

Faculté de Médecine

Année 2020

Thèse N°

Thèse pour le diplôme d'État de docteur en Médecine

Présentée et soutenue publiquement

le 30 octobre 2020

Par Adrien DROUINAUD

Né le 4 juillet 1988 à Cognac (16)

**Fractures trochantériennes ostéosynthésées par
clous centromédullaires courts :**

*L'estimation visuelle per-opératoire de la Tip-Apex Distance (TAD)
est-elle concordante avec sa mesure post-opératoire numérisée ?*

Thèse dirigée par le Pr Jean-Louis CHARISSOUX et le Docteur Pierre-Sylvain MARCHEIX

Examineurs :

M. le Professeur Christian MABIT.....Président
M. le Professeur Jean-Louis CHARISSOUX.....Directeur et Juge
M. le Professeur Laurent FOURCADE.....Juge
M. le Docteur Pierre-Sylvain MARCHEIX.....Co-directeur et Juge
Mme. le Docteur Camille COLLIN.....Juge



Faculté de Médecine

Année 2020

Thèse N°

Thèse pour le diplôme d'État de docteur en Médecine

Présentée et soutenue publiquement

Le 30 octobre 2020

Par Adrien DROUINAUD

Né le 4 juillet 1988 à COGNAC (16)

**Fractures trochantériennes ostéosynthésées par
clous centromédullaires courts :**

*L'estimation visuelle per-opératoire de la Tip-Apex Distance (TAD)
est-elle concordante avec sa mesure post-opératoire numérisée ?*

Thèse dirigée par le Pr Jean-Louis CHARISSOUX et le Docteur Pierre-Sylvain MARCHEIX

Examineurs :

M. le Professeur Christian MABIT.....Président
M. le Professeur Jean-Louis CHARISSOUX.....Directeur et Juge
M. le Professeur Laurent FOURCADE.....Juge
M. le Docteur Pierre-Sylvain MARCHEIX.....Co-directeur et Juge
Mme. le Docteur Camille COLLIN.....Juge



Professeurs des Universités - praticiens hospitaliers

Le 01 octobre 2019

ABOYANS Victor	CARDIOLOGIE
ACHARD Jean-Michel	PHYSIOLOGIE
ALAIN Sophie	BACTERIOLOGIE-VIROLOGIE
ARCHAMBEAUD Françoise	MEDECINE INTERNE (Surnombre jusqu'au 31-08-2020)
AUBARD Yves	GYNECOLOGIE-OBSTETRIQUE
AUBRY Karine	O.R.L.
BEDANE Christophe	DERMATO-VENEREOLOGIE
BERTIN Philippe	THERAPEUTIQUE
BORDESSOULE Dominique	HEMATOLOGIE (Surnombre jusqu'au 31-08-2020)
CAIRE François	NEUROCHIRURGIE
CHARISSOUX Jean-Louis	CHIRURGIE ORTHOPEDIQUE et TRAUMATOLOGIQUE
CLAVERE Pierre	RADIOTHERAPIE
CLEMENT Jean-Pierre	PSYCHIATRIE d'ADULTES
COGNE Michel	IMMUNOLOGIE
CORNU Elisabeth	CHIRURGIE THORACIQUE et CARDIOVASCULAIRE
COURATIER Philippe	NEUROLOGIE
DANTOINE Thierry	GERIATRIE et BIOLOGIE du VIEILLISSEMENT
DARDE Marie-Laure	PARASITOLOGIE et MYCOLOGIE
DAVIET Jean-Christophe	MEDECINE PHYSIQUE et de READAPTATION
DESCAZEAUD Aurélien	UROLOGIE
DES GUETZ Gaëtan	CANCEROLOGIE
DESSPORT Jean-Claude	NUTRITION

DRUET-CABANAC Michel	MEDECINE et SANTE au TRAVAIL
DURAND-FONTANIER Sylvaine	ANATOMIE (CHIRURGIE DIGESTIVE)
ESSIG Marie	NEPHROLOGIE
FAUCHAIS Anne-Laure	MEDECINE INTERNE
FAUCHER Jean-François	MALADIES INFECTIEUSES
FAVREAU Frédéric	BIOCHIMIE et BIOLOGIE MOLECULAIRE
FEUILLARD Jean	HEMATOLOGIE
FOURCADE Laurent	CHIRURGIE INFANTILE
GAUTHIER Tristan	GYNECOLOGIE-OBSTETRIQUE
GUIGONIS Vincent	PEDIATRIE
JACCARD Arnaud	HEMATOLOGIE
JAUBERTEAU-MARCHAN M. Odile	IMMUNOLOGIE
LABROUSSE François	ANATOMIE et CYTOLOGIE PATHOLOGIQUES
LACROIX Philippe	MEDECINE VASCULAIRE
LAROCHE Marie-Laure	PHARMACOLOGIE CLINIQUE
LIENHARDT-ROUSSIE Anne	PEDIATRIE
LOUSTAUD-RATTI Véronique	HEPATOLOGIE
LY Kim	MEDECINE INTERNE
MABIT Christian	ANATOMIE
MAGY Laurent	NEUROLOGIE
MARIN Benoît	EPIDEMIOLOGIE, ECONOMIE de la SANTE et PREVENTION
MARQUET Pierre	PHARMACOLOGIE FONDAMENTALE
MATHONNET Muriel	CHIRURGIE DIGESTIVE
MELLONI Boris	PNEUMOLOGIE
MOHTY Dania	CARDIOLOGIE
MONTEIL Jacques	BIOPHYSIQUE et MEDECINE NUCLEAIRE

MOUNAYER Charbel	RADIOLOGIE et IMAGERIE MEDICALE
NATHAN-DENIZOT Nathalie	ANESTHESIOLOGIE-REANIMATION
NUBUKPO Philippe	ADDICTOLOGIE
OLLIAC Bertrand	PEDOPSYCHIATRIE
PARAF François	MEDECINE LEGALE et DROIT de la SANTE
PLOY Marie-Cécile	BACTERIOLOGIE-VIROLOGIE
PREUX Pierre-Marie	EPIDEMIOLOGIE, ECONOMIE de la SANTE et PREVENTION
ROBERT Pierre-Yves	OPHTALMOLOGIE
ROUCHAUD Aymeric	RADIOLOGIE et IMAGERIE MEDICALE
SALLE Jean-Yves	MEDECINE PHYSIQUE et de READAPTATION
SAUTEREAU Denis	GASTRO-ENTEROLOGIE ; HEPATOLOGIE
STURTZ Franck	BIOCHIMIE et BIOLOGIE MOLECULAIRE
TCHALLA Achille	GERIATRIE ET BIOLOGIE DU VIEILLISSEMENT
TEISSIER-CLEMENT Marie-Pierre	ENDOCRINOLOGIE, DIABETE et MALADIES METABOLIQUES
TOURE Fatouma	NEPHROLOGIE
VALLEIX Denis	ANATOMIE
VERGNENEGRE Alain	EPIDEMIOLOGIE, ECONOMIE de la SANTE et PREVENTION
VERGNE-SALLE Pascale	THERAPEUTIQUE
VIGNON Philippe	REANIMATION
VINCENT François	PHYSIOLOGIE
YARDIN Catherine	CYTOLOGIE et HISTOLOGIE

PROFESSEUR ASSOCIE DES UNIVERSITES A MI-TEMPS DES DISCIPLINES MEDICALES

BRIE Joël	CHIRURGIE MAXILLO-FACIALE ET STOMATOLOGIE
KARAM Henri-Hani	MEDECINE D'URGENCE

MOREAU Stéphane

EPIDEMIOLOGIE CLINIQUE

MAITRES DE CONFERENCES DES UNIVERSITES - PRATICIENS HOSPITALIERS

AJZENBERG Daniel

PARASITOLOGIE et MYCOLOGIE

BALLOUHEY Quentin

CHIRURGIE INFANTILE

BARRAUD Olivier

BACTERIOLOGIE-VIROLOGIE

BEN AHMED Sabrina

CHIRURGIE VASCULAIRE

BOURTHOUMIEU Sylvie

CYTOLOGIE et HISTOLOGIE

BOUTEILLE Bernard

PARASITOLOGIE et MYCOLOGIE

COUVE-DEACON Elodie

BACTERIOLOGIE-VIROLOGIE

DUCHESNE Mathilde

ANATOMIE PATHOLOGIE

DURAND Karine

BIOLOGIE CELLULAIRE

ESCLAIRE Françoise

BIOLOGIE CELLULAIRE

HANTZ Sébastien

BACTERIOLOGIE-VIROLOGIE

JACQUES Jérémie

GASTRO-ENTEROLOGIE ; HEPATOLOGIE

JESUS Pierre

NUTRITION

LE GUYADER Alexandre

CHIRURGIE THORACIQUE et
CARDIOVASCULAIRE

LERAT Justine

O.R.L.

LIA Anne-Sophie

BIOCHIMIE et BIOLOGIE MOLECULAIRE

RIZZO David

HEMATOLOGIE

TERRO Faraj

BIOLOGIE CELLULAIRE

WOILLARD Jean-Baptiste

PHARMACOLOGIE FONDAMENTALE

P.R.A.G.

GAUTIER Sylvie

ANGLAIS

PROFESSEUR DES UNIVERSITES DE MEDECINE GENERALE

DUMOITIER Nathalie

(Responsable du département de Médecine
Générale)

MAITRE DE CONFERENCES ASSOCIE A MI-TEMPS DE MEDECINE GENERALE

HOUDARD Gaëtan	(du 1 ^{er} septembre 2019 au 31 août 2022)
LAUCHET Nadège	(du 1 ^{er} septembre 2017 au 31 août 2020)
PAUTOUT-GUILLAUME Marie-Paule	(du 1 ^{er} septembre 2018 au 31 août 2021)

PROFESSEURS EMERITES

ALDIGIER Jean-Claude	du 01.09.2018 au 31.08.2020
BESSEDE Jean-Pierre	du 01-09-2018 au 31-08-2020
BUCHON Daniel	du 01-09-2019 au 31-08-2021
MERLE Louis	du 01.09.2017 au 31.08.2019
MOREAU Jean-Jacques	du 01-09-2019 au 31-08-2020
TREVES Richard	du 01-09-2019 au 31-08-2021
TUBIANA-MATHIEU Nicole	du 01-09-2018 au 31-08-2020
VALLAT Jean-Michel	du 01.09.2019 au 31.08.2020
VIROT Patrice	du 01.09.2019 au 31.08.2020

Assistants Hospitaliers Universitaires – Chefs de Clinique

Le 1^{er} novembre 2019

ASSISTANTS HOSPITALIERS UNIVERSITAIRES

AUDITEAU Emilie	EPIDEMIOLOGIE (CEBIMER)
DAURIAT Benjamin	HISTOLOGIE, EMBRIOLOGIE ET CYTOGENETIQUE
DERBAL Sophiane	CHIRURGIE ANATOMIE
DOUCHEZ Marie	ANESTHESIOLOGIE-REANIMATION
DUPONT Marine	HEMATOLOGIE BIOLOGIQUE
DUCHESNE Mathilde	ANATOMIE et CYTOLOGIE PATHOLOGIQUES
DURIEUX Marie-Fleur	PARASITOLOGIE
GUYOT Anne	LABORATOIRE ANAPATHOLOGIE
HERMINEAUD Bertrand	LABORATOIRE ANAPATHOLOGIE
HUMMEL Marie	ANESTHESIOLOGIE-REANIMATION
LEFEBVRE Cyrielle	ANESTHESIE REANIMATION
PIHAN Franck	ANESTHESIOLOGIE-REANIMATION
RIAHY Edouard	MEDECINE NUCLEAIRE
RIVAILLE Thibaud	CHIRURGIE-ANATOMIE
SANSON Amandine	ANESTHESIE REANIMATION
TCHU HOI NGNO Princia	BIOPHYSIQUE ET MEDECINE NUCLEAIRE

CHEFS DE CLINIQUE - ASSISTANTS DES HOPITAUX

ALBOUYS Jérémie	HEPATO GASTRO ENTEROLOGIE
ARMENDARIZ-BARRIGA Matéo	CHIRURGIE ORTHOPEDIQUE ET TRAUMATOLOGIQUE
AUBLANC Mathilde	GYNECOLOGIE-OBSTETRIQUE
BAÏSSE Arthur	REANIMATION POLYVALENTE
BEEHARRY Adil	CARDIOLOGIE

BLOSSIER Jean-David	CHIRURGIE THORACIQUE et CARDIOVASCULAIRE
BOSETTI Anaïs	GERIATRIE et BIOLOGIE du VIEILLISSEMENT
BRISSET Josselin	MALADIES INFECTIEUSES ET TROPICALES
CHAUVET Romain	CHIRURGIE VASCULAIRE
CISSE Fatou	PSYCHIATRIE
COMPAGNAT Maxence	MEDECINE PHYSIQUE et de READAPTATION
DE POUILLY-LACHATRE Anaïs	RHUMATOLOGIE
DESCHAMPS Nathalie	NEUROLOGIE
DESVAUX Edouard	MEDECINE GERIATRIQUE
DUVAL Marion	NEPHROLOGIE
EL OUAFI Zhour	NEPHROLOGIE
FAURE Bertrand	PSYCHIATRIE d'ADULTES
FAYEMENDY Charlotte	RADIOLOGIE et IMAGERIE MEDICALE
FROGET Rachel	CENTRE D'INVESTIGATION CLINIQUE (pédiatrie)
GEYL Sophie	GASTROENTEROLOGIE
GHANEM Khaled	ORL
GILBERT Guillaume	REANIMATION POLYVALENTE
GUTTIEREZ Blandine	MALADIES INFECTIEUSES
HANGARD Pauline	PEDIATRIE
HARDY Jérémy	CHIRURGIE ORTHOPEDIQUE ET TRAUMATOLOGIQUE
HESSAS-EBELY Miassa	GYNECOLOGIE OBSTETRIQUE
KRETZSCHMAR Tristan	PSYCHIATRE d'ADULTES
LACOSTE Marie	MALADIES INFECTIEUSES
LAFON Thomas	MEDECINE d'URGENCE
LAHMADI Sanae	NEUROLOGIE

LALOZE Jérôme	CHIRURGIE PLASTIQUE
LEGROS Maxime	GYNECOLOGIE-OBSTETRIQUE
LEHMANN Lauriane	GASTROENTEROLOGIE
MAURIANGE TURPIN Gladys	RADIOTHERAPIE
MEUNIER Amélie	ORL
MICLE Liviu-Ionut	CHIRURGIE INFANTILE
MOWENDABEKA Audrey	PEDIATRIE
ORLIAC Hélène	RADIOTHERAPIE
PARREAU Simon	MEDECINE INTERNE ET POLYCLINIQUE
PELETTE Romain	CHIRURGIE UROLOGIE et ANDROLOGIE
PEYRAMAURE Clémentine	ONCOLOGIE MEDICALE
PLAS Camille	MEDECINE INTERNE B
QUILBE Sébastien	OPHTALMOLOGIE
SIMONNEAU Yannick	PNEUMOLOGIE
SURGE Jules	NEUROLOGIE
TRICARD Jérémy	CHIRURGIE THORACIQUE et CARDIOVASCULAIRE MEDECINE VASCULAIRE
VAIDIE Julien	HEMATOLOGIE CLINIQUE
VERLEY Jean-Baptiste	PSYCHIATRIE ENFANT ADOLESCENT
VIDAL Thomas	OPHTALMOLOGIE

CHEF DE CLINIQUE – MEDECINE GENERALE

BERTRAND Adeline

SEVE Léa

PRATICIEN HOSPITALIER UNIVERSITAIRE

MATHIEU Pierre-Alain CHIRURGIE ORTHOPEDIQUE et
TRAUMATOLOGIQUE

A Emilie et Gaston, vous êtes les piliers de ma vie.
A mes parents, Annie et Christophe, vous en êtes les fondations sans qui rien ne tient debout.

« *La vie, c'est comme une boîte de chocolats, on ne sait jamais sur quoi on va tomber.* »

Forrest Gump

« *Il y a du bon dans ce monde, et il faut se battre pour y arriver.* »

Sam, dans Le Seigneur des Anneaux

« Si un plus grand nombre d'entre nous préférait la nourriture, la gaieté et les chansons aux entassements d'or, le monde serait davantage rempli de joie. »

J.R.R. Tolkien

Remerciements

À notre Maître, Président de thèse et Juge,

Monsieur le Professeur Christian MABIT,
Professeur des Universités d'Anatomie,
Chirurgien des Hôpitaux,
Chef de service.

Vous nous avez fait l'honneur de nous accueillir dans votre service il y a cinq ans déjà et de présider aujourd'hui notre jury de thèse.

Nous sommes admiratifs de vos connaissances de l'anatomie ainsi que de votre dextérité chirurgicale.

Nous vous remercions de nous avoir formés pendant notre internat et de nous permettre de poursuivre le travail au sein de votre équipe.

Nous sommes fiers de compter parmi vos élèves.

Veillez trouver dans ce travail l'expression de notre gratitude et de notre profond respect.

A notre Maître, Directeur de thèse et Juge,

Monsieur le Professeur Jean-Louis CHARISSOUX,
Professeur des Universités de Chirurgie Orthopédique et Traumatologique,
Chirurgien des Hôpitaux.

Nous sommes admiratifs de vos connaissances techniques et chirurgicales. Nous avons pour vous une profonde considération.

Vos connaissances et votre expertise tant en Orthopédie qu'en Traumatologie font de vous une référence de grande qualité et de confiance.

Nous vous remercions pour la transmission de votre savoir et vos bons conseils.

Nous sommes fiers de compter parmi vos élèves.

Nous souhaitons nous montrer digne de la confiance que vous nous accordez.

Veillez trouver dans ce travail le témoignage de notre plus grand respect et de notre profond dévouement.

À notre Maître et Juge,

Monsieur le Professeur Laurent FOURCADE,
Professeur des Universités de Chirurgie Infantile,
Chirurgien des Hôpitaux,
Chef de Service.

Vous m'avez accueilli dans votre service à deux reprises dès le début de mon internat.

Cela a été pour moi une expérience marquante, tant sur le plan humain que chirurgical. Je me souviendrai toujours des débriefings de garde l'hiver autour d'un café le dimanche matin pour me redonner du courage !

Je suis fier de compter parmi vos élèves et de vous compter parmi mes juges.

C'est avec plaisir que je vous retrouverai parmi mes Compagnons de route, que ce soit pour discuter de la construction d'un bateau ou bien de la bonne tactique à adopter sur un court de tennis.

Veillez trouver dans ce travail l'expression de ma reconnaissance et de mon profond respect.

A notre Co-directeur de thèse et Juge,

Monsieur le Docteur Pierre-Sylvain MARCHEIX
Praticien Hospitalier,
Chirurgien des Hôpitaux.

Tu m'as confié ce sujet de thèse et je t'en suis reconnaissant.

Je suis admiratif de ton aisance chirurgicale, en particuliers en Traumatologie, où la synthèse de palette ne m'apparaît jamais aussi facile qu'en sortant d'un de tes blocs.

Ton dévouement auprès des patients force le respect.

Merci de ton aide, notamment pour ce coup de fil un dimanche après-midi, où je n'arrivais pas à trouver le cap dans ma discussion.

Trouve dans ce travail l'expression de mon profond respect et de ma reconnaissance.

A notre Juge et néanmoins amie,

Madame le Docteur Camille COLLIN,
Assistante Spécialiste Partagée
Chirurgien des Hôpitaux.

Merci de me faire l'honneur de juger ma thèse.

Merci pour ta patience, ta bonne humeur et ton talent chirurgical que toi seule ne voit pas.

Tu as été ma Maman Orthopédiste durant toutes ces années d'internat, tu as su me guider et me montrer le chemin, à ta manière, toujours bienveillante. Je t'en suis reconnaissant.

Même si l'on n'a plus le droit ni l'occasion de sillonner la France (et l'Europe !) pour écumer les formations chirurgicales, je suis toujours partant pour un restau combo Melon-Jäger quand tu le voudras.

Merci pour ton amitié, pour les soirées de garde à refaire le monde et pour ta logorrhée inimitable quand vient l'heure du crime.

Sois assurée de ma sincère amitié, de ma reconnaissance et de mon soutien sans faille.

A tous ceux de mon ancienne vie :

Gérard (merci de m'avoir permis de découvrir la maçonnerie et de m'avoir supporté tous les étés depuis que je suis enfant), Pascal (merci de m'avoir pris sous ton aile pour m'enseigner toutes les ficelles du métier), Ghislain (les gamelles arrosées le midi sur les chantiers sont des souvenirs inoubliables), Jaro (tu soulèves les pierres de taille comme les paquets de céréales et ça m'impressionnera toujours).

A mes Maîtres Compagnons, Périgord (ce regard noir et cette rigueur légendaire), Nantais (quel bon goût pour le blues à la guitare !).

A Etienne et Fabien, mes compères de musique pendant plus de 10 ans.

A tous ceux de ma nouvelle vie :

A l'équipe d'Orthopédie d'Ussel :

Dr Nuzacci, Dr Boustani et Dr Coulibaly, vous m'avez accueilli avec joie et bonne humeur pour mon premier jour d'internat, et vous m'avez intégré dans votre équipe rapidement. Cela a beaucoup atténué les rigueurs de l'hiver corrézien !

A l'équipe de Chirurgie Pédiatrique de l'HME à Limoges :

Pr Fourcade (« Arrête de respirer en tenant cette caméra Adrien, je vais vomir ! »), Dr Longis (Mr Zizou de la chirurgie car avec vous tout paraît si simple), Dr Ghouilem (« Dr Drouniot !! »), Dr Ballouhey (merci pour ton calme et ta patience mais faudrait travailler ton revers au tennis), Dr Grosos (merci pour ces moments inoubliables en réanimation à opérer dans les couveuses par 35°), Dr Nauche (la plus orthopédiste de tous les pédiatres). A l'équipe de choc de la consultation (Marie-Cécile, Séverine, Magali et Nadège(s) on va vous le récupérer ce trophée !), à l'équipe des urgences (Manon, Félicien, Tutu, Florence, Cécile et Delphine, merci pour votre soutien lors des premières gardes où il fallait me ramasser à la petite cuillère), à l'équipe du bloc (Camille, Malika, Katia, Céline, Baher, Charles, Cathy, merci pour cette bonne humeur), à l'équipe du service (Pee-Wee, Charlotte, Aube, Karine, Amandine et les autres, merci pour votre gentillesse), aux secrétaires et à tous ceux que j'oublie !

A l'équipe d'Orthopédie de Saint Junien :

Dr Dmytruk (« Broches, broches, tu aimes les macros à la tomate ? »), Dr Benko (« Les PTG c'est bien, mais tu as vu ce solo de guitare là !! »). A l'équipe de la consultation (Geneviève, Cathy), aux secrétaires (Manu, Magalie, Amélie, venir tous les jours aux potins dans votre bureau était le pic de ma journée !), à l'équipe du bloc (Maryline, Pascal, Georges, Jocelyn, Sébastien) merci pour cette bonne humeur et ce dernier bain au baquet !), aux équipes du service et à tous ceux que j'oublie !

A l'équipe d'Orthopédie et Traumatologie du CHU de Limoges :

Pr Arnaud (je ne vous ai connu qu'en tant qu'externe lorsque vous m'aviez fait m'habiller sur un Dupuytren et demandé à l'interne de me laisser m'exprimer, j'en garde un vif souvenir), Dr Asloum (je projette d'agrandir mon tatouage et ça risque de ne pas vous plaire), Dr Roger (merci de m'avoir laissé mettre les vis sur une plaque de fémur quand j'étais externe, j'en ai encore des étoiles plein les yeux !), Dr Pélissier (l'art du champagne à répétition).

A Jérôme Proust (merci de m'avoir ouvert les portes de votre bloc opératoire et de m'avoir fait découvrir le métier d'Orthopédiste lorsque j'étais en première année de médecine. C'est grâce à vous que j'ai voulu faire ce métier, et 12 ans plus tard je m'apprête enfin à commencer ! Finalement cette fracture du tibia était un signe du destin).

A mes chefs actuels : Dr Fiorenza (merci pour ton aide sur le travail de DESC et pour ta disponibilité lorsqu'on vient frapper à ta porte, je te dois une mousse mais une vraie dont on connaît les levures !), Dr Orsoni (le seul homonyme que je n'ai jamais rencontré !), Dr Vergnenègre (la chirurgie paraît si facile avec toi. Merci pour ton aide et ta bonne humeur au quotidien. Merci de ne rien oublier, de nos grands exploits comme nos pires catastrophes, et surtout de les ressortir toujours au bon moment !), Dr Hardy (ton dynamisme mais surtout ton génie chirurgical me laissent sans voix, je suis fier d'avoir été ton interne et de travailler prochainement à tes côtés), Dr Cuenca (de St Junien au CHU, tu ne cesses de me surprendre sur tes capacités d'adaptation chirurgicale. Merci pour cette élégance et cette prestance, surtout après une nuit chargée...), Dr Armendariz (j'ai mis du temps à te cerner et à t'apprécier, c'est vrai. J'ai découvert un chef certes exigeant et rigoureux, mais sur qui on peut compter lors des chantiers, qui s'efforce de promouvoir l'humour orthopédiste dans ce qu'il a de plus noble et surtout qui possède un talent chirurgical dont j'aimerais me rapprocher. Merci d'avoir exigé le meilleur de nous-mêmes, c'est ce qui nous tire vers le haut ! Je te souhaite le meilleur pour la suite de ton aventure. Par contre, arrête de te péter des trucs ça va commencer à se voir), Dr Picouveau (merci de m'avoir fait suturer mon premier nerf collatéral et de m'avoir épaulé sur ma première arthrodèse de cheville, tu as toujours été bienveillant avec moi. J'admire profondément ta capacité de travail et ton courage à toute épreuve. Profite bien de ta famille à la Réunion, et ramène-nous la petite sœur !).

A mes anciens chefs : Dr Mathieu (merci de m'avoir appris à faire des choix importants lors de nos discussions « tu préfères... »), Dr Vaysse-vic (merci d'avoir été mon chef lors de ma première garde. Tu as toujours été disponible et bienveillant et les blocs avec toi étaient une partie de plaisir à chaque fois. Tu es un modèle professionnel dont j'aimerais bien me rapprocher.), Dr Dijoux (que de souvenirs dans ce bureau des internes et lors de mes premières gardes. Merci pour ton énergie débordante. Je suis admiratif de ton parcours).

A mes co-internes : Sacha (cette capacité à rester sous les radars est une forme d'art), Armand (la force tranquille ! Mais fais gaffe, on a des photos compromettantes... Merci à toi pour ton aide sur cette thèse), Jehan (l'art de remettre les gens à leur place, mais tout en politesse et tact), Pierre (merci d'avoir pris la garde pour mon premier rempla, c'est un plaisir de travailler avec toi. Mes hommages à la Bonne Femme), Justin (le seul ortho assez fou pour monter sur une trottinette électrique), Thibaut (mon fils spirituel, mais faut que tu arrêtes de fumer ! Merci à toi pour ton aide sur cette thèse), Guillaume (le roi de l'ongle incarné ce Maître Wing !), Ernest (DJ attitré de l'internat, réincarnation de Magnum. Que demander d'autre ?), Manon (merci pour tous ces moments depuis le premier jour à Ussel, vivement le mariage l'été prochain !!!), Nabil (tu as été un frère d'arme pour moi en chir ped, je n'oublierai jamais ce stage), Isaline (merci de m'avoir appris les rouages du service d'orthopédie. Tu ne t'en

souviens surement pas, mais j'ai été ton externe lors d'une de tes gardes junior, et déjà tu m'avais pris sous ton aile et fait découvrir les subtilités de la réduction de cheville au PAO.), Roxane (le chat noir est-il un sport olympique ?), Timothée (l'homme aux genoux de beurres mais au cœur d'or, je suis heureux de t'avoir rencontré), Liviu (« tu veux fumer un clope ? »).

A mes futurs collègues de bureau : Julien (ton aisance chirurgicale et ton courage sont pour moi une grande source de motivation. Tu me pousses à oser aller plus loin chaque jour. On va se régaler pendant un an), Romain (notre oracle. Notre Jean-Neige. Notre taulard. L'homme qui réfléchit pour quatre !), Jean-Philippe (j'écouterai tes histoires jusqu'au bout de la nuit tellement tu ne cesses de me surprendre. Nos vies sont diamétralement opposées, et pourtant quel plaisir de partager mes journées avec toi !). Je suis fier et heureux de partager cette aventure avec vous les gars, quelle équipe ! Vivement qu'on le valide enfin ce DESC !

Aux infirmières, aides-soignantes et brancardiers du service : merci de nous guider depuis nos premiers pas balbutiants vers le droit chemin de la visite bien faite ! Vous êtes un pilier du service, ne l'oubliez jamais.

Aux infirmières des consultations (Agnès, Valérie, Evelyne, Nathalie, Nicole, Claire et Sophie) : merci de nous accompagner semaines après semaines dans cet enfer des consultations d'interne. Je n'oublierai jamais votre soutien et votre gentillesse lors de ma première consultation.

Aux équipes du bloc (Gaétan, Julien, Yoann, Cécile, Claire, Marie, Aline, Séverine, Cathy, Martine, Sylvie, Nadine, Fred, Jérôme, Julie, Sandra, Emilie, Gaétan, Farès, Aurélie, Cindy) : merci au plus vieux de nous avoir guidé la main sur nos premières interventions et aux plus jeunes de supporter tous nos petits caprices. Les temps sont durs, mais l'équipe est belle ! Spéciale dédicace à Julien, qui a prêté son corps pour les photos de cette thèse, je t'enverrai les royalties t'inquiète ! Merci à Claire qui m'a aidé aussi sur la réalisation des photos.

Aux anesthésistes : on ne se comprend pas, mais au fond on s'aime bien !

Aux secrétaires : on râle on râle, mais on s'aime quand même ! Merci de gérer tout ce qu'on ne voit pas.

Aux géiatres (Thomas et Mumu) : parce que le service c'est vous aussi !

Aux kinés (Arnaud et Virginie) : merci de ce que vous faites pour nos patients.

A Emilie Auditeau : merci mille fois pour ta patience concernant mes questions incongrues sur les statistiques de cette thèse. Un orthopédiste qui fait des stat', c'est comme un bébé dans un magasin de porcelaine, ça part en vrille à tout moment !

A Sébastien Caudron : merci pour ton aide sur la relecture de toutes ces radios !

A mes amis :

A Félix (mon ami de toujours. Tu me manques dans ton pays de caribous à l'autre bout du monde. Ne rigole pas trop quand tu liras cette « thèse », on ne joue pas dans la même cour), Mélissa (la plus hypocondriaque de mes amies ! Maintenant tu pourras dire que tu as pris l'avis du « Docteur » !), Florian (mon p'tit frère depuis qu'on a 3 ans, de l'école maternelle aux grottes de Nouvelle-Zélande, on en a fait du chemin ensemble. Hâte de venir au mariage l'an prochain et de faire se rencontrer les loustics), Amandine (ma p'tite sœur caractérielle ! Hâte de vous retrouver l'an prochain et que j'apprenne à ton p'tit Louis à sauter dans les flaques), Ludo (merci pour avoir tenté en vain de m'expliquer les rouages de la mécanique automobile, je suis bien plus à l'aise sur un fémur cassé).

Aux Ollions, aux Vinets, Florent et Amélie, Sandra et Julien (merci d'avoir accepté la pièce rapportée que je suis au sein de votre cercle, j'ai hâte de vous revoir plus souvent à Angoulême !),

A Dorian (mon compère du premier jour, quel chemin !), Antoine (le cascadeur fou, équilibriste des rotules, funambules des internistes. Grâce à toi j'ai réussi mon concours de l'internat. Je ne te remercierai jamais assez), Céline (parce qu'accoucher sur un passage piéton restera ton moment de gloire), Marion (merci de m'avoir ouvert les yeux sur cette femme qui m'a suivi en vélo à travers la France, merci de nous avoir accueilli par cette nuit du mois de Mars 2019 et d'avoir été toi-même avec nous. On remet ça pour la petite sœur ?), Stéphanie et Jonathan (trop hâte de venir siroter le cocktail au bord de la piscine l'été prochain, on est si bien chez vous), Sita (merci de nous avoir apporté un peu de rigueur dans cette coloc' en sixième année, et merci pour toutes ces soirées au gîte !!! Vivement la prochaine, mais il va falloir prévoir la nounou !), Inès (ma camarade de master d'anatomie, on a hâte de venir se réchauffer chez vous à Orléans) Maéva (toi et ta petite famille nous manque, surtout le roi de la slackline !), Camille (Dr Mitaut, le phénomène, le mythe. Fais-nous signe quand tu reviens en France, et pas 3 jours avant !).

A ma famille :

A ma grand-mère Jeanne (merci pour tous ces moments passés à t'écouter me raconter ta vie, alors que moi je n'arrive même pas à me souvenir de ce que j'ai fait le mois dernier. Je suis fier de te dire que « Ça y est Mamie, j'ai enfin fini mes études ! »).

A mon grand-père Jean (je pense que cette thèse t'aurait plût et que nous aurions discuté un long moment ensemble).

A Jean et Brigitte, Jojo, Jacques, Michel, Pierrot et Danièle (merci pour ce cocon que vous avez su tisser autour de moi au fil des ans et qui fait que je me sens bien dans cette famille).

A Barbara, Pierre et Marie, Emilie, Simon, Zabou (on se la fait quand cette Gousinade ??).

A Mathieu, Stéphanie et Simon (merci pour votre soutien et votre bienveillance. Math' tu m'inities quand au golf ??).

A mes parents :

Vous êtes les meilleurs parents dont un fils puisse rêver. Entouré d'amour, d'affection, de valeurs et de joie, vous avez fait de moi ce que je suis aujourd'hui. Merci de m'avoir soutenu dans chacun de mes choix, toujours avec intelligence et bienveillance. J'ai eu grâce à vous une enfance merveilleuse, une adolescence très riche et un métier qui me passionne. Je ne pourrais jamais assez vous remercier pour tout ce que vous avez fait pour moi. Ce travail est le vôtre, c'est l'aboutissement de votre soutien, de vos sacrifices, de vos joies et de vos peines. J'y ai mis tout mon cœur, comme vous me l'avez appris lorsqu'il s'agit de faire chaque chose. J'espère inculquer à mes enfants ce que vous m'avez transmis, le respect, le travail, l'empathie et le bonheur de construire un foyer. Vous êtes mes exemples. Je suis tellement fier de vous dédier ce travail, fier de vous et heureux de vous voir là à mes côtés.

Je vous aime.

A ma femme et mon fils :

Emilie, tu me comprends mieux que personne. Tu sais mes doutes, mes peines, mes joies et mes victoires. Ma plus grande chance est de t'avoir rencontrée. Tu es la femme la plus intelligente, cultivée et magnifique que j'ai connue, et je ne sais toujours pas pourquoi tu m'as dit « oui » ! Nous construisons au fil du temps notre foyer, au grès de nos aventures. De la Corse à la Guadeloupe jusqu'au bout du Sri Lanka, je t'accompagnerai partout. Merci de tout ce que tu as dû sacrifier pour moi, pour cette thèse. Merci de ton soutien sans faille qui me rend plus fort. Ce travail est le tien, je n'aurais pas pu y arriver sans ton aide, tes encouragements, tes remarques toujours opportunes et ton regard bienveillant. Tu es une femme formidable, une mère extraordinaire. Je suis fier d'être à tes côtés aujourd'hui.

Je t'aime mon Zouzou.

Gaston, mon fils, mon amour. Mon plus grand bonheur. Ce tourbillon de joie, de rires, d'amour et de fierté qui m'étreint chaque fois que je te regarde. Toi et ta mère êtes toute ma vie. Je serai derrière chacun de tes pas, où qu'ils aillent, pour te soutenir et t'emmener un peu plus loin.

Je t'aime mon fils.

A toi qui n'es pas encore né(e), tu mesures seulement 45mm, mais tu prends déjà beaucoup de place dans nos pensées, nos cœurs et nos vies. Reste bien au chaud et nous t'accueillerons avec bonheur en mai prochain.

A Pomelo, Pépa, Max, Rouki, Séga, Sekmeth et tous les autres.

Droits d'auteurs

Cette création est mise à disposition selon le Contrat :

« **Attribution-Pas d'Utilisation Commerciale-Pas de modification 3.0 France** »

disponible en ligne : <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/3.0/fr/>



Table des matières

I. INTRODUCTION	28
II. CONTEXTE	30
III. MATERIELS et METHODES	32
III.1. Matériels.....	32
III.1.1. Description de l'étude	32
III.1.2. Inclusion des patients	32
III.1.3. Données épidémiologiques globales	32
III.2. Méthodes.....	33
III.2.1. Technique chirurgicale et implant utilisé.....	33
III.2.2. Recueil radiographique et suivi post-opératoire	34
III.2.2.1. Précision concernant le recueil radiographique	34
III.2.2.2. Recueil radiographique	34
III.2.2.3. Mesure per-opératoire et post-opératoire de la TAD	36
III.2.2.3.1. Mesure per-opératoire	36
III.2.2.3.2. Mesure post-opératoire	37
III.2.3. Type de fracture, Degré d'ostéoporose et Expérience du chirurgien	38
III.2.3.1. Type de fracture	38
III.2.3.2. Degré d'ostéoporose.....	39
III.2.3.3. Expérience du chirurgien	39
III.2.4. Statistiques	39
III.2.5. Comité d'éthique et consentement.....	40
IV. RESULTATS	41
IV.1. Diagramme de flux.....	41
IV.2. Caractéristiques socio-démographiques.....	42
IV.3. Résultats sur la concordance per et post-opératoire de la TAD	43
IV.4. Autres résultats	43
IV.4.1. Déplacements secondaires malgré TAD per-opératoire < 25mm	43
IV.4.2. Facteurs liés à une TAD per-opératoire > 25mm	43
V. DISCUSSION	45
V.1. Concordance de la TAD.....	45
V.2. Taux de déplacements secondaires malgré TAD per-opératoire < 25mm	47
V.3. Facteurs liés à une TAD per-opératoire > 25mm.....	48
V.4. Limites et points forts de notre étude.....	49
VI. CONCLUSION.....	50
VII. ANNEXES	51
Références bibliographiques	54
Serment d'Hippocrate	57

Table des illustrations

Figure 1 : Anatomie régionale du fémur proximal droit.	30
Figure 2 : Radiographies des différents types de fracture de l'extrémité supérieure du fémur droit. A = fracture du col fémoral, B = fracture trochantérienne, C = fracture sous-trochantérienne, D = fracture trochantéro-diaphysaire.	31
Figure 3 : Installation du patient et de l'équipe chirurgicale pour la mise en place d'un implant intramédullaire (d'après l'Encyclopédie Médico-Chirurgicale). A = assistant, C = chirurgien, I = instrumentiste, R = amplificateur de brillance.	33
Figure 4 : Clou ZNN court de la société Zimmer Biomet®.	33
Figure 5 : Illustration de l'acquisition du cliché radiographique de profil per-opératoire. Visualisation des conséquences de l'inclinaison de la cuve de l'amplificateur de brillance ..	35
Figure 6 : La Tip Apex Distance (TAD) selon Baumgaertner, sur des radiographies de face (X_{ap}) et de profil (X_{lat}), adaptée au coefficient d'agrandissement.	36
Figure 7 : Illustration de la quantification de l'estimation visuelle de la TAD per-opératoire par mesures à la main sur clichés d'amplificateur de brillance imprimés en fin d'intervention. ...	37
Figure 8 : Mesure de la TAD sur des clichés numérisés.	38
Figure 9 : Diagramme de flux.	41
Figure 10 : Représentation graphique des odd-ratios de la régression logistique multivariée.	44
Figure 11 : Illustration de la différence entre la TAD classique (à gauche) et la calTAD (à droite) proposée par Kuzyk et al en 2012.	46

Table des tableaux

Tableau 1 : Données socio-démographiques	42
Tableau 2 : Association entre TAD > 25mm et type de fracture, degré d'ostéoporose et expérience du chirurgien.....	44

I. INTRODUCTION

Dans sa vie, une femme sur cinq et un homme sur dix présenteront une fracture de hanche, quelle qu'en soit la cause^[1,2]. L'incidence de ces fractures est estimée en France à 70 000 cas par an, parmi lesquelles 30 à 40% seulement retrouveront leur état fonctionnel antérieur^[3]. Ces fractures engagent le pronostic vital de la personne âgée et fonctionnel de la personne jeune^[4].

Parmi ces fractures, presque 60% sont des fractures trochantériennes dont le traitement chirurgical de choix chez la personne âgée de plus de 70 ans est l'ostéosynthèse^[4-7]. Cette ostéosynthèse peut se faire avec deux grands types de matériel : intra-médullaire type enclouage centromédullaire (ECM) ou extra-médullaire type plaque vissée à compression.

La complication principale de l'ostéosynthèse des fractures trochantériennes, quel que soit le matériel utilisé pour la traiter, est le déplacement secondaire caractérisé par « *le collapsus en varus de la fracture autour du matériel ainsi que le balayage de la vis céphalique à travers la tête fémorale* »^[8]. Cette complication n'est pas rare puisque son incidence peut atteindre 16%^[3,9]. Elle a comme conséquence majeure pour le patient une mortalité à 1 an estimée à 33%^[10,11].

Les facteurs de risques de déplacement secondaire sont largement étudiés et débattus dans la littérature. Une mesure radiographique appelée Tip-Apex Distance (TAD) initialement décrite par Baumgaertner et al en 1995^[8] semble se démarquer pour être le seul facteur prédictif d'échec mécanique de ces ostéosynthèses^[8,9,11-18]. Une TAD > 25mm est un facteur de risque de déplacement secondaire. La plupart des blocs opératoires ne dispose pas de la technologie nécessaire pour effectuer cette mesure informatique en temps réel sur les clichés radiographiques réalisés durant l'opération. Dans ces cas-là, le chirurgien doit utiliser une autre technique et estimer visuellement la TAD en prenant des repères radiographiques bien définis^[19].

A notre connaissance, aucune étude n'a évalué la concordance entre l'estimation visuelle per-opératoire de la TAD et son contrôle post-opératoire réalisé sur un système informatique numérisé, considéré comme le gold-standard.

Nous avons pour objectifs de répondre à 3 questions :

- 1) Existe-t-il une concordance entre la TAD estimée visuellement sur les clichés per-opératoires et celle contrôlée sur les radiographies post-opératoires ? (*objectif principal*)
- 2) Une TAD per-opératoire inférieure à 25mm permet-elle d'obtenir un taux de déplacement secondaire inférieur à 5% ?
- 3) Existents-ils des facteurs pouvant expliquer une TAD per-opératoire supérieure à 25mm malgré les conséquences connues de déplacements secondaires ?

Pour cela nous avons respectivement comme critères de jugement :

- La mesure de la TAD sur les clichés papiers d'amplificateur de brillance en per-opératoire et sur les clichés numérisés en post-opératoire. (*critère principal*)
- Le pourcentage de déplacements secondaires dans la population de patients avec une TAD per-opératoire inférieure à 25mm.
- L'association entre une TAD per-opératoire supérieure à 25mm et le type de fracture, le degré radiologique d'ostéoporose, l'expérience de l'opérateur.

L'hypothèse de notre travail était qu'il existait une bonne concordance entre la TAD estimée visuellement sur les clichés per-opératoires et celle contrôlée sur les clichés post-opératoires numérisés.

II. CONTEXTE

On regroupe sous le terme de « fractures de hanche » l'ensemble des fractures touchant l'extrémité supérieure du fémur. Elles représentent 11,5% de l'ensemble des fractures et touchent 3 femmes pour 1 homme^[20]. Leur fréquence augmente de façon exponentielle avec l'âge pour une moyenne de survenue de 80 ans^[4].

Ces fractures sont réparties en plusieurs groupes selon leur localisation anatomique. L'extrémité supérieure du fémur comprend la tête fémorale, le col fémoral et le massif trochantérien descendant par définition jusqu'à 2,5cm sous le petit trochanter. (Figure 1)

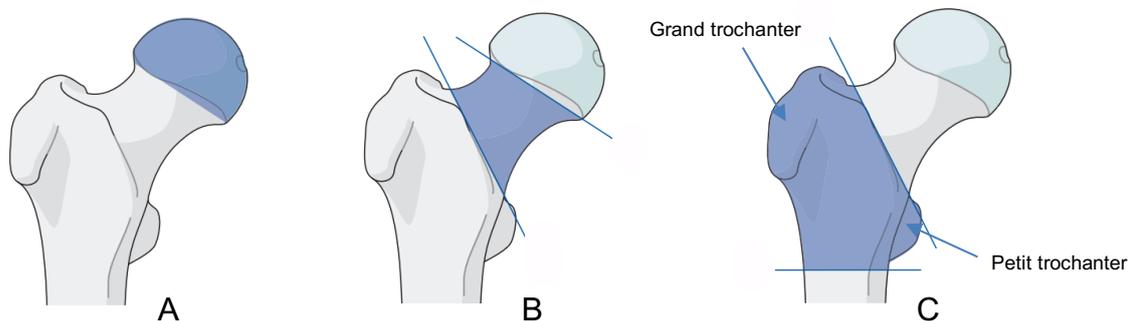


Figure 1 : Anatomie régionale du fémur proximal droit.
A = tête fémorale, B = col fémoral, C = massif trochantérien.

Les fractures sont dites intra-capsulaires si elles touchent la tête ou le col fémoral, elles sont dites extra-capsulaires si elles touchent le massif trochantérien ou la région sous-trochantérienne.

Leur fréquence se répartit de la façon suivante :

- Fractures intra-capsulaires :
 - o Tête fémorale : < 1%
 - o Col fémoral : 39%
- Fractures extra-capsulaires :
 - o Massif trochantérien : 55%
 - o Sous-trochantérienne et trochantéro-diaphysaire : 5%

Les fractures intra-capsulaires déplacées nécessitent généralement une prise en charge chirurgicale, le plus souvent par arthroplastie en raison de l'atteinte vasculaire initiale qui compromet la vitalité de la tête fémorale et augmente le risque d'évolution naturelle vers l'ostéonécrose.

Les fractures extra-capsulaires ne mettent pas en jeu la vascularisation de la tête fémorale et sont donc traitées chirurgicalement par ostéosynthèse en raison de leur fort potentiel de consolidation.

Notre étude portera sur les fractures extra-capsulaires et plus particulièrement sur celles du massif trochantérien (dites fractures trochantériennes). (Figure 2)

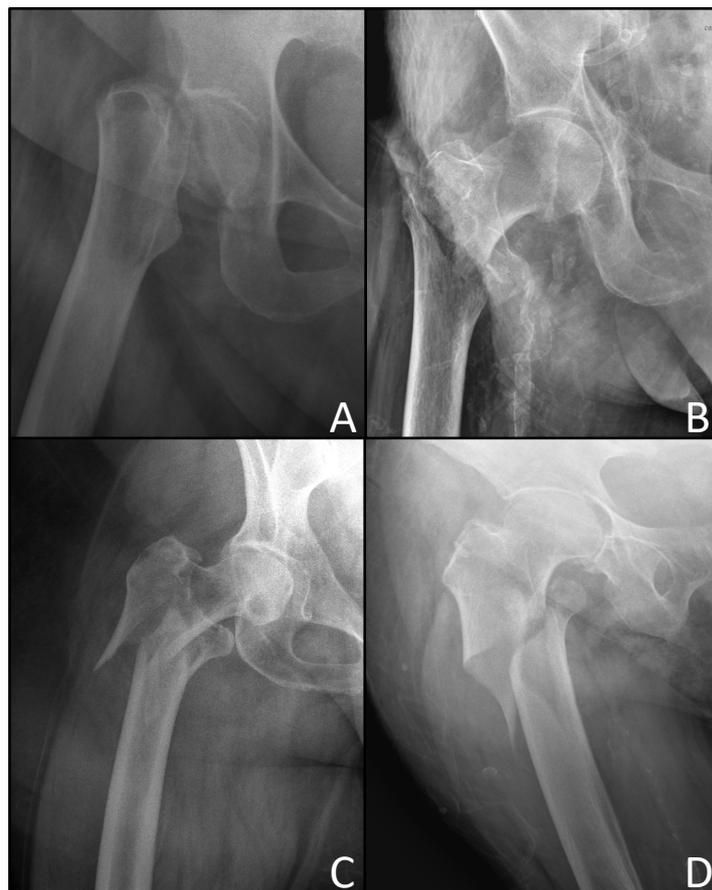


Figure 2 : Radiographies des différents types de fracture de l'extrémité supérieure du fémur droit.
A = fracture du col fémoral, B = fracture trochantérienne,
C = fracture sous-trochantérienne, D = fracture trochantéro-diaphysaire.

III. MATERIELS et METHODES

III.1. Matériels

III.1.1. Description de l'étude

Il s'agissait d'une étude observationnelle de cohorte prospective, monocentrique, multi-opérateurs portant sur les patients opérés au sein du service d'Orthopédie-Traumatologie du CHU de Limoges entre mai 2019 et mai 2020.

III.1.2. Inclusion des patients

Les critères d'inclusion des patients dans notre étude étaient :

- Un âge supérieur à 70 ans au moment du traumatisme,
- Une fracture fermée extra-capsulaire trochantérienne de l'extrémité supérieure du fémur survenue lors d'une chute mécanique.

Les critères de non-inclusion des patients étaient :

- Un âge inférieur à 70 ans au moment du traumatisme,
- Une fracture pathologique,
- Une fracture de l'extrémité supérieure du fémur intra-capsulaire,
- Une fracture de l'extrémité supérieure du fémur extra-capsulaire autre que trochantérienne (sous-trochantérienne ou trochantéro-diaphysaire),
- Une fracture d'un autre site survenue lors du même traumatisme.

III.1.3. Données épidémiologiques globales

Au cours de l'inclusion initiale des patients, nous avons recueilli les données suivantes :

- L'âge,
- Le sexe,
- Le côté atteint,
- Le score de l'American Society of Anesthesiology (ASA). (*Annexe 1*)

III.2. Méthodes

III.2.1. Technique chirurgicale et implant utilisé

Les patients admis aux Urgences de notre institution pour fracture trochantérienne et remplissant les critères d'inclusion étaient pris en charge au bloc opératoire pour ostéosynthèse sous anesthésie générale ou locorégionale, en décubitus dorsal sur table orthopédique. Dans un premier temps, la fracture était réduite par manœuvres externes sous contrôle d'un amplificateur de brillance. Une fois la réduction obtenue, l'intervention était pratiquée selon une voie d'abord latérale et une technique classique d'ostéosynthèse centromédullaire. (Figure 3)

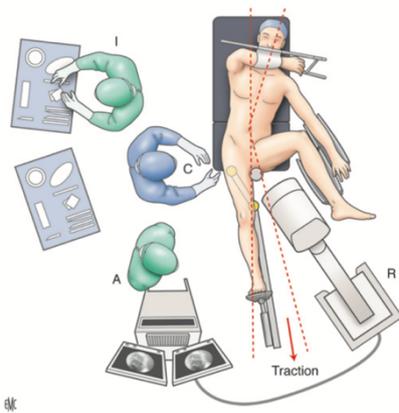


Figure 3 : Installation du patient et de l'équipe chirurgicale pour la mise en place d'un implant intramédullaire (d'après l'Encyclopédie Médico-Chirurgicale).
A = assistant, C = chirurgien, I = instrumentiste,
R = amplificateur de brillance.

Toutes les ostéosynthèses ont été réalisées à l'aide d'un clou centromédullaire court type Zimmer Natural Nail, standard, 125°, longueur 215mm, diamètre 10mm (ZNN, Zimmer Biomet®, Indiana, États-Unis). (Figure 4)



Figure 4 : Clou ZNN court de la société Zimmer Biomet®.
Produit fini à gauche. Représentation du matériel en place à droite.

III.2.2. Recueil radiographique et suivi post-opératoire

III.2.2.1. Précision concernant le recueil radiographique

Concernant l'acquisition radiographique nécessaire à la mesure de la TAD, la description initiale faite par Baumgaertner ne mentionnait pas de conditions précises de réalisation, hormis « *un cliché de face et de profil* ». Cela pouvait mener à plusieurs interprétations et à des résultats différents^[21,22]. Les variations de la TAD selon l'angle de rotation du membre inférieur et la position de l'amplificateur de brillance sont bien connues mais ne font pas l'objet de notre étude^[23].

Nous ne cherchions pas à confirmer la validité de la TAD puisque celle-ci l'a déjà été abondamment dans la littérature^[8,11,12,24-27]. Nous voulions évaluer sa concordance per et post-opératoire, quelle que soit la valeur initiale per-opératoire. Il était donc primordial d'obtenir des clichés radiographiques reproductibles et de réalisation aisée.

III.2.2.2. Recueil radiographique

Les clichés radiographiques per-opératoires étaient réalisés de face rotule au zénith et de profil avec inclinaison de la cuve de l'amplificateur de brillance de 15° pour compenser l'antéversion naturelle du col fémoral et ainsi obtenir un profil strict du col fémoral.

Pour le cliché de profil, nous avons opté pour cette incidence particulière car elle permettait d'une part d'avoir une vue dans l'axe du col et non pas dans l'axe de la diaphyse fémorale, et d'autre part d'obtenir un cliché reproductible, sans dépendre de la personne qui le réalisait. En effet, le critère de réussite du cliché de profil était obtenu lorsque la vis céphalique était alignée avec le reste de la diaphyse, ce qui minimise les erreurs de rotation et donne une reproductibilité plus importante. Le cliché dans l'axe du col fémoral permet une meilleure visualisation du centrage de la vis céphalique. Les clichés étaient imprimés sur papier en fin d'intervention (il n'existe pas de transfert numérique disponible dans notre centre) et colligés dans le dossier du patient. (*Figure 5*)

Les radiographies de contrôle post-opératoire immédiates (J0 ou J1) n'étaient pas incluses dans notre étude car la douleur ne permettait pas leur réalisation correcte. L'interprétation était donc impossible dans la majorité des cas.

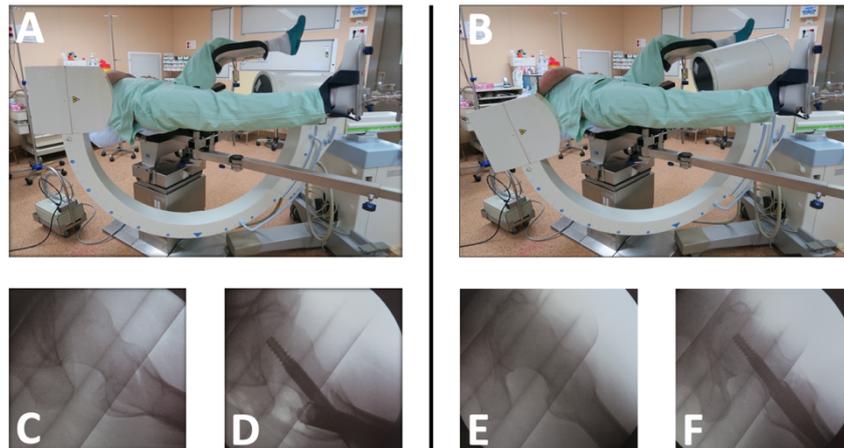


Figure 5 : Illustration de l'acquisition du cliché radiographique de profil per-opérateur. Visualisation des conséquences de l'inclinaison de la cuve de l'amplificateur de brillance à 0° (A) et à 15°(B) sur les clichés radiographiques avant ostéosynthèse (C et E) et après ostéosynthèse (D et F).

L'appui complet était prescrit pour tous les patients en post-opératoire immédiat.

Les patients étaient revus pour un contrôle clinique et radiographique à 6 semaines, 3 mois et 6 mois post-opératoire avec des radiographies de hanche de face et de profil du col fémoral en incidence de Lequesne, qui permet la même visualisation du col fémoral que celle réalisée durant l'intervention.

La TAD post-opératoire a été calculée à la consultation des 6 semaines. Nous avons surveillé la survenue d'un déplacement secondaire jusqu'à 6 mois post-opératoire.

Les radiographies post-opératoires étaient disponibles sous forme numérisées sur l'outil numérique *Picture Archiving and Communication System* (PACS).

III.2.2.3. Mesure per-opératoire et post-opératoire de la TAD

La TAD a été définie par Baumgaertner et al en 1995 comme « la somme des distances, en millimètres, de l'extrémité de la vis cervico-céphalique au sommet de la tête fémorale, sur des radiographies de face et de profil, adapté au coefficient d'agrandissement. »^[8]. (Figure 6)

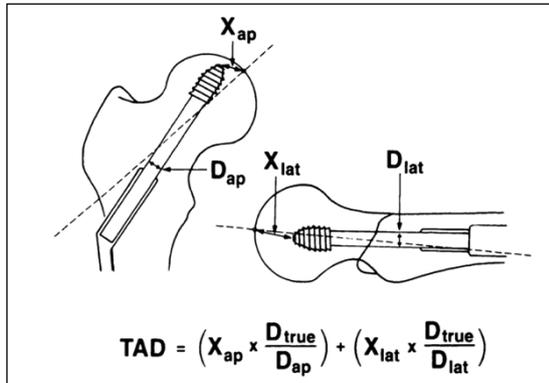


Figure 6 : La Tip Apex Distance (TAD) selon Baumgaertner, sur des radiographies de face (X_{ap}) et de profil (X_{lat}), adaptée au coefficient d'agrandissement.

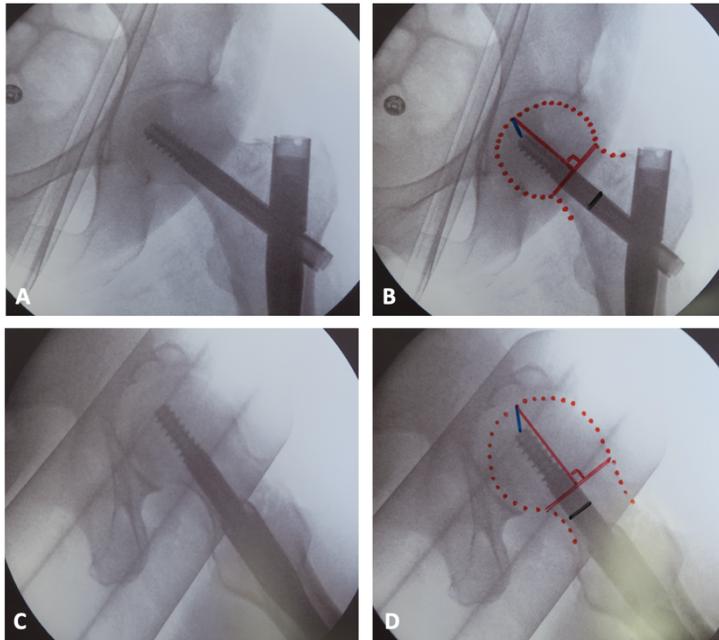
D_{true} = diamètre connu du matériel d'ostéosynthèse tel que décrit dans la documentation du constructeur.
 D_{ap} = diamètre de la vis céphalique mesuré sur le cliché de face.

D_{lat} = diamètre de la vis céphalique mesuré sur le cliché de profil.

III.2.2.3.1. Mesure per-opératoire

Dans notre institution, la mesure de la TAD ne peut pas être calculée numériquement pendant l'intervention. Elle est estimée visuellement par le chirurgien sur les clichés réalisés avec amplificateur de brillance, selon la technique décrite par Berstock et al^[19] en 2012 et reprise par Wijeratna et al^[28] en 2014. Cette technique consiste à prendre comme référence visuelle le diamètre de la vis céphalique implantée, qui est connu et constant (10,5mm dans notre étude). Si le chirurgien parvient à maintenir une distance entre l'extrémité de la vis céphalique et l'apex de la tête fémorale inférieure à l'épaisseur visuelle de la vis céphalique, sur le cliché de face et de profil, alors la TAD est forcément inférieure ou égale à 25mm.

Dans le cadre de notre étude, nous avons imprimé ces clichés afin de pouvoir quantifier cette estimation visuelle par des mesures à la main directement sur papiers en utilisant la technique de mesure post-opératoire numérique décrite ci-après. (Figure 7)



FACE	Mesurée	Réelle
TAD _{face} (mm)	8	$(8 \times 10,5) / 8 = 10,5$
Diamètre Vis Céphalique (mm)	8	10,5

$$\text{TAD}_{\text{totale}} = 10,5 + 9,45 = 19,95\text{mm}$$

PROFIL	Mesurée	Réelle
TAD _{profil} (mm)	9	$(9 \times 10,5) / 10 = 9,45$
Diamètre Vis Céphalique (mm)	10	10,5

Figure 7 : Illustration de la quantification de l'estimation visuelle de la TAD per-opératoire par mesures à la main sur clichés d'amplificateur de brillance imprimés en fin d'intervention.

A et C : clichés de face et de profil de hanche après ostéosynthèse.

B et D : tracés des contours de la tête fémorale et du col (pointillés rouges), des lignes permettant de trouver l'apex de la tête fémorale (lignes rouges), de la TAD (ligne bleue) et du diamètre de la vis céphalique (ligne noire).

III.2.2.3.2. Mesure post-opératoire

Lors de la consultation de contrôle à 6 semaines, nous avons réalisé les mesures de la TAD à l'aide de l'outil numérique PACS selon la méthode décrite par Johnson et al^[29], qui est la méthode de référence la plus reproductible. (Figure 8)

Pour déterminer le sommet de la tête fémorale, nous avons dans un premier temps dessiné un cercle qui épouse les contours de la tête fémorale. Nous avons ensuite tracé une ligne entre les points d'intersection du cercle avec le col fémoral. Puis nous avons tracé une ligne perpendiculaire à la première ligne, passant par le milieu de la tête fémorale. Le point d'intersection entre cette deuxième ligne et le cercle initial définit l'apex de la tête fémorale. Pour calibrer notre image et ainsi obtenir une échelle permettant les calculs, nous avons utilisé la seule donnée connue de la radiographie : le diamètre de la vis céphalique implantée (10,5mm pour tous les patients). Une fois cette calibration effectuée, la TAD était mesurée entre l'extrémité de la vis céphalique et l'apex de la tête fémorale, additionnée sur le cliché de face et de profil.

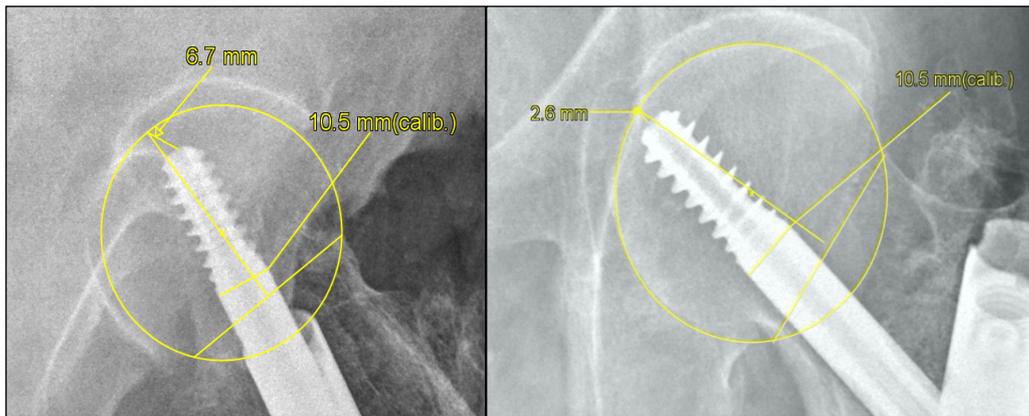


Figure 8 : Mesure de la TAD sur des clichés numérisés selon la méthode de référence décrite par Johnson et al.

Les mesures post-opératoires ont été effectuées par un chirurgien du service et contrôlées en aveugle par un radiologue indépendant. Les mesures discordantes ont été relues par une troisième personne (chirurgien indépendant), la moyenne des trois mesures a été prise en compte dans ces cas-là.

III.2.3. Type de fracture, Degré d'ostéoporose et Expérience du chirurgien

III.2.3.1. Type de fracture

Le type de fracture était déterminé sur les radiographies initiales selon la classification de l'*Arbeitsgemeinschaft für Osteosynthesefragen/Orthopedic Trauma Association (AO/OTA)* et réparti en 2 groupes : fractures stables (A1) et instables (A2, A3). Cette classification comporte également 3 sous-groupes pour chaque classe (A1.1, A1.2, A1.3, etc...). Elle a été préférée à la classification de Ender, pourtant plus exhaustive, en raison d'une meilleure reproductibilité inter et intra-observateur si on ne considère que les groupes simples A1, A2, et A3^[30,31]. Le caractère instable était défini par une comminution du petit trochanter et l'absence de console médiale. (Annexe 2)

Cette analyse radiographique a été réalisée indépendamment par deux chirurgiens du service. Les cas discordants ont été relus par un troisième chirurgien indépendant. Le classement majoritaire a été retenu dans ces cas-là.

III.2.3.2. Degré d'ostéoporose

Le degré d'ostéoporose a été déterminé selon l'index radiographique de Singh^[32]. Pour cela nous avons utilisé le cliché radiographique du bassin de face réalisé aux urgences dans le cadre du bilan initial, afin d'examiner l'architecture osseuse du côté sain. Il s'agit d'une méthode simple d'évaluation de la densité minérale osseuse selon la présence ou non de certaines travées au niveau du col fémoral sur une radiographie de hanche de face. La classification s'étend de 6 (densité minérale normale) à 1 (ostéoporose sévère). Le diagnostic d'ostéoporose était retenu pour un score inférieur ou égal à 3. (*Annexe 3*)

III.2.3.3. Expérience du chirurgien

L'expérience du chirurgien a été évaluée en fonction de l'avancée de sa formation chirurgicale. Dans notre institution, l'ostéosynthèse des fractures trochantériennes est classiquement réalisée par un interne spécialisé en chirurgie orthopédique, sous la supervision directe d'un chirurgien sénior en salle d'intervention. Nous avons donc réparti les 11 internes en deux groupes, selon qu'ils étaient dans leur première (7 internes) ou deuxième (4 internes) moitié d'internat.

III.2.4. Statistiques

Les données ont été recueillies dans un tableur Excel[®] et les analyses statistiques réalisées grâce au logiciel Stata12[®]. Le degré de significativité choisi était de 5%.

Nous avons dans un premier temps réalisé des statistiques descriptives pour les variables étudiées. Les variables qualitatives (sexe, côté opéré, type de fracture, degré d'ostéoporose, expérience de l'opérateur, TAD > 25mm, déplacements secondaires) étaient exprimées par leurs effectifs et pourcentages. Les variables quantitatives (âge, score ASA) étaient exprimées par la moyenne, l'écart-type et les extrêmes.

Pour répondre à l'objectif principal, nous avons évalué la concordance entre les deux méthodes de mesure de la TAD grâce au calcul du Kappa de Cohen K.

Pour répondre aux objectifs secondaires, l'association entre les deux variables qualitatives « TAD » et « déplacements secondaires » a été évaluée par un test exact de Fisher. L'association entre la variable dépendante « TAD > 25mm » et les variables indépendantes « type de fracture », « degré d'ostéoporose » et « expérience du chirurgien » a été évaluée par une analyse univariée en utilisant le test du Chi 2. Ces variables d'intérêt ont ensuite été incluses dans un modèle multivarié de régression logistique pas-à-pas descendante et un test de Hosmer et Lemeshow a été réalisé pour déterminer une p-value.

III.2.5. Comité d'éthique et consentement

Notre étude a reçu l'avis favorable du comité d'éthique de notre institution (N°313-2019-79).

Les patients étaient informés de l'existence de l'étude avant leur sortie d'hospitalisation, avec la remise d'une notice d'information. Ils avaient la possibilité de quitter l'étude à tout moment sans condition. L'inclusion ou non dans l'étude ne changeait en rien la prise en charge médico-chirurgicale puisqu'il s'agissait de mesures réalisées sur des radiographies de suivi standard.

IV. RESULTATS

IV.1. Diagramme de flux

Entre mai 2019 et novembre 2019, 178 patients de plus de 70 ans présentant une fracture de l'extrémité supérieure du fémur ont été admis aux Urgences de notre institution. Parmi eux, 80 présentaient au moins 1 critère d'exclusion.

Le diagramme de flux suivant représente la répartition des patients tout au long de notre étude. (Figure 9)

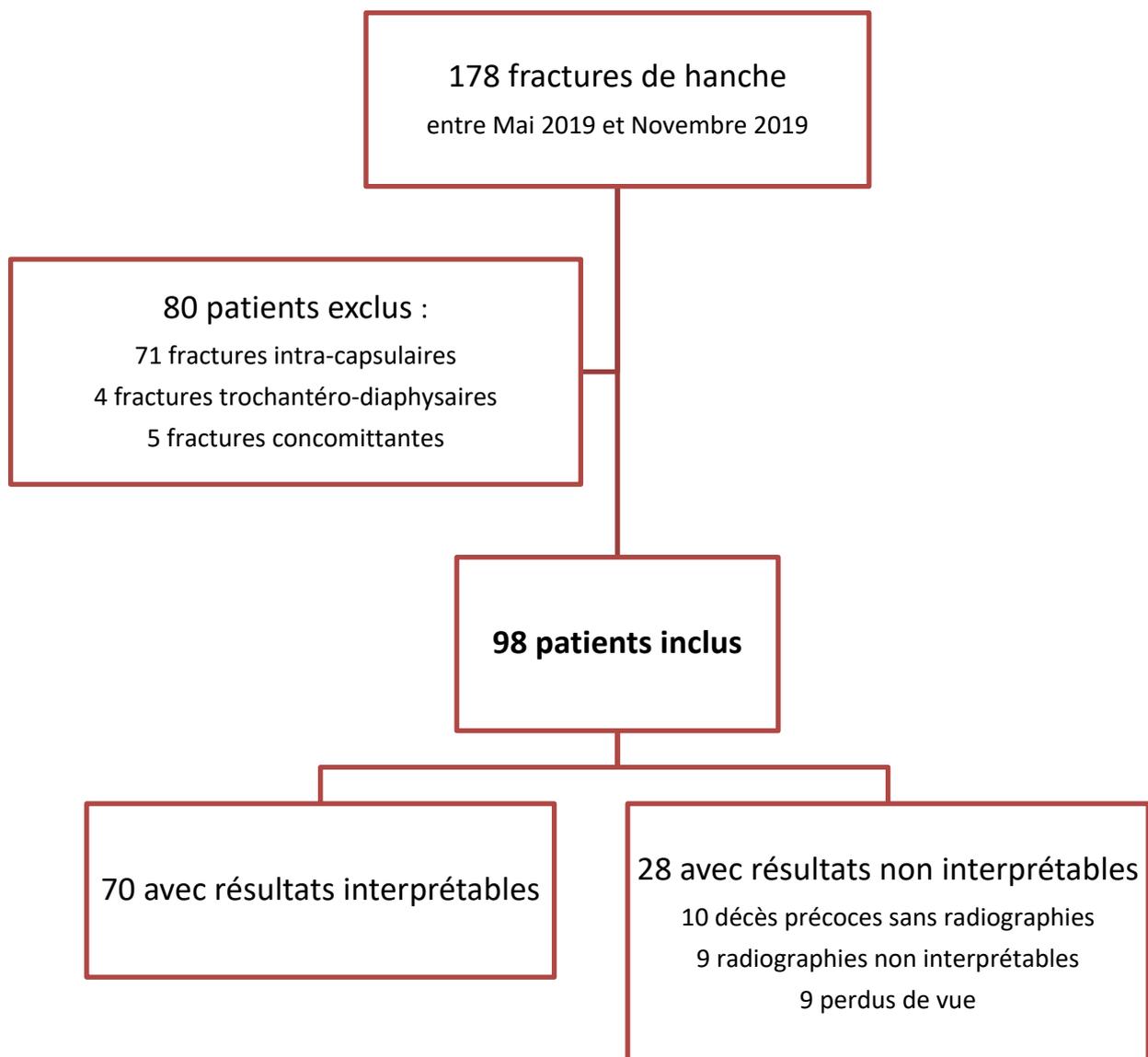


Figure 9 : Diagramme de flux

IV.2. Caractéristiques socio-démographiques

Au total, 98 patients ont été inclus dans notre étude et ont été opérés par ostéosynthèse pour fracture isolée trochantérienne, parmi lesquels 70 ont pu être suivis pendant 6 mois avec des radiographies interprétables.

Les 28 patients (28,6%) exclus présentait des résultats non interprétables : 10 (10,2%) sont décédés avant la première consultation de contrôle à 6 semaines post-opératoire, 9 (9,2%) présentaient des radiographies de contrôle effectuées avec des degrés de rotation fémorale les rendant non interprétables, 9 (9,2%) ont été perdus de vue. Parmi les 10 décès précoces, 4 (40%) avaient une TAD > 25mm en per-opératoire (comprise entre 25 et 28 mm) et 6 (60%) avaient une TAD per-opératoire < 25mm.

Sur les 70 patients avec résultats interprétables, 61 (87,15%) avaient une TAD per-opératoire < 25mm, 6 (8,57%) avaient une TAD per-opératoire comprise entre 25 et 30mm et 3 (4,28%) avaient une TAD per-opératoire > 30mm.

Le détail des données socio-démographiques de notre étude est présenté dans le *tableau 1*.

Patients opérés avec radiographies interprétables		n=70
Age au moment de la fracture		87 ans (+/- 8 ans) [min : 70 ; max : 100]
Sexe		
Homme		16 (22,86%)
Femme		54 (77,14%)
Coté Opéré		
Droit		34 (48,5%)
Gauche		36 (51,5%)
Score ASA moyen		3 (+/- 0,81) [min : 1 ; max : 4]
Types de Fracture		
Type 1		29 (41,4%)
Type 2		30 (42,8%)
Type 3		11 (15,8%)
Degré d'Ostéoporose		
Degré 1-2-3		48 (68,6%)
Degré 4-5-6		22 (31,4%)
Expérience du chirurgien		
Jeune opérateur		47 (67,1%)
Vieil opérateur		23 (32,9%)

Tableau 1 : Données socio-démographiques

IV.3. Résultats sur la concordance per et post-opératoire de la TAD

Parmi les 70 patients opérés et avec des radiographies post-opératoires interprétables, 65 (92%) avaient des mesures de la TAD per et post-opératoires concordantes. Le coefficient de concordance calculé à l'aide du test Kappa de Cohen était de 0,7202 (IC 95%=0,4905-0,9499). Il existait donc une forte concordance entre l'estimation visuelle per-opératoire de la TAD et sa mesure post-opératoire numérisée.

La TAD moyenne per-opératoire était de 19,56mm (+/- 5,31) [min : 8 ; max : 34] et la TAD moyenne à 6 semaines post-opératoire était de 21,3mm (+/-5,49) [min : 9,9 ; max : 37,8].

Cinq patients présentaient des résultats non concordants, 4 (80%) avec une TAD post-opératoire > 25mm alors que la TAD per-opératoire était < 25mm. 1 patient (20%) avait une TAD per-opératoire > 25mm et qui a été contrôlée < 25mm en post-opératoire.

IV.4. Autres résultats

IV.4.1. Déplacements secondaires malgré TAD per-opératoire < 25mm

Parmi les 70 patients opérés et avec des radiographies post-opératoires interprétables, 61 (87,15%) avaient une TAD < 25mm durant l'intervention. Parmi ces 61 patients, 2 (3,28%) ont présenté un déplacement secondaire dont 1 avait des mesures non concordantes entre sa TAD per et post-opératoire (19,6mm en per-opératoire et 32,9mm en post-opératoire). Les 2 cas avaient un score ASA à 4. Pour les 2 cas le déplacement est survenu après 6 semaines et avant 3 mois et a nécessité une chirurgie pour ablation du matériel d'ostéosynthèse et mise en place d'une prothèse de reconstruction.

IV.4.2. Facteurs liés à une TAD per-opératoire > 25mm

Parmi les 98 patients inclus, 16 avaient une TAD per-opératoire > 25mm (moy : 28,4 +/- 5,46, min : 25,2 ; max : 36,3). L'analyse univariée a mis en évidence l'absence d'association statistiquement significative entre la présence d'une TAD > 25mm et le type de fracture (p=0,7290), le degré d'ostéoporose (p=0,5701) et l'expérience du chirurgien (p=1).

Le détail des résultats est présenté dans le *tableau 2*.

	Effectif (n)	Pourcentage (%)	p-value
Type fracture			0,7290
Type A1	7	43,75	
Type A2	5	31,25	
Type A3	4	25	
Degré d'ostéoporose			0,5701
Degré 1-2-3	12	75	
Degré 4-5-6	4	25	
Expérience du chirurgien			1
Jeune opérateur	12	75	
Vieil opérateur	4	25	

Tableau 2 : Association entre TAD > 25mm et type de fracture, degré d'ostéoporose et expérience du chirurgien.

Nous avons utilisé un modèle de régression logistique multivariée, afin de déterminer l'interaction entre les variables et de confirmer notre résultat précédent.

Le graphique ci-dessous ne met en évidence aucune association significative entre ces trois facteurs et une TAD per-opératoire > 25mm. En effet, l'intervalle de confiance de la mesure d'association (odd-ratios) inclut systématiquement la valeur 1. La p-value du test de Hosmer et Lemeshow étant supérieure à 5%, nous n'avons pas retrouvé dans notre étude que les variables analysées étaient des facteurs de risque de TAD > 25mm. (Figure 10)

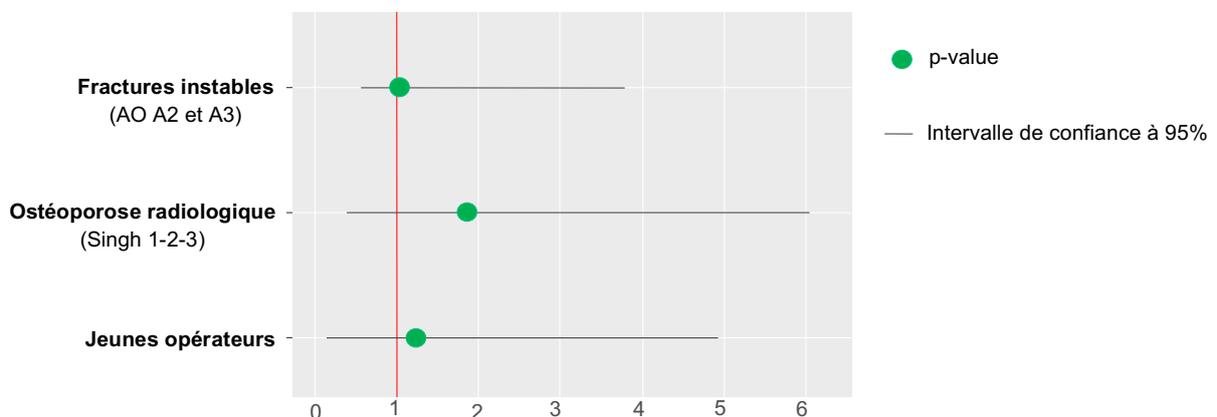


Figure 10 : Représentation graphique des odd-ratios de la régression logistique multivariée.

V. DISCUSSION

L'hypothèse principale de notre étude était qu'il existait une bonne concordance entre l'estimation visuelle per-opératoire de la TAD et son contrôle numérique post-opératoire. Cette hypothèse a été vérifiée avec une concordance dite forte.

V.1. Concordance de la TAD

Le déplacement secondaire de la fracture autour du matériel d'ostéosynthèse est une complication redoutée du traitement chirurgical des fractures trochantériennes depuis plus de 80 ans^[33].

Le concept de TAD a considérablement amélioré la pratique clinique et la survie des patients puisque Baumgaertner et al^[26] ont prouvé d'une part que le taux de déplacement secondaire chutait de façon significative après l'introduction de la notion de TAD auprès des équipes chirurgicales (passage d'un taux de déplacement secondaire de 7% à 0% dans leur étude), et d'autre part que c'était le seul facteur significativement prédictif de déplacement secondaire parmi ceux recherchés habituellement (type de fracture, qualité de la réduction, degré d'ostéoporose).

La position de la vis céphalique est importante afin d'éviter ce déplacement secondaire. Elle est sujet à débat avec une position « centre-centre » (centrée sur le cliché de face et de profil) longtemps considérée comme le gold-standard^[34], notamment par Baumgaertner lorsqu'il a décrit la TAD en 1995^[8]. Plus récemment, certains auteurs ont mis en évidence une stabilité équivalente du montage avec une vis céphalique positionnée dans le tiers inférieur sur le cliché de face et en position centrale sur le cliché de profil (position « inférieure-centre »)^[35,36].

Cette nouvelle référence tend à éloigner l'extrémité de la vis céphalique de l'apex de la tête fémorale et donc à augmenter la TAD. Ce qui a conduit Kuzyk et al^[37] en 2012 à proposer une nouvelle TAD calculée sur une vis en position « inférieure-centre » : la calTAD. Le changement réside dans la référence choisie sur le cliché de face qui n'est plus une ligne passant par le centre du col fémoral mais une ligne tangentielle au bord inférieur du col, appelé calcar. (*Figure 11*)

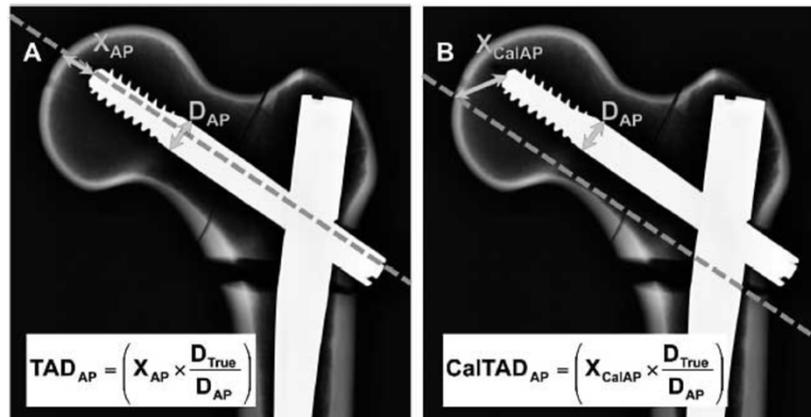


Figure 11 : Illustration de la différence entre la TAD classique (à gauche) et la calTAD (à droite) proposée par Kuzyk et al en 2012.

Cette nouvelle mesure n'a pas prouvé sa supériorité pour évaluer le risque de déplacement secondaire par comparaison à la TAD « classique »^[38]. C'est pourquoi nous avons choisi d'utiliser pour notre étude la TAD « classique » qui est la mesure la plus décrite et la plus couramment utilisée.

Notre étude ne comportait que des clous centromédullaires. Or, la TAD a été calculée initialement sur le matériel utilisé fréquemment à l'époque pour traiter les fractures trochantériennes : la plaque vissée à compression. Depuis une quinzaine d'année, l'enclouage centromédullaire prend une place de plus en plus importante pour devenir dans certaines parties du globe le traitement de référence des ostéosyntheses des fractures trochantériennes^[39]. Plusieurs avantages sont avancés comme la réduction de la taille de l'incision, la diminution de la perte sanguine per-opératoire, du temps opératoire et de la durée d'hospitalisation, ainsi que l'augmentation de la stabilité du montage par médialisation du bras de levier mécanique^[40]. Yam et al^[41] en 2017 et John et al^[13] en 2019 ont conduit deux études pour analyser la TAD sur les clous centromédullaires et leurs résultats mettent en évidence la validité de celle-ci comme facteur prédictif de déplacement secondaire avec ce type de matériel.

Toutes les études que nous avons pu consulter et que nous avons citées précédemment prennent en compte les clichés radiographiques post-opératoires pour calculer la TAD. Il s'agissait soit de films radiographiques imprimés, soit plus récemment de versions numériques digitalisées. Nous n'avons trouvé aucune étude publiée à ce jour évaluant la concordance entre la mesure estimée visuellement pendant l'intervention et la mesure réalisée et contrôlée sur des radiographies post-opératoires.

La forte concordance constatée dans notre analyse statistique ($k=0,7202$ [IC95%=0,4905-0,9499]) doit donc conforter le chirurgien à se fier à l'estimation visuelle pour positionner au mieux sa vis céphalique et ainsi réduire le taux de déplacement secondaire potentiel. En d'autres termes, l'estimation visuelle de la TAD sur des clichés per-opératoires est suffisante pour obtenir une TAD post-opératoire $< 25\text{mm}$.

Récemment, un nouvel outil est apparu sur le marché capable de calculer en temps réel la TAD lors de l'ostéosynthèse. Il s'agit du système ADAPT2.0[®] du laboratoire Stryker[®] qui permet une navigation per-opératoire afin d'ajuster la TAD et la longueur de la vis céphalique. Ce système a l'avantage d'être précis^[42], mais présente comme inconvénients majeures son coût (environ 150€ supplémentaire par intervention), la nécessité de se procurer l'ancillaire dédié (écran de contrôle externe, Fluorodisk à coller sur l'amplificateur de brillance, clips à monter sur le clou), la compatibilité exclusive avec le clou Gamma 3[®] du même laboratoire Stryker[®] et les quelques erreurs de reconnaissance entre la paroi acétabulaire et la tête fémorale^[43]. Cependant, malgré ces inconvénients, cela reste une piste très prometteuse pour l'avenir puisque le système tendra à se démocratiser aux autres laboratoires selon les lois de la concurrence et du marché.

V.2. Taux de déplacements secondaires malgré TAD per-opératoire $< 25\text{mm}$

Dans notre étude, le taux de déplacements secondaires parmi les patients présentant une TAD per-opératoire $< 25\text{mm}$ était de 3,28%. Ce taux est concordant avec la littérature puisque les chiffres rapportés peuvent varier de 0% à 16%, avec une moyenne à 5%^[9,11-13,15-18].

La notion de « déplacement secondaire » est à nuancer car elle peut être source de confusion. Il faut distinguer le déplacement secondaire avec extrusion intra-articulaire du matériel et le déplacement secondaire sans extrusion du matériel. Dans le second cas, le pronostic fonctionnel n'est pas engagé car il s'agit d'une « impaction » du foyer de fracture qui conduit le plus souvent à une consolidation osseuse normale, malgré la dénomination commune de « déplacement secondaire ». John et al^[13] en 2019 ont montré que la TAD n'était valable que pour évaluer le risque de déplacement secondaire avec extrusion intra-articulaire du matériel d'ostéosynthèse. Une piste de réflexion concernant l'évaluation du déplacement secondaire sans extrusion du matériel d'ostéosynthèse pourrait résider dans l'analyse des patients présentant une mesure non concordante entre la TAD per-opératoire et post-opératoire. En effet, nous avons constaté dans notre étude que 4 patients présentaient une TAD $< 25\text{mm}$ en per-opératoire et $> 25\text{mm}$ en post-opératoire, sans qu'il n'y ai eu de déplacement secondaire avec extrusion du matériel par la suite. Même si aucun résultat ne peut être interprété en ce sens dans notre étude, nous pensons que la variation de cette TAD au fur et à mesure de la

consolidation osseuse pourrait représenter une évaluation du déplacement secondaire sans extrusion du matériel d'ostéosynthèse.

Enfin, il est à souligner que notre taux de déplacement secondaire situé dans la moyenne basse de la littérature pourrait s'expliquer par le fait que les chirurgiens du service étaient conscients de la réalisation de l'étude, ce qui a pu entraîner un biais d'information.

V.3. Facteurs liés à une TAD per-opératoire > 25mm

Nous avons supposé qu'une fracture instable, un degré d'ostéoporose élevé ou une faible expérience du chirurgien pourraient constituer un facteur de risque de conserver une TAD > 25mm malgré l'incidence connue de déplacement secondaire qui en découle. En effet, un os très ostéoporotique a de fortes chances de produire une fracture comminutive et instable, difficile à réduire et à ostéosynthéser, en particulier par un jeune chirurgien.

Les données socio-démographiques de notre étude nous positionnaient dans une situation optimale pour mettre en évidence une association entre les trois facteurs cités et une TAD per-opératoire > 25mm. En effet, 58,6% des fractures étaient instables (AO A2 et A3), 68,6% des patients présentaient une ostéoporose radiologique (Singh 1, 2, ou 3) et 67,1% des opérateurs étaient dans leur première moitié d'internat.

Cependant, l'analyse statistique n'a révélé aucune association statistiquement significative entre ces trois facteurs et une TAD per-opératoire > 25mm dans notre étude.

Ces résultats sont cohérents avec la littérature puisqu'aucun facteur de risque de déplacement secondaire n'a été mis en évidence de façon significative à ce jour, hormis une TAD > 25mm^[9,11-13,15-18].

En ce qui concerne le type de fracture et le degré d'ostéoporose, il faut souligner qu'il s'agit peut-être dans le cadre de notre étude d'un manque de puissance statistique en raison d'un nombre trop faible de patients, puisque cela ne constituait pas notre objectif principal de travail. En effet, malgré des odd-ratios comprenant la valeur 1, nous pouvons observer que ces deux facteurs vont dans le sens d'une influence sur la TAD. Cela pourrait faire l'objet d'une étude de plus grande ampleur dont l'objectif principal serait centré sur l'influence des facteurs extérieurs sur la valeur de la TAD per-opératoire.

En ce qui concerne l'expérience du chirurgien, nous pensons que les résultats non significatifs peuvent être dus à l'effort de pédagogie réalisé dans le service pour informer les chirurgiens du concept de TAD, de la technique de réalisation de l'estimation visuelle per-opératoire et des conséquences sur le taux de déplacement secondaire au long terme.

V.4. Limites et points forts de notre étude

Une limite de notre étude est le suivi qui est relativement faible : 6 mois uniquement après l'intervention. Nous avons choisi ce délai car au-delà le déplacement secondaire n'est plus uniquement en rapport avec le positionnement de la vis céphalique mais avec un défaut de consolidation osseuse.

Une autre limite est le taux important de résultats non interprétables (28 patients sur 98 [28,5%]), ce qui est malheureusement l'apanage des séries de traumatologie. Cependant nous pensons que les résultats des patients décédés ou perdus de vue seraient homogènes à ceux que nous avons revus en consultation, ce qui n'affecte donc pas les résultats de l'étude.

Enfin, une dernière limite concerne le nombre de patients inclus qui ne permet pas une puissance statistique suffisante pour dégager des résultats satisfaisants sur l'analyse multivariée des objectifs secondaires. Nous observons en effet sur la représentation graphique que les intervalles de confiance des odd-ratios sont larges. Cependant, il ne s'agissait pas de l'objectif principal de l'étude et cela pourrait donc faire l'objet d'un autre travail.

Les points forts de notre étude sont son caractère original puisque jamais étudié sous cet angle auparavant, son design prospectif et l'homogénéité du traitement chirurgical pratiqué (clou centromédullaire uniquement) qui diminuent les biais potentiels quant à l'interprétation des résultats ainsi que la reproductibilité des radiographies et des mesures utilisées, les rendant ainsi comparables.

VI. CONCLUSION

L'ostéosynthèse par enclouage centromédullaire court est le traitement de choix de la fracture trochantérienne et une TAD < 25mm est le seul facteur prédictif connu à ce jour pour diminuer le risque de déplacement secondaire. Notre étude a permis de confirmer la forte concordance entre l'estimation visuelle per-opératoire de la TAD et son contrôle post-opératoire sur des radiographies numérisées.

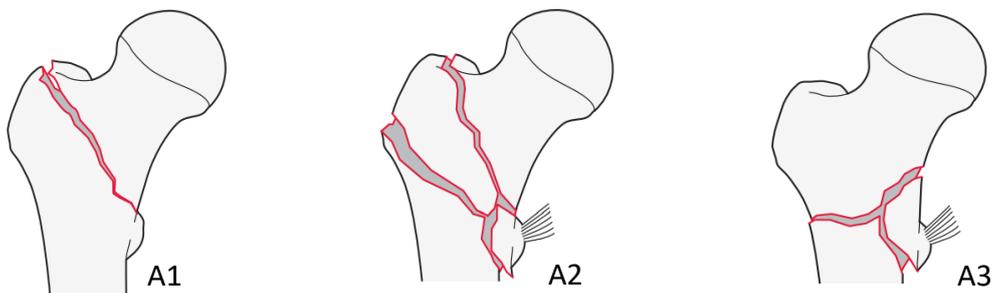
Dans notre étude, le taux de déplacement secondaire parmi les patients ayant une TAD per-opératoire < 25mm était de 3,28%. Nous n'avons pas mis en évidence d'association significative entre le type de fracture initial, le degré d'ostéoporose ou l'expérience du chirurgien et une TAD per-opératoire > 25mm.

VII. ANNEXES

Annexe 1 : Score de la Société Américaine d'Anesthésiologie (ASA).....	52
Annexe 2 : Classification des fractures du massif trochantérien selon l'AO/OTA.....	52
Annexe 3 : Index radiographique de Singh pour l'ostéoporose.	53

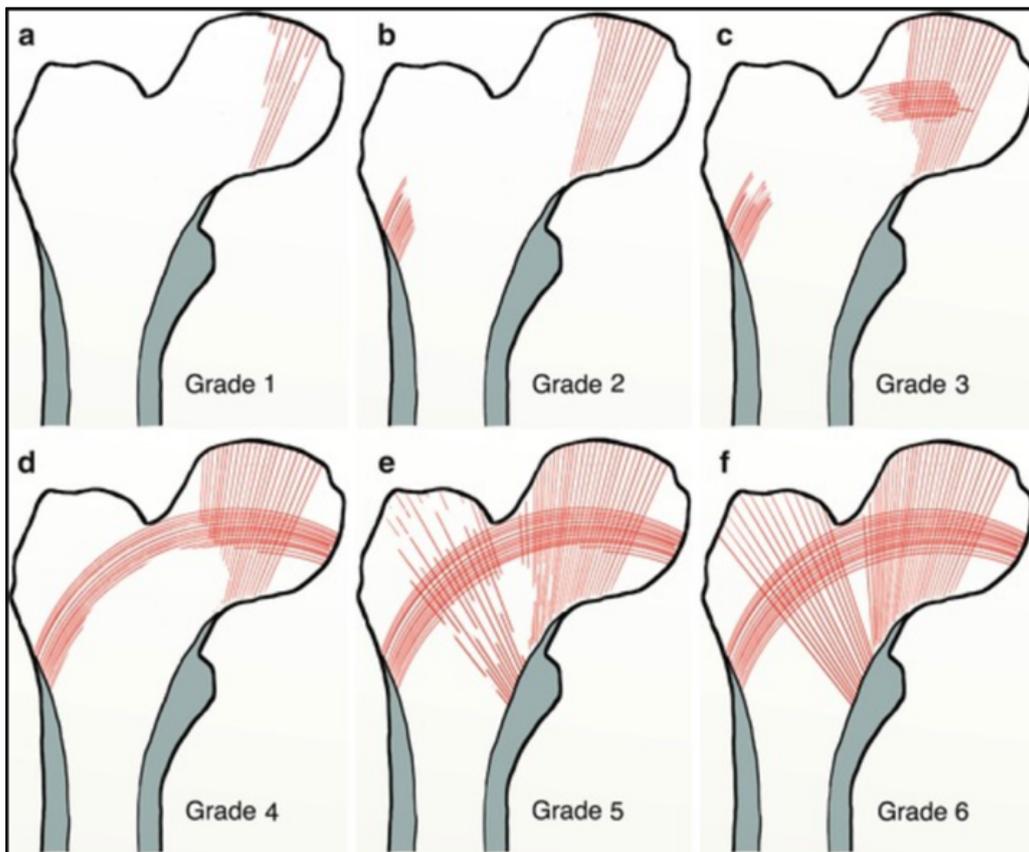
Classe	Définition
ASA 1	Patient en bonne santé.
ASA 2	Maladie systémique légère, patient présentant une atteinte modérée d'une grande fonction.
ASA 3	Maladie systémique sévère ou invalidante, patient présentant une atteinte sévère d'une grande fonction qui n'entraîne pas d'incapacité.
ASA 4	Patient présentant une atteinte sévère d'une grande fonction, invalidante, qui met en jeu le pronostic vital.
ASA 5	Patient moribond dont l'espérance de vie ne dépasse pas 24h sans intervention chirurgicale.
ASA 6	Patient déclaré en état de mort cérébrale dont on prélève les organes pour greffe.

Annexe 1 : Score de la Société Américaine d'Anesthésiologie (ASA)



Annexe 2 : Classification des fractures du massif trochantérien selon l'AO/OTA.

A1 : fractures stables, A2-A3 : fractures instables



Annexe 3 : Index radiographique de Singh pour l'ostéoporose.

Grade 1 : Disparition de toutes les travées osseuses sauf les travées de soutien de Delbet.

Grade 2 : Absence des travées trochantéro-diaphysaires et du faisceau arciforme céphalique.

Grade 3 : Affaiblissement du faisceau arciforme céphalique.

Grade 4 : Disparition des faisceaux trochantéro-diaphysaires.

Grade 5 : Affaiblissement des faisceaux trochantéro-diaphysaires.

Grade 6 : Fémur normal.

Références bibliographiques

- [1] **Landefeld CS.** Goals of care for hip fracture : promoting independence and reducing mortality. *Arch Intern Med* 2011;171:1837–8.
- [2] **Veronese N, Maggi S.** Epidemiology and social costs of hip fracture. *Injury* 2018;49:1458–60.
- [3] **Maravic M, Taupin P, Landais P, Roux C.** Change in hip fracture incidence over the last 6 years in France. *Osteoporos Int J* 2011;22:797–801.
- [4] **Ehlinger M, Adam P, Bonnomet F.** Fracture de l'extrémité supérieure du fémur de l'adulte. *EMC - Appareil locomoteur* 2014;9(2):1-18 [Article 14-075-A-10].
- [5] **Parker MJ, Handoll HHG.** Replacement arthroplasty versus internal fixation for extracapsular hip fractures in adults. *Cochrane Database Syst Rev* 2006:CD000086.
- [6] **Duriez P, Devaux T, Chantelot C, Baudrier N, Hery J-Y, Mainard D, et al.** Is arthroplasty preferable to internal fixation for the treatment of extracapsular fracture of the upper femur in the elderly ? *Orthop Traumatol Surg Res* 2016;102:689–94.
- [7] **Andalib A, Etemadifar M, Yavari P.** Clinical outcomes of intramedullary and extramedullary fixation in unstable intertrochanteric fractures: a randomized clinical trial. *Arch Bone Joint Surg* 2020;8:190–7.
- [8] **Baumgaertner MR, Curtin SL, Lindskog DM, Keggi JM.** The value of the tip-apex distance in predicting failure of fixation of peritrochanteric fractures of the hip. *J Bone Joint Surg [Am]* 1995;77:1058–64.
- [9] **Bojan AJ, Beimel C, Taglang G, Collin D, Ekholm C, Jönsson A.** Critical factors in cut-out complication after gamma nail treatment of proximal femoral fractures. *BMC Musculoskelet Disord* 2013;14:1.
- [10] **Guzon-Illescas O, Perez Fernandez E, Crespí Villarias N, Quirós Donate FJ, Peña M, Alonso-Blas C, et al.** Mortality after osteoporotic hip fracture : incidence, trends, and associated factors. *J Orthop Surg* 2019;14:203.
- [11] **Morvan A, Boddaert J, Cohen-Bittan J, Picard H, Pascal-Mousselard H, Khiami F.** Risk factors for cut-out after internal fixation of trochanteric fractures in elderly subjects. *Orthop Traumatol Surg Res* 2018;104:1183–7.
- [12] **Pervez H, Parker MJ, Vowler S.** Prediction of fixation failure after sliding hip screw fixation. *Injury* 2004;35:994–8.
- [13] **John B, Sharma A, Mahajan A, Pandey R.** Tip-apex distance and other predictors of outcome in cephalomedullary nailing of unstable trochanteric fractures. *J Clin Orthop Trauma* 2019;10:S88–94.
- [14] **Fujii T, Nakayama S, Hara M, Koizumi W, Itabashi T, Saito M.** Tip-apex distance is most important of six predictors of screw cutout after internal fixation of intertrochanteric fractures in women. *J Bone Joint Surg* 2017;2:e0022.
- [15] **Kashigar A, Vincent A, Gunton MJ, Backstein D, Safir O, Kuzyk PRT.** Predictors of failure for cephalomedullary nailing of proximal femoral fractures. *Bone Joint J* 2014;96-B:1029–34.
- [16] **Lobo-Escolar A, Joven E, Iglesias D, Herrera A.** Predictive factors for cutting-out in femoral intramedullary nailing. *Injury* 2010;41:1312–6.
- [17] **Caruso G, Bonomo M, Valpiani G, Salvatori G, Gildone A, Lorusso V, et al.** A six-year retrospective analysis of cut-out risk predictors in cephalomedullary nailing for pertrochanteric fractures : can the tip-apex distance (TAD) still be considered the best parameter ? *Bone Joint Res* 2017;6:481–8.
- [18] **De Bruijn K, den Hartog D, Tuinebreijer W, Roukema G.** Reliability of predictors for screw cutout in intertrochanteric hip fractures. *J Bone Joint Surg [Am] Vol* 2012;94:1266–72.

- [19] **Berstock JR, Bradford OJ.** Intraoperative estimation of tip-apex distance. *Tech Orthop* 2012;27:83.
- [20] **Court-Brown CM, Caesar B.** Epidemiology of adult fractures : A review. *Injury* 2006;37:691–7.
- [21] **Sakagoshi D, Sawaguchi T, Shima Y, Inoue D, Oshima T, Goldhahn S.** A refined definition improves the measurement reliability of the tip-apex distance. *J Orthop Sci* 2016;21:475–80.
- [22] **Kumar AJS, Parmar VN, Kolpattil S, Humad S, Williams SC, Harper WM.** Significance of hip rotation on measurement of “Tip Apex Distance” during fixation of extracapsular proximal femoral fractures. *Injury* 2007;38:792–6.
- [23] **Lee KY, Kim SS, Kim HJ, Ha DH, Yoon HM, Do HS.** Changes in tip-apex distance by position and film distance measured by Picture Archiving and Communication System (PACS). *Hip Pelvis* 2015;27:36–42.
- [24] **Rubio-Avila J, Madden K, Simunovic N, Bhandari M.** Tip to apex distance in femoral intertrochanteric fractures : a systematic review. *J Orthop Sci* 2013;18:592–8.
- [25] **Parmar V, Kumar AJS.** The importance of surgical education in the accuracy of implant placement during hip fracture fixation. *J Orthop Traumatol* 2009;10:59–61.
- [26] **Baumgaertner MR, Solberg BD.** Awareness of tip-apex distance reduces failure of fixation of trochanteric fractures of the hip. *J Bone Joint Surg [Br]*. 1997 Nov;79(6):969-71.
- [27] **Geller JA, Saifi C, Morrison TA, Macaulay W.** Tip-apex distance of intramedullary devices as a predictor of cut-out failure in the treatment of peritrochanteric elderly hip fractures. *Int Orthop* 2010;34:719–22.
- [28] **Wijeratna M.** A ‘TAD’ easier to calculate! *Ann R Coll Surg Engl* 2014;96:320–1.
- [29] **Johnson LJ, Cope MR, Shahrokhi S, Tamblyn P.** Measuring tip–apex distance using a picture archiving and communication system (PACS). *Injury* 2008;39:786–90.
- [30] **Pervez H, Parker MJ, Pryor GA, Lutchman L, Chirodian N.** Classification of trochanteric fracture of the proximal femur : a study of the reliability of current systems. *Injury* 2002;33:713.
- [31] **Adam P.** Traitement des fractures récentes du massif trochantérien de l’adulte. *SOFcot Conférences Enseignements*. 2013, Paris: Elsevier Masson; 2013, p. 91–102.
- [32] **Singh M, Riggs BL, Beabout JW, Jowsey J.** Femoral trabecular pattern index for evaluation of spinal osteoporosis. A detailed methodologic description. *Mayo Clin Proc* 1973;48:184–9.
- [33] **Evans EM.** The treatment of trochanteric fractures of the femur. *J Bone Joint Surg [Br]* 1949;31B:190–203.
- [34] **Davis TR, Sher JL, Horsman A, Simpson M, Porter BB, Checketts RG.** Intertrochanteric femoral fractures. Mechanical failure after internal fixation. *J Bone Joint Surg [Br]* 1990;72:26.
- [35] **Kane P, Vopat B, Heard W, Thakur N, Paller D, Koruprolu S, et al.** Is tip apex distance as important as we think ? A biomechanical study examining optimal lag screw placement. *Clin Orthop* 2014;472:2492–8.
- [36] **Lee C-H, Su K-C, Chen K-H, Pan C-C, Wu Y-C.** Impact of tip-apex distance and femoral head lag screw position on treatment outcomes of unstable intertrochanteric fractures using cephalomedullary nails. *J Int Med Res* 2018;46:2128–40.
- [37] **Kuzyk PRT, Zdero R, Shah S, Olsen M, Waddell JP, Schemitsch EH.** Femoral head lag screw position for cephalomedullary nails : a biomechanical analysis. *J Orthop Trauma* 2012;26:414–21.
- [38] **Lopes-Coutinho L, Dias-Carvalho A, Esteves N, Sousa R.** Traditional distance “tip-apex” vs. new calcar referenced “tip-apex” - which one is the best peritrochanteric osteosynthesis failure predictor ? *Injury* 2020;51:674–7.
- [39] **Sambandam SN, Chandrasekharan J, Mounasamy V, Mauffrey C.** Intertrochanteric fractures : a review of fixation methods. *Eur J Orthop Surg Traumatol* 2016;26:339–53.

- [40] **Yeganeh A, Taghavi R, Moghtadaei M.** Comparing the intramedullary nailing method versus dynamic hip Screw in treatment of unstable intertrochanteric fractures. *Med Arch* 2016;70:53.
- [41] **Yam M, Chawla A, Kwek E.** Rewriting the tip apex distance for the proximal femoral nail anti-rotation. *Injury* 2017;48:1843–7.
- [42] **Herzog J, Wendlandt R, Hillbricht S, Burgkart R, Schulz A-P.** Optimising the tip-apex-distance in trochanteric femoral fracture fixation using the ADAPT-navigated technique, a longitudinal matched cohort study. *Injury* 2019;50:744–51.
- [43] **Takai H, Murayama M, Kii S, Mito D, Hayai C, Motohashi S, et al.** Accuracy analysis of computer-assisted surgery for femoral trochanteric fracture using a fluoroscopic navigation system: Stryker ADAPT®system. *Injury* 2018;49:1149–54.

Serment d'Hippocrate

Serment d'Origine (IV^e siècle av. J.-C.) :

« Je jure par Apollon, médecin, par Asclépios, par Hygie et Panacée, par tous les dieux et toutes les déesses, les prenant à témoin que je remplirai, suivant mes forces et ma capacité, le serment et l'engagement suivants :

Je mettrai mon maître de médecine au même rang que les auteurs de mes jours, je partagerai avec lui mon savoir et, le cas échéant, je pourvoirai à ses besoins ; je tiendrai ses enfants pour des frères, et, s'ils désirent apprendre la médecine, je la leur enseignerai sans salaire ni engagement. Je ferai part de mes préceptes, des leçons orales et du reste de l'enseignement à mes fils, à ceux de mon maître et aux disciples liés par engagement et un serment suivant la loi médicale, mais à nul autre.

Je dirigerai le régime des malades à leur avantage, suivant mes forces et mon jugement, et je m'abstiendrai de tout mal et de toute injustice. Je ne remettrai à personne du poison, si on m'en demande, ni ne prendrai l'initiative d'une pareille suggestion ; semblablement, je ne remettrai à aucune femme un pessaire abortif. Je passerai ma vie et j'exercerai mon art dans l'innocence et la pureté.

Je ne pratiquerai pas l'opération de la taille, je la laisserai aux gens qui s'en occupent.

Dans quelque maison que j'entre, j'y entrerai pour l'utilité des malades, me préservant de tout méfait volontaire et corrupteur, et surtout de la séduction des femmes et des garçons, libres ou esclaves.

Quoi que je voie ou entende dans la société pendant, ou même hors de l'exercice de ma profession, je tairai ce qui n'a jamais besoin d'être divulgué, regardant la discrétion comme un devoir en pareil cas.

Si je remplis ce serment sans l'enfreindre, qu'il me soit donné de jouir heureusement de la vie et de ma profession, honoré à jamais des hommes ; si je le viole et que je me parjure, puissé-je avoir un sort contraire ! »

Serment de l'Ordre des Médecins (2012) :

« 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 le demandera. Je ne me laisserai pas influencer par la soif du gain ou la recherche de la gloire.

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

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

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

J'apporterai mon aide à mes confrères ainsi qu'à leurs familles dans l'adversité.

Que les hommes et mes confrères m'accordent leur estime si je suis fidèle à mes promesses ; que je sois déshonoré et méprisé si j'y manque. »

Fractures trochantériennes ostéosynthésées par clous centromédullaires courts : l'estimation visuelle per-opératoire de la Tip-Apex Distance (TAD) est-elle concordante avec sa mesure post-opératoire numérisée ?

Introduction. La Tip-Apex Distance (TAD) est le seul facteur prédictif d'échec mécanique des ostéosynthèses des fractures trochantériennes. L'objectif principal de notre étude était d'évaluer la concordance entre l'estimation visuelle per-opératoire de la TAD et son contrôle post-opératoire sur des clichés numérisés. Notre hypothèse était que cette concordance était bonne. Les objectifs secondaires étaient d'évaluer le taux de déplacements secondaires parmi les patients ayant une TAD per-opératoire < 25mm et de rechercher des facteurs pouvant expliquer une TAD per-opératoire > 25mm. **Méthode.** Les patients présentant une fracture trochantérienne isolée ont été inclus dans notre étude. Des clichés per-opératoires étaient imprimés avec calcul manuel de la TAD. Les patients étaient revus à 6 semaines, 3 et 6 mois pour un contrôle radio-clinique avec calcul numérique de la TAD. Nous avons recueilli le type de fracture selon la classification AO, le degré d'ostéoporose selon l'index radiographique de Singh, l'expérience du chirurgien, l'âge et le score ASA. **Résultats.** 98 patients ont été inclus dont 70 avec un suivi de 6 mois et des résultats radiographiques post-opératoires interprétables. L'âge moyen était de 87 ans, avec 77,14% de femmes et un score ASA moyen de 3. Le coefficient de concordance entre la TAD per et post-opératoire était de 0,7202 (IC 95%=0,4905-0,9499). Le taux de déplacements secondaires était de 3,28%. L'analyse univariée a mis en évidence l'absence d'association statistiquement significative entre la présence d'une TAD per-opératoire > 25mm et le type de fracture ($p=0,7290$), le degré d'ostéoporose ($p=0,5701$) et l'expérience du chirurgien ($p=1$). **Discussion/Conclusions.** La concordance entre l'estimation visuelle per-opératoire de la TAD et sa mesure post-opératoire numérisée est forte. Les fractures instables, sur os ostéoporotiques, opérées par des jeunes chirurgiens ne sont pas des facteurs de risque de TAD per-opératoire > 25mm. Il est important de réaliser un travail pédagogique auprès des jeunes chirurgiens pour qu'ils connaissent le concept de TAD ainsi que la technique d'estimation visuelle au per-opératoire puisque celle-ci permet de positionner la vis céphalique de façon fiable lors des ostéosynthèses des fractures trochantériennes.

Mots-clés : Tip Apex Distance, TAD, fracture de hanche, fracture trochantérienne

Trochanteric fractures treated by short intramedullary nails : is the visual intra-operative estimation of the Tip-Apex Distance (TAD) consistent with its digitized post-operative measurement ?

Introduction. Tip-Apex Distance (TAD) is the only trochanteric osteosynthesis failure predictor. The aim of our study was to assess if the visual intra-operative estimation of the TAD matches its post-operative control on digital x-rays. We hypothesize that the match was good. The secondary objectives were to assess the rate of failure among patients with an intra-operative TAD < 25mm and to look for factors that could explain an intra-operative TAD > 25mm. **Method.** Patients with an isolated trochanteric fracture were included. Intra-operative x-rays were printed and manual measurement of the TAD was performed. Patients were reviewed at 6 weeks, 3 and 6 months for a radio-clinical control with numerical measurement of the TAD. We collected fracture type according to AO classification, the degree of osteoporosis according to Singh's X-ray index, the surgeon's experience, the age and the ASA score. **Results.** 98 patients were included, 70 with a 6-month follow-up and interpretable post-operative radiographic results. The mean age was 87 years, with 77.14% of women and a 3 average ASA score. The concordance coefficient between the intra-operative and post-operative TAD was 0.7202 (95% CI=0.4905-0.9499). The cut-out rate was 3.28%. There was no statistically significant association between an intra-operative TAD > 25mm and the type of fracture ($p=0.7290$), the degree of osteoporosis ($p=0.5701$) and the surgeon's experience ($p=1$). **Discussion/Conclusions.** There is a strong concordance between the visual intra-operative estimation of the TAD and its post-operative control on digital x-rays. Unstable fractures on osteoporotic bones operated by young surgeons are not risk factors of intra-operative TAD > 25mm. It's very important to teach young surgeons about the TAD concept and its surgical technique of visual intra-operative estimation because it allows him to accurately position the cephalic screw and thus decrease cut-out rate for nailing in trochanteric fractures.

Keywords : Tip Apex Distance, TAD, hip fracture, trochanteric fracture

