early Failure of Total Hip Arthroplasty. *Clin Orthop Relat Res* 468, 2372–2376 (2010).
 53. D'Arrigo, C., Speranza, A., Monaco, E., Carcangiu, A. & Ferretti, A. Learning curve in tissue sparing total hip replacement: comparison between different approaches. *J Orthop Traumatol* 10, 47–54 (2009).
 54. Spaans, A. J., van Hout, J. A. A. M. & Bolder, S. B. T. High complication rate in the early experience of minimally invasive total hip arthroplasty by the direct anterior approach. *Acta Orthop* 83, 342–346 (2012).
 55. Jenny, J. Y. [‘10-year followup of Zweymüller’s total prosthesis in primary non-cemented hip arthroplasty’]. *Rev Chir Orthop Reparatrice Appar Mot* 84, 759–761 (1998).
 56. Billotti, J. *et al.* The porous-coated anatomic (PCA) total hip arthroplasty: a review of 73 uncemented cases with 2-year follow up. *Orthopedics* 18, 37–43 (1995).
 57. Chatelet, J.-C. & Setiey, L. [Long term bone behavior in total primary hip arthroplasty with a fully hydroxyapatite-coated femoral stem: a continuous series of 120 cases with twelve years follow-up]. *Rev Chir Orthop Reparatrice Appar Mot* 90, 628–635 (2004).
 58. Thomazeau, Ropars Fractures sur prothèses (avec ou sans descellement). *Prothèse totale de hanche. Les choix* (2005).
 59. Fitzgerald, R. H., Jr, Brindley, G. W. & Kavanagh, B. F. The uncemented total hip arthroplasty. Intraoperative femoral fractures. *Clin. Orthop. Relat. Res.* 61–66 (1988).
 60. Berend, K. R. *et al.* Cerclage wires or cables for the management of intraoperative fracture associated with a cementless, tapered femoral prosthesis: results at 2 to 16 years. *J Arthroplasty* 19, 17–21 (2004).
 61. Woolson, S. T., Pouliot, M. A. & Huddleston, J. I. Primary total hip arthroplasty using an anterior approach and a fracture table: short-term results from a community hospital. *J Arthroplasty* 24, 999–1005 (2009).
 62. Courtois, B., Variel, R., Le Saout, J., Kerboul, B. & Lefèvre, C. [Apropos of 87

- dislocations of total hip prostheses]. *Int Orthop* 9, 189–193 (1985).
63. von Knoch, M., Berry, D. J., Harmsen, W. S. & Morrey, B. F. Late dislocation after total hip arthroplasty. *J Bone Joint Surg Am* 84-A, 1949–1953 (2002).
 64. Picault, C., Michel, C. R. & Vidil, R. [The review of 4300 Charnley total hip replacements inserted between 1968 and 1979 (author's transl)]. *Rev Chir Orthop Reparatrice Appar Mot* 66, 57–67 (1980).
 65. Phillips, C. B. *et al.* Incidence rates of dislocation, pulmonary embolism, and deep infection during the first six months after elective total hip replacement. *J Bone Joint Surg Am* 85-A, 20–26 (2003).
 66. Gore, D. R., Murray, M. P., Sepic, S. B. & Gardner, G. M. Anterolateral compared to posterior approach in total hip arthroplasty: differences in component positioning, hip strength, and hip motion. *Clin. Orthop. Relat. Res.* 180–187 (1982).
 67. Mainard, D. Navigated and nonnavigated total hip arthroplasty: results of two consecutive series using a cementless straight hip stem. *Orthopedics* 31, (2008).
 68. Pierchon, F. *et al.* Causes of dislocation of total hip arthroplasty. CT study of component alignment. *J Bone Joint Surg Br* 76, 45–48 (1994).
 69. Paterno, S. A., Lachiewicz, P. F. & Kelley, S. S. The influence of patient-related factors and the position of the acetabular component on the rate of dislocation after total hip replacement. *J Bone Joint Surg Am* 79, 1202–1210 (1997).
 70. Yuan, L. & Shih, C. Dislocation after total hip arthroplasty. *Arch Orthop Trauma Surg* 119, 263–266 (1999).
 71. Kelley, T. C. & Swank, M. L. Role of navigation in total hip arthroplasty. *J Bone Joint Surg Am* 91 Suppl 1, 153–158 (2009).
 72. Gandhi, R., Marchie, A., Farrokhyar, F. & Mahomed, N. Computer navigation in total hip replacement: a meta-analysis. *Int Orthop* 33, 593–597 (2009).

IX. Annexes

Annexe 1. Fiche de révision pré-opératoire

excia®		examen préopératoire														
No. de l'hôpital	<input type="text"/>	No. du patient	<input type="text"/>	Date de naissance	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>					
Initiale 1er prénom du patient	<input type="text"/>	Initiale 1er nom du patient	<input type="text"/>	Hanche à opérer	<input type="radio"/>	gauche	<input type="radio"/>	droit								
Page 1/3																
Date de l'examen préopératoire				<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>					
Sexe																
<input type="radio"/> Masculin																
<input type="radio"/> Féminin																
Poids				<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	kg									
Taille				<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	cm									
Diagnostic primaire																
<input type="radio"/> Coxarthrose primaire																
<input type="radio"/> Coxarthrose secondaire avec dysplasie coxale																
<input type="radio"/> Coxarthrose secondaire avec autre étiologie, veuillez préciser _____																
<input type="radio"/> Nécrose de la tête du fémur																
<input type="radio"/> Autre diagnostic, veuillez préciser _____																
Évaluation du col du fémur																
<input type="radio"/> Coxa vara																
<input type="radio"/> Normal																
<input type="radio"/> Coxa valga																
Angle CCD (facultatif)				<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	.									
Restrictions d'autres articulations																
<input type="checkbox"/> Néant																
<input type="checkbox"/> Hanche contralatérale																
<input type="checkbox"/> Genou contralatéral																
<input type="checkbox"/> Genou ipsilatéral																
<input type="checkbox"/> Pied contralatéral																
<input type="checkbox"/> Pied ipsilatéral																
<input type="checkbox"/> Colonne vertébrale																
<input type="checkbox"/> Autre articulation, veuillez préciser _____																
Prothèse articulaire de la hanche contralatéral																
<input type="radio"/> Néant																
<input type="radio"/> TEP																
<input type="radio"/> TEP prévu																
<input type="radio"/> Autre prothèse articulaire, veuillez préciser _____																
Facteurs de risque																
<input type="checkbox"/> Néant																
<input type="checkbox"/> Cardiovasculaires																
<input type="checkbox"/> Respiratoires																
<input type="checkbox"/> Diabète sucré																
<input type="checkbox"/> Ostéoporose																
<input type="checkbox"/> Ossifications dans l'articulation coxale concernée																
<input type="checkbox"/> Autres facteurs de risque, veuillez préciser _____																
Signature du Médecin								Date			<input type="text"/>					
Page 1-3											<input type="text"/>					
CRF Excia, 04.07.2005																

Opérations antérieures de la hanche concernée

- Néant
- Ostéotomie proximale du fémur
- Ostéotomie du cotyle
- Arthrodèse
- Traitement de fracture
- Autre opération antérieure, veuillez préciser _____

Harris Hip Score

Douleurs (I. Douleurs)

- Aucune ou est ignorée
- Parfois, légères, pas de restriction de l'activité
- Douleurs légères sans effet sur les activités, rarement des douleurs modérées en cas d'activité inhabituelle, le cas échéant prise d'aspirine
- Douleur modérée, supportable, mais qui exige des concessions; quelques restrictions de l'activité normale ou du travail; le cas échéant prise occasionnelle nécessaire de médicaments plus forts que l'aspirine
- Douleur forte, restriction considérable des activités
- Patient entièrement empêché et très éprouvé, douleurs au lit, patient alité

Boitement (II. Fonction - A. Marche)

- Pas de boitement
- Léger boitement
- Boitement modéré
- Fort boitement

Auxiliaire de marche (II. Fonction - A. Marche)

- Néant
- Une canne pour les longs trajets
- La plupart du temps une canne
- Une béquille pour appui de l'avant-bras
- Deux cannes
- Deux béquilles pour appui des avant-bras
- Incapable de marcher

Trajet parcouru (II. Fonction - A. Marche)

- Illimité
- Env. 1.000 m
- Env. 500 m
- Dans l'appartement
- Uniquement vers le lit et la chaise

Montée/Descente d'escaliers (II. Fonction - B. Marche)

- Normale sans rampe
- Normale avec rampe
- D'une autre manière
- Incapacité de prendre les escaliers

Enfiler chaussettes et chaussures (II. Fonction - B. Activités)

- Facilement
- Avec difficultés
- Impossible

Station assise (II. Fonction - B. Activités)

- Confortable sur chaise normale pendant une heure
- Sur chaise surélevée pendant 1/2 heure
- Impossible d'être assis confortablement

Montée dans les transports en commun (II. Fonction - B. Activités)

- Possible
- Impossible

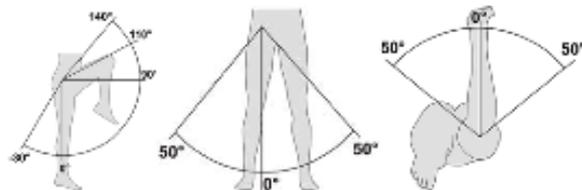
Déformations (III.) - est établi automatiquement après la sauvegarde par le système de documentation en ligne

Différence de longueur de jambe

- gauche = droite
- Gauche < droite, veuillez indiquer la différence de longueur de jambe _____ cm
- Gauche > droite, veuillez indiquer la différence de longueur de jambe _____ cm

Range of motion (plage de mouvement) - passiv (IV.)

Extension / Flexion (méthode du zéro neutre)	°	-	°	-	°
Abduction / Adduction (méthode du zéro neutre)	°	-	°	-	°
Rotation interne- / externe (méthode du zéro neutre)	°	-	°	-	°



Signe de Trendelenburg sur la hanche concernée

- positif
- Niveau (Duchenne positif - déplacement du centre de gravité par inclinaison excessive de la partie supérieure du corps)
- Neutre
- Ne peut être testé

Échelle visuelle analogique (auto-évaluation du patient) (facultatif)

 Pas de Douleur	la hanche concernée	 Douleur la plus forte imaginable
---	----------------------------	---

Commentaire (facultatif)

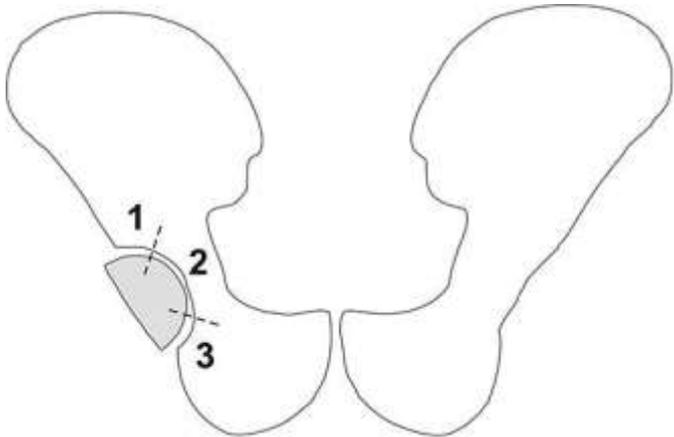
Annexe 2. Fiche de révision per-opérateur

excia®		intraopératif			
	No. de l'hôpital	No. du patient	Date de naissance		1 9
	Initiale 1er prénom du patient	Initiale 1er nom du patient	Hanche à opérer		i i m m a a a a <input type="radio"/> gauche <input type="radio"/> droit
Page 1/2					
Date de l'OP		j j	m m	2 0	
Chirurgien - Initiale du 1er prénom					
Chirurgien - Initiale du 1er nom					
Durée de l'OP (facultatif)		min.			
Perte de sang intraopératoire (facultatif)		ml			
Transfusion (facultatif)		ml			
Voie opératoire					
<input type="radio"/> antérieure <input type="radio"/> antéro-latérale <input type="radio"/> latérale <input type="radio"/> postéro-latérale <input type="radio"/> Autre voie, veuillez préciser _____					
Technique chirurgicale					
<input type="radio"/> Tige et cotyle selon technique conventionnelle <input type="radio"/> Navigation tige et cotyle <input type="radio"/> Navigation cotyle seulement <input type="radio"/> Navigation tige seulement					
Cotyle					
<input type="radio"/> PLASMACUP <input type="radio"/> Autre cotyle, veuillez préciser _____					
Taille du cotyle (diamètre)					
<input type="radio"/> 40 mm <input type="radio"/> 46 mm <input type="radio"/> 52 mm <input type="radio"/> 58 mm <input type="radio"/> 64 mm <input type="radio"/> 42 mm <input type="radio"/> 48 mm <input type="radio"/> 54 mm <input type="radio"/> 60 mm <input type="radio"/> 66 mm <input type="radio"/> 44 mm <input type="radio"/> 50 mm <input type="radio"/> 56 mm <input type="radio"/> 62 mm <input type="radio"/> 68 mm <input type="radio"/> Autre diamètre, veuillez préciser _____					
Insert					
<input type="radio"/> Insert céramique <input type="radio"/> Insert en polyéthylène, symétrique <input type="radio"/> Insert en polyéthylène, avec épaulement <input type="radio"/> Insert en polyéthylène, asymétrique <input type="radio"/> Autre insert, veuillez préciser _____					
Tête de prothèse					
Matériau	Longueur du col	22,2 mm	26 mm	28 mm	32 mm
céramique	court		<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
céramique	moyen		<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
céramique	long		<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
métal	court		<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
métal	moyen		<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
métal	long	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
métal	x-long		<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
métal	xx-long		<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
<input type="radio"/> Autre tête de prothèse, veuillez préciser _____					
Signature du Médecin				Date	
Page 1-2				2 0	
				i i m m a a a a	
CRF Excia, 04.07.2005					

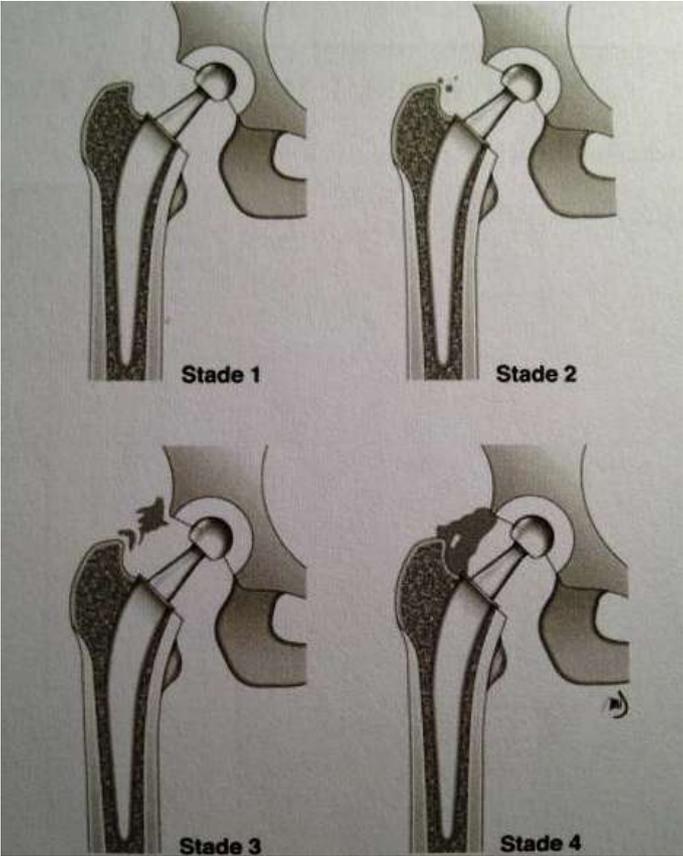
Score de Postel Merle d'Aubigné (PMA)

	DOULEUR	MOBILITÉ			MARCHE STABILITÉ
		<i>Pas d'attitude vicieuse</i>	<i>Attitude vicieuse en</i>		
		<i>Amplitude flexion</i>	<i>flex. rot. ext.</i>	<i>abd. add. r.i.</i>	
6	Aucune	$\geq 90^\circ$	Aucune	Aucune	Normale ou illimitée
5	Rare et légère	$80^\circ - 70^\circ$	Aucune	Aucune	Limitée ou légère boiterie si prolongée. Canne pour les longues distances. Pas d'instabilité.
4	Apparaissant à la marche au bout de	30 minutes à 1 heure	Abaisser la note de 1 point	Abaisser la note de 2 points	Canne toujours pour sortir, ou boiterie nette. Légère instabilité.
3		10 minutes à 20 minutes			Canne en permanence. Instabilité.
2		Avant 10 minutes			Deux cannes
1		Immédiatement			Béquilles
0		Permanente même en position assise ou couchée			Impossible

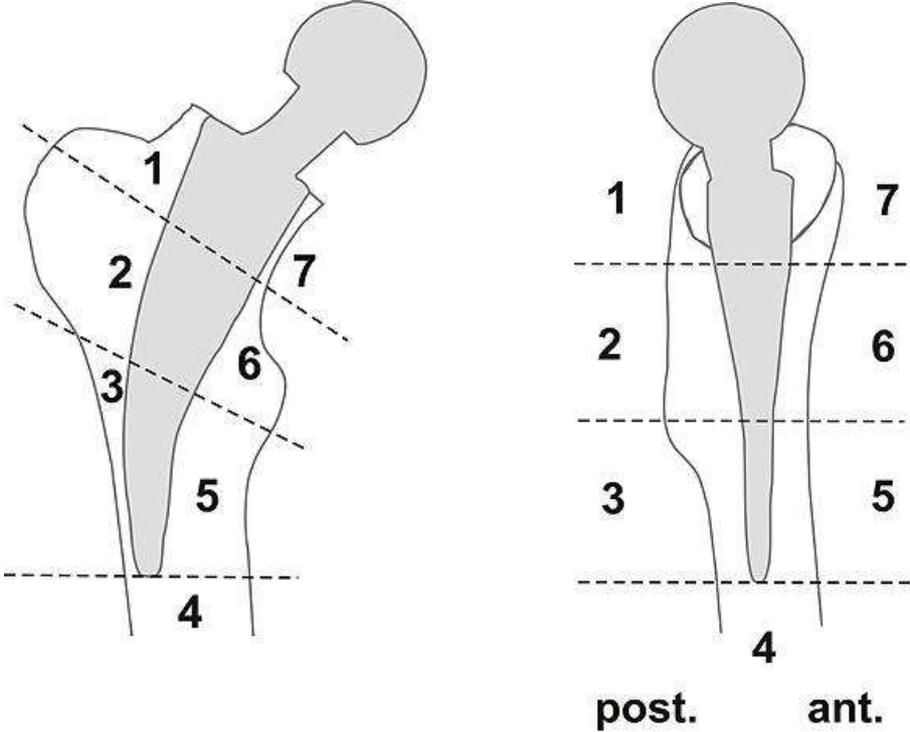
Annexe 5. Zones cotyloïdiennes de De Lee et Charnley



Annexe 6. Ossification ectopique selon Brooker



Annexe 7. Zones fémorales de Gruen et Amstutz



RÉSUMÉ DE LA THÈSE

INTRODUCTION : La survie d'une prothèse totale de hanche dépend principalement de la qualité de pose des implants. Classiquement, elle est le fruit du savoir-faire et de l'expérience du chirurgien. Mais aujourd'hui, des systèmes de navigation sont à sa disposition pour évaluer ce bon positionnement. Par ailleurs, les mini-incisions n'ont pas fait la preuve de leur supériorité en termes de résultats cliniques et génèrent parfois des complications de type malposition. Le but de ce travail était d'évaluer une technique combinant le mini-abord et la navigation. **METHODE ET RESULTATS** : Il s'agissait d'une série prospective, continue, mono-opérateur de patients opérés d'une arthroplastie totale de hanche par une voie de Hardinge mini-invasive et assistée par un système de navigation. Le recul minimal était de un an et le recul maximal moyen de 2,8 ans. L'évolution clinique, les complications per et post-opératoires ainsi que le positionnement des implants ont été analysés. 214 patients ont été inclus, 94 hommes et 120 femmes d'âge moyen 65,9 ans (22,6-89,2). **RESULTATS** : Le score HHS moyen post-opératoire était de $93,3 \pm 5,6$ (76-100) contre $47,8 \pm 10,6$ (13-81) en pré-opératoire. Le taux de complications était de 15,4%, dont 4,7% en per-opératoire, avec un taux de luxation de 3,7%. Dans 95,4% des cas, l'inclinaison du cotyle était idéale (40° - 50°) et l'antéversion l'était également dans 96,8% des cas. Aucun rapport significatif n'a pu être mis en évidence entre la survenue d'une complication et l'IMC du patient. **CONCLUSION** : Les résultats de cette série sont en accord avec ceux de la littérature utilisant un abord classique. Couplée à la navigation, la voie de Hardinge mini-invasive permet un positionnement correct et reproductible des implants.

TITRE EN ANGLAIS

Total Hip Arthroplasty using a minimally invasive Hardinge approach and navigation: five years of experience.

THÈSE : MÉDECINE SPÉCIALISÉE – ANNÉE 2012

MOTS CLEFS : Prothèse totale de hanche, mini-invasif, voie de Hardinge, navigation, chirurgie assistée par ordinateur

INTITULÉ ET ADRESSE :

UNIVERSITÉ DE LORRAINE
Faculté de Médecine de Nancy
9, avenue de la Forêt de Haye
54505 VANDOEUVRE LES NANCY Cedex
