



HAL
open science

L'utilisation d'une plaque verrouillée dorsale dans l'arthrodèse des quatre os a-t-elle un intérêt clinique et économique ?

Nicolas Pauchard

► To cite this version:

Nicolas Pauchard. L'utilisation d'une plaque verrouillée dorsale dans l'arthrodèse des quatre os a-t-elle un intérêt clinique et économique ?. Sciences du Vivant [q-bio]. 2013. hal-01733287

HAL Id: hal-01733287

<https://hal.univ-lorraine.fr/hal-01733287>

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

Nicolas PAUCHARD

Le 20 septembre 2013

L'UTILISATION D'UNE PLAQUE VERROUILLÉE DORSALE DANS L'ARTHRODÈSE DES QUATRE OS A-T-ELLE UN INTÉRÊT CLINIQUE ET ÉCONOMIQUE ?

Examineurs de la thèse :

Monsieur le Professeur G. DAUTEL		Président
Monsieur le Professeur F. DAP	}	Juge
Monsieur le Professeur P. JOURNEAU	}	Juge
Madame le Docteur A. FOISNEAU-LOTTIN	}	Juge

UNIVERSITE HENRY POINCARÉ, NANCY 1

FACULTE DE MEDECINE DE NANCY

Président de l'Université de Lorraine : Professeur Pierre MUTZENHARDT

Doyen de la Faculté de Médecine : Professeur Henry COUDANE

Vice-Doyen « *Pédagogie* » : Mme la Professeure Karine ANGIOI

Vice-Doyen *Mission* « *Sillon lorrain* » : Mme la Professeure Annick BARBAUD

Vice-Doyen *Mission* « *Finances* » : Professeur Marc BRAUN

Asseseurs

- 1 ^{er} Cycle :	Professeur Bruno CHENUÉL
- 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 Paolo DI PATRIZIO
- Commission de Prospective Universitaire :	Professeur Pierre-Edouard BOLLAERT
- Développement Professionnel Continu :	Professeur Jean-Dominique DE KORWIN
- Filières professionnalisées :	M. Walter BLONDEL
- Formation Continue :	Professeur Hervé VESPIGNANI
- Recherche :	Professeur Didier MAINARD
- Relations Internationales :	Professeur Jacques HUBERT
- Universitarisation des études paramédicales et gestion des mono-appartenants :	M. Christophe NEMOS
- Vie Étudiante :	Docteur Stéphane ZUILY
- Vie Facultaire :	Mme la Docteure Frédérique CLAUDOT
- Étudiants :	M. Xavier LEMARIE

DOYENS HONORAIRES

Professeur Adrien DUPREZ - Professeur Jean-Bernard DUREUX –
Professeur Jacques ROLAND - Professeur Patrick NETTER

=====

PROFESSEURS HONORAIRES

Jean-Marie ANDRE - Daniel ANTHOINE - Alain AUBREGE - Gérard BARROCHE - Alain BERTRAND - Pierre BEY - Patrick BOISSEL
Jacques BORRELLY - Michel BOULANGE - Jean-Claude BURDIN - Claude BURLET - Daniel BURNEL - Claude CHARDOT - François
CHERRIER - 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 - Jean-Pierre MALLIÉ -
Michel MANCIAUX - Philippe MANGIN - Pierre MATHIEU - Michel MERLE - 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 - Francis RAPHAEL - Antoine RASPILLER -
Michel RENARD - Jacques ROLAND - René-Jean ROYER - Daniel SCHMITT - Michel 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 ÉMÉRITES

Professeur Daniel ANTHOINE - Professeur Gérard BARROCHE Professeur Pierre BEY - Professeur Patrick BOISSEL
Professeur Michel BOULANGE - Professeur Jean-Pierre CRANCE - Professeur Jean-Pierre DELAGOUTTE
Professeur Jean-Marie GILGENKRANTZ - Professeure Simone GILGENKRANTZ - Professeure Michèle KESSLER
Professeur Pierre MONIN - Professeur Jean-Pierre NICOLAS - Professeur Luc PICARD - Professeur Michel PIERSON
Professeur Michel SCHMITT - Professeur Jean-François STOLTZ - Professeur Michel STRICKER - Professeur Hubert UFFHOLTZ -
Professeur Paul VERT - Professeure Colette VIDAILHET - Professeur Michel VIDAILHET - Professeur Michel WAYOFF

=====

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 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 MÉDECINE

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 médecine)

Professeur Denis REGENT – Professeur Michel CLAUDON – Professeure 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 - Professeure 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 – Professeure Evelyne SCHVOERER

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 – Professeure Eliane ALBUISSON

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

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

Professeur Pierre BORDIGONI - Professeur Pierre FEUGIER - Professeure Marie-Christine BENE

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

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 - réanimation ; médecine d'urgence)

Professeur Claude MEISTELMAN – Professeur Hervé BOUAZIZ - Professeur Gérard AUDIBERT
Professeur Thomas FUCHS-BUDER – Professeure Marie-Reine LOSSER

2^{ème} sous-section : (Réanimation ; 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 Faiez ZANNAD - Professeur Patrick ROSSIGNOL

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

1^{ère} sous-section : (Neurologie)

Professeur Hervé VESPIGNANI - Professeur Xavier DUCROCQ – Professeur Marc DEBOUVERIE
Professeur Luc TAILLANDIER - Professeur Louis MAILLARD

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

Professeur Jean-Claude MARCHAL – Professeur Jean AUQUE – Professeur Olivier KLEIN
Professeur Thierry CIVIT - Professeure Sophie COLNAT-COULBOIS

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)

Professeure 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 – Professeure Annick BARBAUD

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

Professeur François DAP - Professeur Gilles DAUTEL - Professeur Etienne SIMON

51^{ème} Section : PATHOLOGIE CARDIO-RESPIRATOIRE 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 DE CHURET

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

Professeur Jean-Pierre VILLEMOT – Professeur Thierry FOLLIGUET

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)

Professeure 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

Professeure Gisèle KANNY – Professeure 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 Pierre JOURNEAU – Professeur Jean-Louis LEMELLE

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

Professeur Jean-Louis BOUTROY - Professeur Philippe JUDLIN

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 – Professeure Cécile PARIETTI-WINKLER

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

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

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

Professeur Jean-François CHASSAGNE – Professeure Muriel BRIX

=====

PROFESSEURS DES UNIVERSITÉS

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

Professeur Walter BLONDEL

64^{ème} Section : BIOCHIMIE ET BIOLOGIE MOLÉCULAIRE

Professeure Sandrine BOSCHI-MULLER

=====

PROFESSEURS DES UNIVERSITÉS DE MÉDECINE GÉNÉRALE

Professeur Jean-Marc BOIVIN

PROFESSEUR ASSOCIÉ DE MÉDECINE GÉNÉRALE

Professeur associé Paolo DI PATRIZIO

=====

MAÎTRES DE CONFÉRENCES DES UNIVERSITÉS - PRATICIENS HOSPITALIERS

42^{ème} Section : MORPHOLOGIE ET MORPHOGENÈSE

1^{ère} sous-section : (Anatomie)

Docteur Bruno GRIGNON – Docteur Thierry HAUMONT – Docteure Manuela PEREZ

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

Docteur Edouard BARRAT - Docteure Françoise TOUATI – Docteure Chantal KOHLER

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

Docteure Aude MARCHAL

43^{ème} Section : BIOPHYSIQUE ET IMAGERIE MÉDECINE

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

Docteur Jean-Claude MAYER - Docteur Jean-Marie ESCANYE

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

Docteur Damien MANDRY

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

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

Docteure Sophie FREMONT - Docteure Isabelle GASTIN – Docteur Marc MERTEN

Docteure Catherine MALAPLATE-ARMAND - Docteure Shyue-Fang BATTAGLIA

2^{ème} sous-section : (Physiologie)

Docteur Mathias POUSSEL – Docteure Silvia VARECHOVA

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

Docteure Véronique DECOT-MAILLERET

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

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

Docteure Véronique VENARD – Docteure Hélène JEULIN – Docteure Corentine ALAUZET

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

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 – Docteure Frédérique CLAUDOT – Docteur Cédric BAUMANN

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

Docteure Isabelle THAON

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

Docteur Laurent MARTRILLE

4^{ère} 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))

Docteure Lina BOLOTINE

3^{ème} sous-section : (Immunologie)

Docteur Marcelo DE CARVALHO BITTENCOURT

4^{ème} sous-section : (Génétique)

Docteur Christophe PHILIPPE – Docteure Céline BONNET

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

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

Docteure Françoise LAPICQUE – Docteur Nicolas GAMBIER – Docteur Julien SCALA-BERTOLA

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

1^{ère} sous-section : (Rhumatologie)

Docteure Anne-Christine RAT

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

Docteure Anne-Claire BURSZTEJN

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

Docteure Laetitia GOFFINET-PLEUTRET

51^{ème} Section : PATHOLOGIE CARDIO-RESPIRATOIRE ET VASCULAIRE

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

Docteur Stéphane ZUILY

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

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

Docteure 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

Docteure Elisabeth STEYER

=====

MAÎTRES DE CONFÉRENCES

5^{ème} Section : SCIENCES ÉCONOMIQUES

Monsieur Vincent LHUILLIER

19^{ème} Section : SOCIOLOGIE, DÉMOGRAPHIE

Madame Joëlle KIVITS

40^{ème} Section : SCIENCES DU MÉDICAMENT

Monsieur Jean-François COLLIN

60^{ème} Section : MÉCANIQUE, GÉNIE MÉCANIQUE, GÉNIE CIVIL

Monsieur Alain DURAND

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

Monsieur Jean REBSTOCK

64^{ème} Section : BIOCHIMIE ET BIOLOGIE MOLÉCULAIRE

Madame Marie-Claire LANHERS – Monsieur Pascal REBOUL – Monsieur Nick RAMALANJAONA

65^{ème} Section : BIOLOGIE CELLULAIRE

Madame Françoise DREYFUSS – Monsieur Jean-Louis GELLY - Madame Ketsia HESS – Monsieur Hervé MEMBRE
Monsieur Christophe NEMOS - Madame Natalia DE ISLA - Madame Nathalie MERCIER – Madame Céline HUSELSTEIN

66^{ème} Section : PHYSIOLOGIE

Monsieur Nguyen TRAN

=====

MAÎTRES DE CONFÉRENCES ASSOCIÉS

Médecine Générale

Docteure Sophie SIEGRIST - Docteur Arnaud MASSON - Docteur Pascal BOUCHE

=====

DOCTEURS HONORIS CAUSA

Professeur Charles A. BERRY (1982)
Centre de Médecine Préventive, Houston (U.S.A)
Professeur Pierre-Marie GALETTI (1982)
Brown University, Providence (U.S.A)
Professeure Mildred T. STAHLMAN (1982)
Vanderbilt University, Nashville (U.S.A)
Professeur Théodore H. SCHIEBLER (1989)
Institut d'Anatomie de Würzburg (R.F.A)
Université de Pennsylvanie (U.S.A)
Professeur Mashaki KASHIWARA (1996)
Research Institute for Mathematical Sciences de Kyoto (JAPON)

Professeure Maria DELIVORIA-PAPADOPOULOS (1996)
Professeur Ralph GRÄSBECK (1996)
Université d'Helsinki (FINLANDE)
Professeur James STEICHEN (1997)
Université d'Indianapolis (U.S.A)
Professeur Duong Quang TRUNG (1997)
Université d'Hô Chi Minh-Ville (VIÊTNAM)
Professeur Daniel G. BICHET (2001)
Université de Montréal (Canada)
Professeur Marc LEVENSTON (2005)
Institute of Technology, Atlanta (USA)

Professeur Brian BURCHELL (2007)
Université de Dundee (Royaume-Uni)
Professeur Yunfeng ZHOU (2009)
Université de Wuhan (CHINE)
Professeur David ALPERS (2011)
Université de Washington (U.S.A)
Professeur Martin EXNER (2012)
Université de Bonn (ALLEMAGNE)

REMERCIEMENTS

À notre Maître et Président de thèse,

Monsieur le Professeur Gilles Dautel,

Professeur de chirurgie plastique, reconstructrice et esthétique.

Vous nous faites l'honneur de présider cette thèse et juger ce travail.

Nous progressons à vos côtés depuis trois ans maintenant et ne cessons d'être étonné par votre dextérité et votre sang-froid.

Vous nous transmettez chaque jour, à travers votre passion pour l'enseignement et votre disponibilité, l'héritage de l'Ecole Nancéienne de Chirurgie de la Main, dont la renommée fait notre fierté et nous invite à la faire perdurer.

Le compagnonnage est votre marque de fabrique et nous ne saurions vous remercier assez de votre contribution à l'éclosion de nos compétences techniques.

Vous nous avez communiqué votre esprit critique et votre discernement à l'égard de la littérature et nous avez guidé dans nos premières productions scientifiques. Elles ne sont que le fruit de notre désir de transmettre votre savoir.

Nous espérons que ce travail sera à la hauteur du respect que nous vous portons et de l'enseignement que vous nous avez prodigué.

Nous sommes heureux d'avoir le privilège de pouvoir continuer à travailler à vos côtés.

À notre Maître et Juge,

Monsieur le Professeur François Dap,

Professeur de chirurgie plastique, reconstructrice et esthétique.

Nous vous remercions de nous faire l'honneur de juger ce travail.

Vous nous avez accueilli chaleureusement comme vous le faites avec tous vos élèves.

Votre culture, chirurgicale et générale, est infinie et captivante, nous apprécions chaque jour votre propension à nous la transmettre dans la bonne humeur.

Nous sommes féru de vos conseils techniques avisés et de la relation particulière que vous entretenez avec chacun de vos patients. Votre sens clinique inspire le respect et nous rappelle que l'examen physique doit rester notre principale arme diagnostique.

Votre jugement, toujours perspicace et véritable « dopant » de nos travaux, est le reflet de l'étendue de vos connaissances et de votre boulimie de littérature scientifique.

Nous sommes fier de travailler à vos côtés et serons sensible à vos futurs conseils.

À notre Maître et Juge,

Monsieur le Professeur Pierre Journeau,

Professeur de chirurgie infantile.

Nous vous remercions de nous faire l'honneur de juger ce travail.

Vous avez su éveiller notre curiosité et notre intérêt envers votre spécialité en alliant rigueur et jovialité, et ce même pendant les gardes que vous assurez avec passion et disponibilité. Vous nous avez ainsi convaincu de l'ampleur de son champ d'action et de la nécessité d'en acquérir les bases.

Nous avons beaucoup de chances d'avoir pu bénéficier de la richesse et de la précision de vos connaissances, notre travail sur les mucopolysaccharidoses en témoigne.

Votre grande expérience médicochirurgicale, clinique et théorique, à l'instar de votre ouverture d'esprit envers les divers aspects de la Médecine rendent votre jugement inéluctable.

Nous espérons que ce travail sera digne de l'intérêt que vous lui porterez.

À notre juge,

Madame le Docteur Anne Foisneau-Lottin,

**Praticien Hospitalier en Médecine Physique et Réadaptation,
Institut Régional de Médecine Physique et de Réadaptation de
Nancy.**

Nous te remercions de l'honneur que tu nous fais en jugeant ce travail.

Nos patients ne pourraient espérer d'aussi bons résultats fonctionnels sans l'intervention de cette fameuse équipe de rééducation qui a contribué à la réputation de notre centre. Ton expertise nous est précieuse quant à leur prise en charge diagnostique et thérapeutique.

Nous apprécions ta disponibilité et ta gentillesse, des qualités primordiales qui rendent notre collaboration si agréable.

Nous sommes impatient de continuer de travailler à tes côtés.

A mes Maîtres d'internat :

Monsieur le Docteur Benbouziane

Monsieur le Docteur Batisse

Monsieur le Professeur Gonzalez

Monsieur le Professeur D. Mainard

Monsieur le Professeur L. Galois

Monsieur le Professeur F. Dap

Monsieur le Professeur G. Dautel

Monsieur le Docteur S. Barbary

Monsieur le Professeur D. Molé

Monsieur le Professeur F. Sirveaux

Monsieur le Docteur O. Roche

Monsieur le Professeur P. Journeau

Monsieur le Professeur P. Lascombes

A mes Praticiens Hospitaliers:

Monsieur le Docteur P. Cloché

Monsieur le Docteur C. Jarnea

Monsieur le Docteur O. Zarski

Monsieur le Docteur S. Dusseau

Monsieur le Docteur P.Y. Le Couadou

Monsieur le Docteur A. Marty

Monsieur le Docteur T. Haumont

Madame le Docteur L. Goffinet

A mes Chefs de Clinique et Assistants :

Mademoiselle le Docteur Armelle Breton

Mademoiselle le Docteur Madeleine Aslan

Monsieur le Docteur Elie Choufani

Monsieur le Docteur Jérôme Diligent

Monsieur le Docteur Pierre-Yves Barthel

Monsieur le Docteur Antoine Dederichs

Monsieur le Docteur Nicolas Gibert

Monsieur le Docteur Thomas Jager

Monsieur le Docteur Florent Medrykowski

Monsieur le Docteur Marc Pozzetto

Monsieur le Docteur Yannick Vincelet

Monsieur le Docteur Charles Dezaly

Monsieur le Docteur Richard Philippe

Monsieur le Docteur Jubin Sedaghatian

Monsieur le Docteur Franck Wein

J'aimerais donner à mes futurs internes autant que j'ai reçu à vos côtés et je mesure tous les jours la chance que j'ai eu de travailler avec vous.

Aux personnes qui m'ont aidé dans l'élaboration de ce travail de thèse:

Madame Kossar Hosseini, Madame le Docteur Michèle De Gasperi, Madame Brigitte Caprion, Madame Véronique Schmitt, Madame Jacqueline Cesari et Madame Céline Hériat.

A tous mes anciens et actuels co-internes:

Marie L, Clothilde L-S, Eva P., Sandrine H., Dominique B., Virginie P., Amandine L., Vincent P, Kevin F, Jean-Baptiste G., Adrien J., Julien K., Didier G., Julien M., Jérôme V., Damien Bl., Vincent S., Olivier B., Jérémie C., Damien D., Germain P. et à mon futur co-chef Benoit P.

Une pensée particulière pour les courses en fauteuil de Remiremont, les convocations dans le bureau de mi-consultation de Legouest, les apéros dans le grenier de la COT, la pause croissant du samedi midi à la CTO (ça fait tellement de bien après une bonne charge et avant un long week-end de 28 heures), les pauses-café « branlos©, whatelse ? » et les feutres usés sur le mur de l'hôpital d'enfant, les combats de vidéos de Chir D ; bref, merci à tous ces moments qui nous permettent de supporter l'internat...

A tous ceux que j'ai croisé avec plaisir au CHU, à Emile Gallé... voire en dehors :

Les Dermatologues pour la Fashion-Week permanente, les repas-potins et leurs conjoints (Claire, Amélie, Delphine, Fanny, Anne-Laure, etc.), les Docteurs Thierry G., Damien Be., Pierre-Louis C., Loïc M., Julien P., Fabien D., Jérôme S., Guillaume A., les anciens Dijonnais (Guillaume P., Rémi B., Frédéric T.).

Aux équipes anesthésiques croisées tout au long de mon parcours.

Aux médecins rééducateurs et à leurs précieux conseils (Docteur Amélie Touillet, Docteur Didier Petry).

Aux équipes paramédicales de Remiremont, Legouest, de la COT, de la CTO, de l'hôpital d'enfant et enfin de Chir D, si importantes dans la prise en charge de nos patients et pour la bonne humeur ambiante dans les services et dans les blocs opératoires. Et pour la Chir D, comme dirait Aimé Jacquet « Vous êtes le ciment du groupe, grâce auquel nous jouons au plus haut niveau chaque jour ». Tâchons de garder cette cohésion afin d'éviter la relégation. PS : Aimé Jacquet n'a pas précisé si le ciment était à la genta...

A mes amis Dijonnais,

Aux Crevards©, Laura (Respect), Boule (Boule), Antoine (GTM), Romain (Casper), Romain (Lenfant) et à celles et ceux qui ont la chance de partager leurs vies (quelques heures ou plusieurs années). Je suis fier d'être des vôtres.

A tous ceux dont ces études m'ont éloigné,

Teddy, Vincent S., Jean-Baptiste P. et tant d'autres.

A mes Parents,

Pour votre dévouement à mon égard, l'éducation que j'ai reçue, votre simplicité et tout votre amour. Je vous en suis éternellement reconnaissant.

A ma sœur Marion,

J'aurais aimé passer plus de temps avec toi... Nous nous rattraperons bientôt.

A ma famille.

A ma belle famille,

Pour me considérer comme un membre à part entière.

A Bérangère,

Pour tout ce que tu m'apportes. Nos sacrifices vont enfin payer.

À nous !

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 MATIERES

TABLE DES MATIERES.....	18
INTRODUCTION.....	23
PREMIERE PARTIE : L'ARTHRODESE DES 4 OS : HISTORIQUE, TECHNIQUE CHIRURGICALE, PRINCIPES BIOMECANIQUES ET INDICATIONS.....	26
1. ANATOMIE ET BIOMECANIQUE DU POIGNET NORMAL.....	27
1.1. Anatomie du poignet normal.....	27
1.1.1. Anatomie des segments osseux.....	27
1.1.2. Anatomie des ligaments carpiens.....	27
1.1.2.1. Ligaments extrinsèques.....	27
1.1.2.1.1. Ligaments dorsaux (Figure 1).....	27
1.1.2.1.2. Ligaments palmaires (figure 2).....	28
1.1.2.2. Ligaments intrinsèques.....	29
1.1.2.2.1. Ligaments dorsaux.....	29
1.1.2.2.2. Ligaments palmaires.....	30
1.1.2.2.3. Ligaments interosseux.....	31
1.1.2.2.3.1. Ligament scapholunaire interosseux (SLIO, figure 4).....	31
1.1.2.2.3.2. Ligament lunotriquetral interosseux (LTIO).....	31
1.2. Biomécanique du poignet normal.....	32
1.3. Mobilités articulaires du poignet normal.....	34
1.3.1. Flexion-extension.....	34
1.3.2. Inclinaison radio ulnaire.....	36
2. LE POIGNET PATHOLOGIQUE : INDICATIONS D'ARTHRODÈSE DES 4 OS.....	39
2.1. Scapholunate advanced collapse (SLAC).....	39
2.1.1. Définitions usuelles et sémantique.....	39
2.1.2. Etudes expérimentales de la stabilité scapholunaire.....	39
2.1.3. Biomécanique du carpe après dissociation scapholunaire.....	41
2.2. Scaphoid nonunion advanced collapse (SNAC).....	44
2.2.1. Aspects généraux et biomécanique.....	44
2.3. Autres indications de l'arthrodèse des 4 os.....	45
2.3.1. Scaphoid chondrocalcinosis advanced collapse (SCAC).....	45
2.3.2. Instabilité médiocarpienne.....	46
3. HISTORIQUE DE L'ARTHRODESE DES 4 OS.....	47
3.1. Description princeps de Watson.....	47
3.2. Biomécanique du poignet arthrodésé.....	48
3.3. Evolutions techniques de l'arthrodèse des 4 os.....	50
3.3.1. Suppression de l'implant scaphoïdien.....	50
3.3.2. Origine de la greffe osseuse.....	51
3.3.3. Evolution des moyens de fixation avant l'apparition des plaques circulaires dorsales.....	52
3.3.4. Arthrodèse des 4 os sous arthroscopie.....	57
3.4. Apports de la plaque dorsale.....	59
3.4.1. Plaques circulaires dorsales non verrouillées.....	59
3.4.2. Plaques dorsales verrouillées.....	64
4. TECHNIQUE CHIRURGICALE DE L'ARTHRODÈSE DES 4 OS AVEC LA PLAQUE APTUS FOUR-CORNER FUSION® DE MEDARTIS.....	69

DEUXIEME PARTIE : ETUDE CLINIQUE.....	74
1. MATÉRIELS ET MÉTHODES.....	75
1.1. Matériels.....	75
1.1.1. Population totale étudiée opérée avec une plaque Fusion®.....	75
1.1.2. Population de comparaison.....	81
1.2. Méthodes.....	84
1.2.1. Analyse clinique.....	84
1.2.1.1. Amplitudes articulaires.....	84
1.2.1.2. Force.....	84
1.2.1.3. Douleur.....	84
1.2.1.4. Satisfaction.....	84
1.2.1.5. Données liées au travail.....	85
1.2.1.6. Rééducation post opératoire.....	85
1.2.1.7. Questionnaires fonctionnels.....	85
1.2.1.7.1. PRWE (Patient Rated Wrist Evaluation, annexe 1).....	85
1.2.1.7.2. QuickDASH (Disability of Arm-Shoulder-Hand, annexe 2).....	86
1.2.1.8. Ablation de matériel.....	86
1.2.1.9. Durée d'immobilisation.....	87
1.2.2. Analyse radiologique.....	87
1.2.2.1. Consolidation.....	87
1.2.2.2. Mobilisation ou bris du matériel de fixation.....	87
1.2.2.3. Conflit radiocarpien.....	87
1.2.2.4. Angle capitulaire.....	87
1.2.2.5. Hauteur du carpe.....	88
1.2.3. Analyse statistique.....	89
2. RESULTATS.....	90
2.1. Population totale d'arthrodèse par plaque Fusion®.....	90
2.1.1. Résultats cliniques.....	91
2.1.1.1. Amplitudes articulaires.....	91
2.1.1.2. Force.....	91
2.1.1.3. Douleur.....	92
2.1.1.4. Satisfaction.....	93
2.1.1.5. Données liées au travail.....	94
2.1.1.6. Rééducation postopératoire.....	94
2.1.1.7. Questionnaires fonctionnels.....	95
2.1.1.7.1. PRWE.....	95
2.1.1.7.2. QuickDASH.....	95
2.1.1.8. Ablation de matériel.....	96
2.1.1.9. Durée d'immobilisation.....	97
2.1.2. Résultats radiologiques.....	97
2.1.2.1. Consolidation.....	97
2.1.2.2. Mobilisation ou bris du matériel de fixation.....	100
2.1.2.3. Conflit radiocarpien.....	100
2.1.2.4. Angle capitulaire.....	102
2.1.2.5. Hauteur du carpe.....	103
2.2. Analyse des résultats du groupe « Plaque Fusion » en fonction de la durée d'immobilisation.....	104
2.2.1. Détermination des sous-groupes.....	104
2.2.2. Résultats cliniques.....	104
2.3. Comparaison aux résultats de la population opérée par agrafes.....	105

2.3.1. Résultats cliniques.....	106
2.3.1.1. Amplitudes articulaires.....	106
2.3.1.2. Force.....	107
2.3.1.3. Douleur.....	107
2.3.1.4. Satisfaction.....	108
2.3.1.5. Données liées au travail.....	108
2.3.1.6. Rééducation postopératoire.....	109
2.3.1.7. Questionnaires fonctionnels.....	110
2.3.1.7.1. PRWE.....	110
2.3.1.7.2. QuickDASH.....	110
2.3.1.8. Ablation de matériel.....	110
2.3.1.9. Durée d'immobilisation.....	111
2.3.2. Résultats radiologiques.....	111
2.3.2.1. Consolidation.....	111
2.3.2.2. Autres complications liées au matériel.....	112
2.3.2.3. Angle capitulaire.....	113
2.3.2.4. Hauteur du carpe.....	113
2.3.3. Tableau récapitulatif final des résultats comparatifs des groupes « plaque Fusion » et « Agrafes® ».....	114
TROISIEME PARTIE : ETUDE ECONOMIQUE.....	115
1. PRÉAMBULE.....	116
2. MATÉRIELS ET MÉTHODES.....	118
2.1. Matériels.....	118
2.1.1. Populations.....	118
2.1.1.1. Arthrodèse des 4 os par « Plaque Fusion® ».....	118
2.1.1.2. Arthrodèse des 4 os par agrafes.....	118
2.1.2. Postes de dépenses.....	119
2.1.2.1. Détermination des postes selon le parcours clinique du patient.....	119
2.1.2.1.1. Coûts préopératoires.....	119
2.1.2.1.2. Coûts liés à l'hospitalisation.....	119
2.1.2.1.3. Coûts post opératoires.....	120
2.2. Méthodes.....	122
2.2.1. Coûts préopératoires.....	122
2.2.2. Coûts liés à l'hospitalisation.....	124
2.2.3. Coûts Post opératoires.....	127
2.2.4. Exemple final de Mr L.....	133
2.2.5. Analyse statistique.....	134
3. RÉSULTATS.....	135
3.1. Analyse comparative des coûts moyens dans les 2 groupes (Plaque Fusion® vs Agrafes).....	135
3.1.1. Coûts préopératoires.....	135
3.1.1.1. Sécurité Sociale.....	135
3.1.1.2. Etablissement.....	135
3.1.2. Coûts liés à l'hospitalisation.....	136
3.1.2.1. Sécurité Sociale.....	136
3.1.2.2. Etablissement.....	136
3.1.2.3. DMI.....	137
3.1.3. Coûts postopératoires.....	137
3.1.3.1. Sécurité Sociale.....	137

3.1.3.2. Etablissement.....	138
3.1.4. Coûts globaux.....	138
3.1.4.1. Sécurité Sociale.....	138
3.1.4.2. Etablissement.....	139
3.2. Ratio Coût Efficacité de la plaque Fusion®.....	140
QUATRIEME PARTIE : DISCUSSION.....	144
1. CADRE DE LA DISCUSSION	145
2. INTÉRÊT CLINIQUE DE LA PLAQUE VERROUILLÉE DORSALE	146
2.1. Analyse clinique.....	146
2.1.1. Amplitudes articulaires	146
2.1.2. Force.....	148
2.1.3. Douleur, incapacité du poignet opéré et satisfaction du patient.....	150
2.1.4. Données liées au travail.....	152
2.1.5. Rééducation postopératoire.....	155
2.1.6. Ablation de matériel.....	156
2.2. Analyse radiologique.....	158
2.2.1. Consolidation et durée d'immobilisation.....	158
2.2.2. Mobilisation et bris de matériel.....	163
2.2.3. Angle capitulaire et hauteur du carpe.....	165
2.3. Analyse des échecs et complications.....	167
3. INTÉRÊT ÉCONOMIQUE DE LA PLAQUE VERROUILLÉE DORSALE	169
3.1. Evolution des coûts préopératoires avec l'utilisation de la plaque verrouillée dorsale Fusion®.....	169
3.2. Evolution des coûts liés à l'hospitalisation avec l'utilisation de la plaque verrouillée dorsale Fusion®.....	169
3.3. Evolution des coûts postopératoires avec l'utilisation de la plaque verrouillée dorsale Fusion®.....	170
3.4. Evolution des coûts globaux avec l'utilisation de la plaque verrouillée dorsale Fusion®.....	170
CINQUIEME PARTIE : CONCLUSION.....	173
REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES	176
ANNEXES	185

INTRODUCTION

L'arthrodèse des quatre os est une technique chirurgicale décrite par le Professeur Harold Kirk Watson en 1984 pour traiter les collapsus arthrosiques survenant dans les suites des instabilités scapholunaires chroniques (poignet SLAC). Elle consiste en une scaphoïdectomie avec fusion en un bloc des quatre coins osseux restants : lunatum, triquetrum, hamatum et capitatum. Le poignet devient alors mobile sur la seule articulation radiolunaire, indemne de lésions arthrosiques. Les indications se sont rapidement étendues aux collapsus arthrosiques sur pseudarthrose du scaphoïde (poignet SNAC), et plus rarement sur chondrocalcinose (poignet SCAC) ou instabilité médiocarpienne.

L'intervention n'a été que très peu modifiée depuis sa description initiale, les principales divergences actuelles étant centrées sur le mode de fixation de l'arthrodèse. Un brochage multiple était initialement utilisé, rapidement remplacé par les agrafes dans les années 90, ces dernières ayant également été le fruit de plusieurs évolutions techniques. Les plaques circulaires dorsales sont ensuite apparues dans les années 2000, d'abord non verrouillées puis intégrant des systèmes de blocage de la tête de vis (plaques verrouillées).

Dans le contexte actuel de crise économique, le coût de pose de ces plaques verrouillées dorsales est fortement décrié, d'autant que celles-ci sont à la charge des établissements de santé dans le secteur public. Cependant, l'objectif de ces innovations est d'obtenir une fixation plus stable permettant une immobilisation plus courte et une reprise des activités plus rapide et donc une diminution de la durée d'arrêt de travail postopératoire. Même si le coût initial est ainsi plus important, ces plaques pourraient garder un intérêt s'il se confirme qu'elles permettent une reprise plus précoce des activités professionnelles, le débat se déplaçant alors dans un champ de santé publique.

Nous avons donc jugé nécessaire d'évaluer rétrospectivement les résultats cliniques et radiologiques de nos patients opérés avec l'une de ses plaques circulaires verrouillées dorsales (plaque *Aptus Fusion* de *Medartis*©) après un rappel de l'historique de cette intervention, de ses évolutions et la description de la technique opératoire, telle que nous la pratiquons. Les résultats de cette série ont ensuite été comparés aux résultats d'une autre série rétrospective d'arthrodèse des quatre os fixées par des méthodes dites traditionnelles (agrafes simple ou quadripodes) afin de vérifier l'hypothèse principale : « l'utilisation de la plaque circulaire verrouillée dorsale dans l'arthrodèse des quatre os ne donne pas de meilleurs résultats cliniques finaux mais permet une récupération fonctionnelle et un retour au travail plus rapides ».

L'objectif secondaire était de déterminer si le surcoût lié à la pose d'une plaque Fusion® était compensé par l'économie réalisée sur les coûts post opératoires, nous avons donc ensuite réalisé une étude comparative des coûts engendrés par ces deux procédés de fixation (plaque verrouillée Fusion® versus moyens traditionnels type agrafes) depuis la consultation chirurgicale préopératoire jusqu'à la dernière consultation postopératoire.

Nous avons enfin discuté l'intérêt clinique et économique de l'utilisation des plaques circulaires verrouillées dorsales (PCVD) dans l'arthrodèse des quatre os.

PREMIERE PARTIE :
L'ARTHRODESE DES 4 OS : HISTORIQUE, TECHNIQUE
CHIRURGICALE, PRINCIPES BIOMECANIQUES ET
INDICATIONS.

1. ANATOMIE ET BIOMECHANIQUE DU POIGNET NORMAL.

1.1. Anatomie du poignet normal.

1.1.1. Anatomie des segments osseux.

Le poignet comprend l'extrémité distale du radius et de l'ulna, les 8 os du carpe et les bases des 5 métacarpiens. Les os du carpe sont divisés en 2 rangées, proximale et distale, sur la base de leur comportement cinétique lors des mouvements du poignet. La rangée proximale ou première rangée comprend le scaphoïde, le lunatum, le triquetrum et le pisiforme alors que la rangée distale comprend le trapèze, le trapézoïde, le capitatum et l'hamatum. La première rangée est décrite comme un segment intercalaire (*intercalated segment*) du fait de l'absence d'insertion tendineuse et d'un mouvement entièrement dépendant des forces mécaniques qui s'exercent sur ses surfaces articulaires [1]. Les os de la rangée distale sont étroitement liés les uns aux autres, mais aussi aux bases des second et troisième métacarpiens par des ligaments puissants n'autorisant qu'un mouvement négligeable entre eux si bien qu'on peut considérer la rangée distale comme une unité fixe du poignet dont le mouvement dépend des sollicitations musculo tendineuses de l'avant bras. Dans leur ensemble, les os du carpe forment une gouttière à concavité antérieure, où glissent les tendons des muscles fléchisseurs des doigts.

1.1.2. Anatomie des ligaments carpiens.

Les ligaments carpiens ont été classés par Taleisnik en groupes extrinsèques et intrinsèques sur la base de leur localisation. Les ligaments extrinsèques relient le radius et l'ulna au carpe alors que les intrinsèques ont relient les os du carpe entre eux [2; 3]. Kijima et Viegas ont reprécisé les attaches ligamentaires des ligaments extrinsèques et intrinsèques à partir de travaux anatomiques récents [4].

1.1.2.1. Ligaments extrinsèques.

1.1.2.1.1. Ligaments dorsaux (figure 1).

Ce sont des stabilisateurs secondaires importants pour l'articulation scapholunaire [1].

Le ligament radiocarpien dorsal prend son origine sur la partie ulnaire et dorsale de l'extrémité distale du radius, du tubercule de Lister jusqu'à l'arête située entre les fossettes scaphoïdiennes et lunariennes. Ce ligament trouve ensuite ses attaches sur le tubercule proximal et dorsal du triquetrum et sur le lunatum.

1.1.2.1.2. Ligaments palmaires (figure 2).

Ils jouent un rôle majeur dans la stabilité du poignet. On retrouve trois ligaments radio carpiens palmaires épais et robustes : le ligament radioscapocapital, le radiolunaire long et le radiolunaire court. Les autres ligaments ont un rôle biomécanique accessoire : les ligaments radioscapohunaire, ulnolunaire, ulnocapital et intermétacarpocapitohamatal.

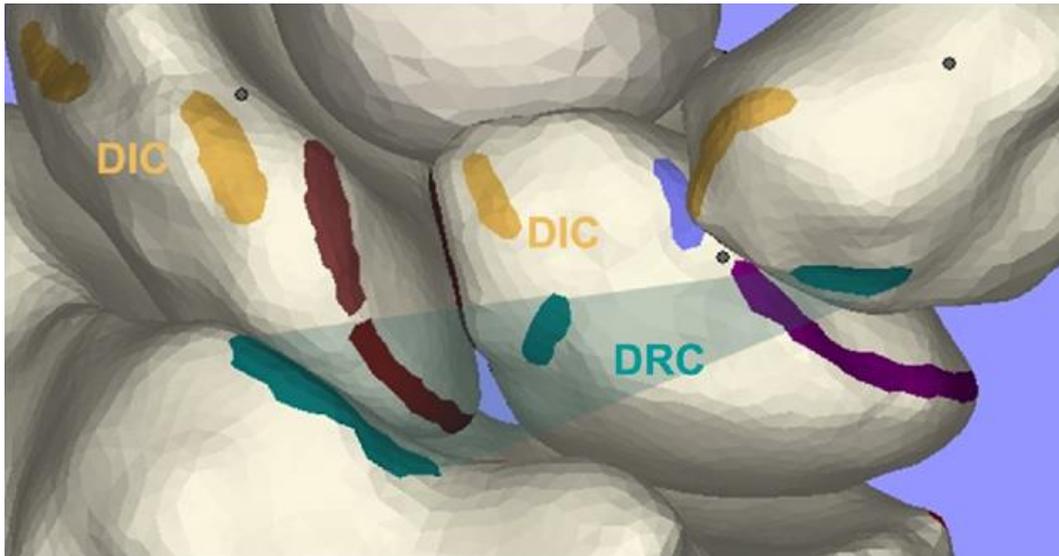


Figure 1 : Vue dorsale en 3D d'un poignet droit [5]. DRC : ligament radiocarpien dorsal. DIC : ligament intercarpien dorsal.

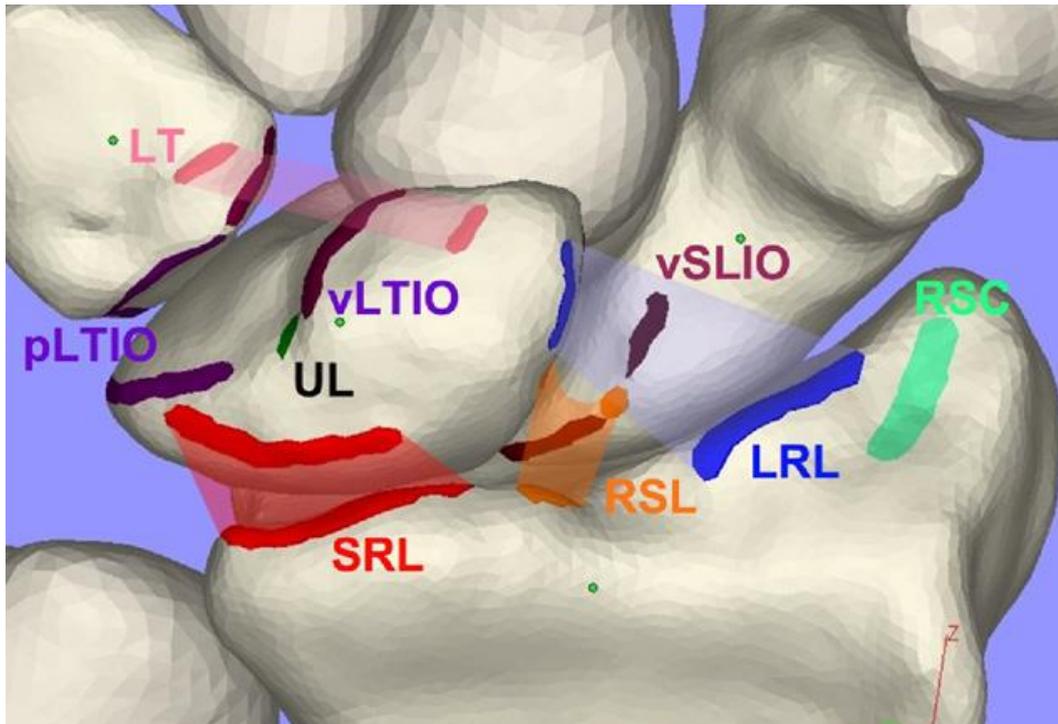


Figure 2 : Vue palmaire en 3D d'un poignet droit. [5] RSC : ligament radioscaphocapital. LRL : ligament radiolunaire long. SRL : ligament radiolunaire court. RSL : ligament radioscapholunaire. UL : ligament ulnolunaire. LT : ligament lunotriquetral. vSLIO : portion palmaire du ligament scapholunaire interosseux. vLTIO : portion palmaire du ligament lunotriquetral interosseux.

1.1.2.2. Ligaments intrinsèques.

1.1.2.2.1. Ligaments dorsaux.

Le ligament intercarpien dorsal est le plus important biomécaniquement notamment dans la stabilité du complexe scapholunaire, le ligament triquéthromatal et les ligaments dorsaux capitolunataux ont un rôle accessoire [4].

1.1.2.2.1.1. Ligament intercarpien dorsal (figures 1 et 4).

Il prend ses origines sur la partie distale et radiale du tubercule dorsal du triquetrum. Il recouvre la partie distale de la portion dorsale du SLIO, prend ses attaches sur la corne postérieure du lunatum et est ensuite individualisé en 2 parties selon Short et al. [6] : une partie épaisse et robuste s'insère sur le sillon dorsal du scaphoïde, une partie plus fine rejoint le trapèze et le trapézoïde.

Viegas et al. [7] ont décrit cette configuration en V latérale réalisée par le ligament intercarpien dorsal et le ligament radiocarpien dorsal qui confère une stabilité importante au complexe scapholunaire durant les mouvements du poignet. Ces ligaments jouent un rôle important dans

la prévention du DISI (dorsal intercalated segment instability) et du VISI (volar intercalated segment instability).

1.1.2.2.2. Ligaments palmaires.

Le complexe scaphotrapéziotrapézoïdal (figure 3), composé du ligament scaphotrapézien et du ligament scaphotrapézoïdal est un stabilisateur secondaire de l'articulation scapholunaire, il participe au maintien du scaphoïde en position verticale et lutte contre sa subluxation rotatoire en cas de rupture scapholunaire. On retrouve également une structure décrite récemment par Nagao et al. [5]: le ligament lunotriquétral (figure 2), faisant partie du complexe radiotriquétral décrit par Mayfield et al. [8] et important dans la stabilité lunotriquétrale et la lutte contre le VISI. D'autres ligaments intrinsèques palmaires sont décrits, moins importants en physiopathologie : les ligaments scaphocapital, triquétracapital, triquétroramatal et enfin le ligament palmaire capitoamatal qui lie fermement le capitatum à l'hamatum, n'octroyant quasiment aucun degré de mobilité à cette articulation.

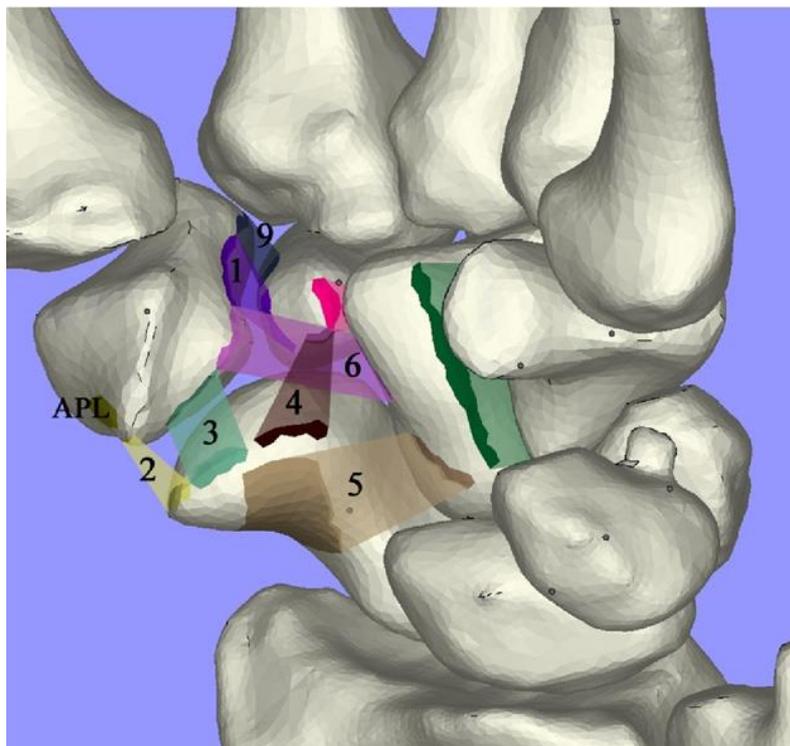


Figure 3 : Vue palmaire en 3D d'un poignet gauche [5].

1 et 9 : Ligament trapezotrapezoïdal. 2 et 3 : ligament scaphotrapézien. 4 : ligament scaphotrapézoïdal. 5 : ligament scaphocapital. 6 : ligament capitotrapézien. APL : Abductor Pollicis Longus.

1.1.2.2.3. Ligaments interosseux.

Le ligament scapholunaire interosseux est probablement le ligament du poignet qui a fait l'objet du plus grand nombre d'études biomécaniques et descriptions anatomiques en raison de son rôle majeur dans la stabilité intracarpienne. Le ligament lunotriquetral interosseux joue le même rôle dans la stabilité lunotriquetrale. D'autres ligaments interosseux sont décrits : le ligament trapézotrapézoïdal interosseux et le ligament capitotrapézoïdal interosseux qui permettent l'absence de recul de la première et la seconde colonne après scaphoïdectomie dans l'arthrodèse des 4 os (figure 3).

1.1.2.2.3.1. Ligament scapholunaire interosseux (SLIO, figure 4).

Il lie fermement le scaphoïde au lunatum à la partie proximal de leurs surfaces articulaires, on le divise en 3 segments (palmaire, intermédiaire et dorsal). La portion intermédiaire est un fibrocartilage extrêmement fin qui, prise isolément, n'a que très peu de valeur mécanique. Le segment dorsal est considéré comme le plus épais et le plus robuste et donc le plus important dans la stabilité scapholunaire. Il s'agit d'une vraie structure ligamentaire avec des fibres orientées transversalement qui s'oppose aussi bien aux forces de distraction qu'aux forces de torsion et de translation [9]. Le SLIO est considéré comme le stabilisateur primaire de l'articulation scapholunaire. Le ligament radioscapocapital et les ligaments scaphotrapézoïdiens sont des stabilisateurs secondaires de cette articulation scapholunaire [10].

1.1.2.2.3.2. Ligament lunotriquetral interosseux (LTIO).

Il lie fermement le triquetrum au lunatum à la partie proximal de leurs surfaces articulaires, on le divise également en 3 segments (palmaire, intermédiaire et dorsal).

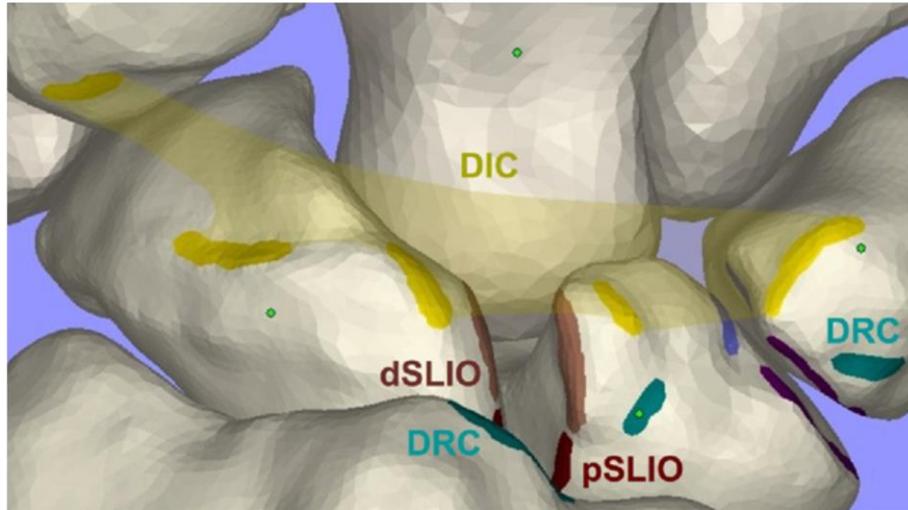


Figure 4 : Vue dorsale en 3D d'un poignet droit [5]. DIC : Ligament intercarpien dorsal. dSLIO : segment dorsal du SLIO. pSLIO : segment intermédiaire du SLIO. DRC : Ligament radiocarpien dorsal.

1.2. Biomécanique du poignet normal.

Les théories régissant les mouvements des os du carpe entre eux sont séparées en deux concepts majeurs.

Le premier concept apparu est celui de l'organisation en deux rangées, basé sur l'organisation anatomique du carpe. Comme nous l'avons déjà vu, la première rangée est composée du lunatum, du triquetrum, du pisiforme qui joue plus un rôle de sésamoïde et du scaphoïde qui joue le rôle de lien avec la seconde rangée composée du trapèze, du trapézoïde, du capitatum et de l'hamatum. Cette théorie attribuait la mobilité de la médiocarpienne en flexion-extension et en inclinaison radio ulnaire à la bascule du scaphoïde sous le radius distal [11].

Navarro [12] a proposé en 1921 le concept d'organisation en colonnes. Il suggérait que le carpe était organisé en trois colonnes : une colonne centrale avec le lunatum, le capitatum et l'hamatum dans laquelle se déroulait le mouvement de flexion-extension ; une colonne latérale composée du scaphoïde, du trapèze et du trapézoïde ; et une colonne médiale composée du triquetrum et du pisiforme.

Taleisnik [3] a modifié ce concept en 1976, il voulait répondre à l'impression générale moderne que la rangée distale interagissait comme un seul élément mécanique avec le lunatum. La colonne latérale ne comprenait alors plus que le scaphoïde et la colonne médiale le triquetrum, il excluait ainsi le pisiforme du fait de son statut d'os sésamoïde. Cette théorie suggérait essentiellement que la colonne centrale contrôlait la flexion et l'extension avec

l'inclinaison radioulnaire obtenue par rotation du scaphoïde et du triquetrum autour de cette colonne centrale.

Lichtman et al. [13] ont repris en 1981 le concept initial d'organisation en rangées avec la théorie d'anneau ovale (« *oval ring* ») qui suggérait que le mouvement se déroulait entre le capitatum et le lunatum aussi bien en inclinaison radioulnaire qu'en flexion-extension. Il impliquait que les articulations scaphotrapézienne et triquetrohamatale jouaient un rôle de lien physiologique entre les 2 rangées dont l'interruption causait des mouvements anormaux entre les os du carpe.

Récemment Camus et al. [14] ont repris le concept de carpe à géométrie variable énoncé par Kapandji [15] qui relate les changements de conformation du massif carpien dans le plan frontal. Selon Kapandji, la clé de la géométrie variable se trouve, d'une part, dans l'existence d'un mouvement d'inclinaison radio-ulnaire décomposé à parts égales entre la radiocarpienne et la médiocarpienne, de même direction, reproduisant le mouvement d'une double cupule ; et d'autre part, dans l'existence d'un mouvement de flexion-extension contraire entre les deux rangées, la flexion de l'une des rangées neutralisant l'extension de l'autre dans le plan sagittal, ce qui permet à la main de rester dans le plan frontal. Dans cette étude de Camus et al. [14], le centre de rotation carpien se situe à la jonction tiers proximal/tiers moyen du capitatum et varie peu lors de mouvements. Le mouvement de bascule de la première rangée carpienne sous le radius et de bascule de la deuxième rangée carpienne sous la première (les deux bascules ayant des amplitudes voisines) constitue le modèle d'une double cupule carpienne. Les mouvements des os sont proches entre les os d'une même rangée et éloignés entre les os d'une même colonne. Les deux rangées ont une amplitude de mouvement bien différenciée l'une de l'autre. Les trois colonnes entre elles ont des mouvements d'amplitude proche. Les mouvements efficaces du poignet, mobilisant la main, se mesurent entre les rangées carpiennes et non entre les colonnes. Les mouvements mesurés entre les colonnes sont des mouvements de torsion intra rangées, permettant aux deux rangées carpiennes de rester congruentes entre elles et avec la glène radiale. Le scaphoïde décrit un mouvement proche de ceux du lunatum et du triquetrum, les mouvements sont unifiés au sein de chaque rangée carpienne et le scaphoïde s'inscrit totalement dans la cinématique de la première rangée (figure 5).

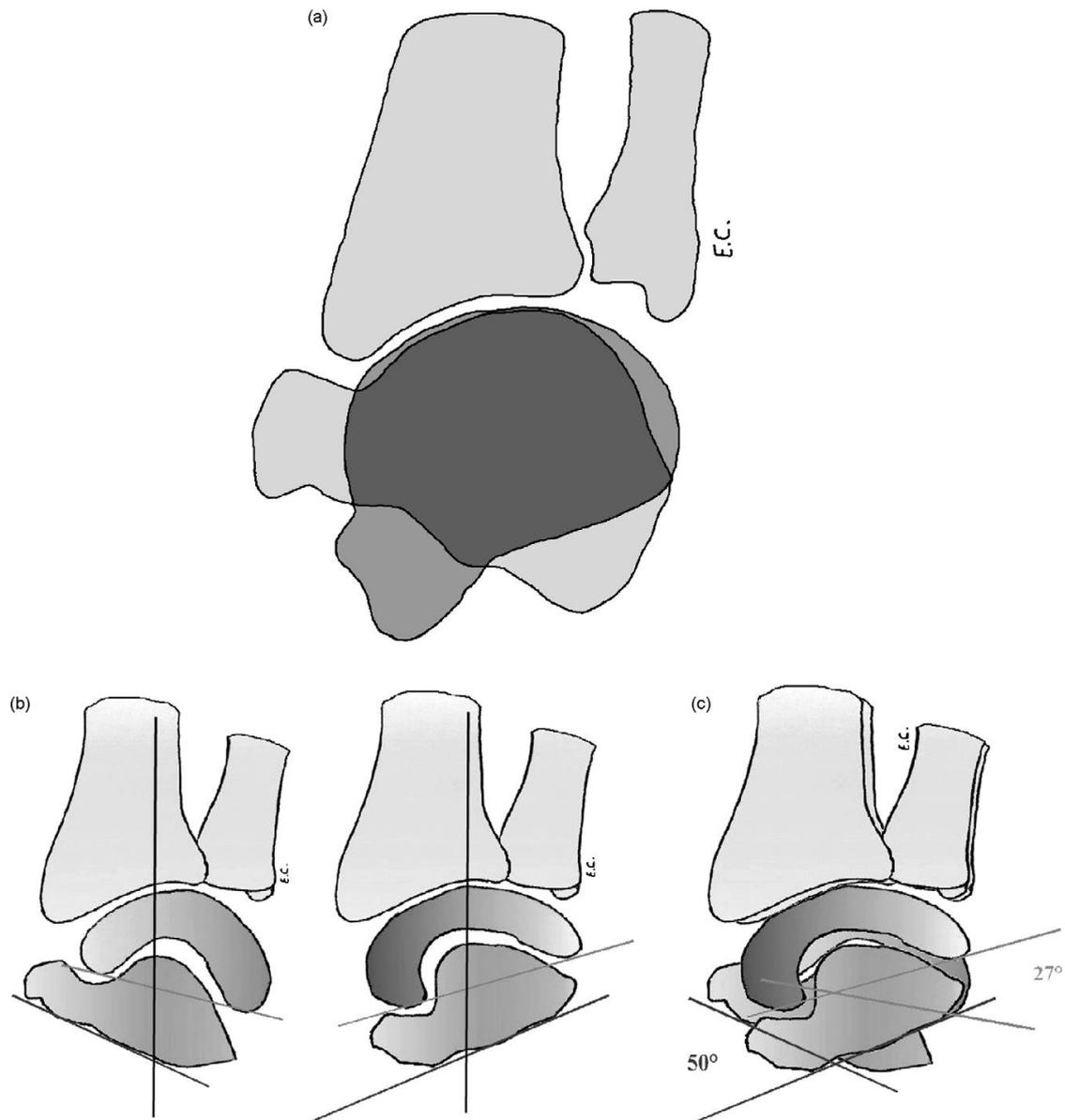


Figure 5 : concept de carpe à géométrie variable avec double cupule carpienne. [15] (a) : massif carpien en inclinaison radioulnaire. (b) : rangées carpiennes. (c) : superposition des rangées montrant la double bascule.

1.3. Mobilités articulaires du poignet normal.

1.3.1. Flexion-extension.

De nombreuses études radiographiques et scannographiques 2D et 3D ont été menées in vivo [15; 16; 17].

L'arc de mobilité globale de flexion-extension varie entre 157° et 170° selon les études. La flexion est mesurée entre 79° et 85° et l'extension entre 78° et 85°, celles-ci se répartissent de manière globalement égales dans la mobilité totale en flexion-extension.

La flexion de l'articulation radiolunaire est comprise entre 42 et 50° alors que celle de l'articulation lunocapitale va de 35 à 37°. L'extension de l'articulation radiolunaire est comprise entre 32 et 35° alors que celle de l'articulation lunocapitale va de 46 à 50°. L'articulation radiocarpienne prendrait donc une part prépondérante dans la flexion alors que l'articulation médiocarpienne aurait une part prépondérante dans l'extension selon ses chiffres.

Selon l'étude cadavérique de Kaufmann [18], le capitatum et le scaphoïde tendent à se mouvoir ensemble en flexion-extension, ce qui tend à donner une plus grande amplitude de mouvement à l'articulation radioscapoïdienne qu'à l'articulation radiolunaire. Par contre, la mobilité médiocarpienne serait supérieure dans l'articulation lunocapitale par rapport à la scaphocapitale (figure 6). Pour lui, l'articulation médiocarpienne est prépondérante en extension et la flexion est partagée également entre la radiocarpienne et la médiocarpienne ce qui contredit les chiffres vus plus haut, probablement car il s'agit ici d'une étude anatomique avec des mobilisations passives du poignet contrairement aux études in vivo mentionnées ci-dessus où les mobilisations étaient actives. La mobilisation active en extension solliciterait ainsi plus l'articulation médiocarpienne, alors que la mobilisation active en flexion solliciterait plus l'articulation radiocarpienne.

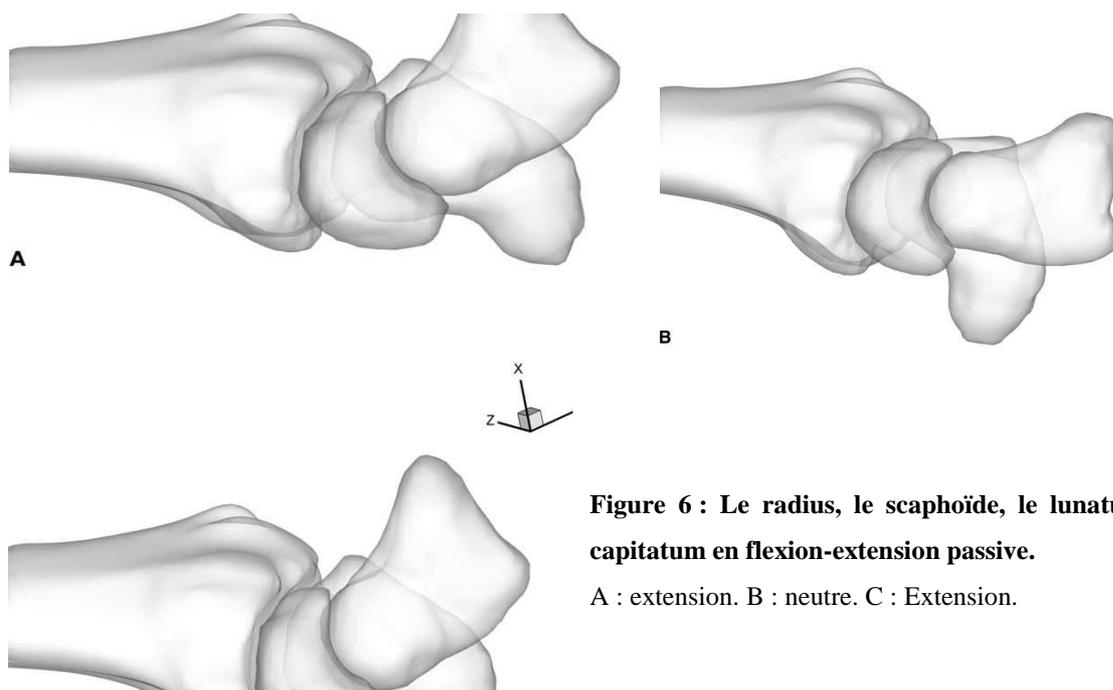


Figure 6 : Le radius, le scaphoïde, le lunatum et le capitatum en flexion-extension passive.

A : extension. B : neutre. C : Extension.

1.3.2. Inclinaison radio ulnaire.

En inclinaison radiale du poignet, le scaphoïde fléchit, son pôle distal se projette en avant du carpe. C'est le fameux signe radiographique de l'anneau. Le trapèze et le trapézoïde ont un mouvement inversé d'extension sous le scaphoïde, ce qui porte le trapèze latéralement et le trapézoïde postérieurement au scaphoïde (figure 7). L'horizontalisation (flexion) du scaphoïde a plusieurs conséquences :

- un mouvement de croisement du scaphoïde vers l'avant et du berceau trapézo-trapézoïdien vers l'arrière.
- la flexion du scaphoïde entraîne le reste de la première rangée en flexion. La projection de son tubercule en avant du carpe exclut ce tubercule de l'arc de cercle occupé par la première rangée dans le plan frontal ;
- mais alors que la flexion du scaphoïde se traduit par une diminution de la hauteur de la colonne radiale, la flexion du triquetrum l'amène en position haute au-dessus de l'hamatum. Il s'en éloigne en partie, ce qui provoque une augmentation de la hauteur de la colonne ulnaire du carpe (Figure 7) ; cette situation correspond à l'ouverture du hiatus triquétrorhamatal. La hauteur de la colonne ulnaire est donc supérieure à la hauteur additionnée des deux os, car un espace est apparu entre les deux.

Les travaux publiés par Kaufmann montrent que la médiocarpienne intervient dans 60 % du

mouvement d'inclinaison radiale. En inclinaison radiale, pendant que la première rangée fléchit, le capitatum s'étend par rapport au lunatum avec un mouvement d'inclinaison radiale [18].

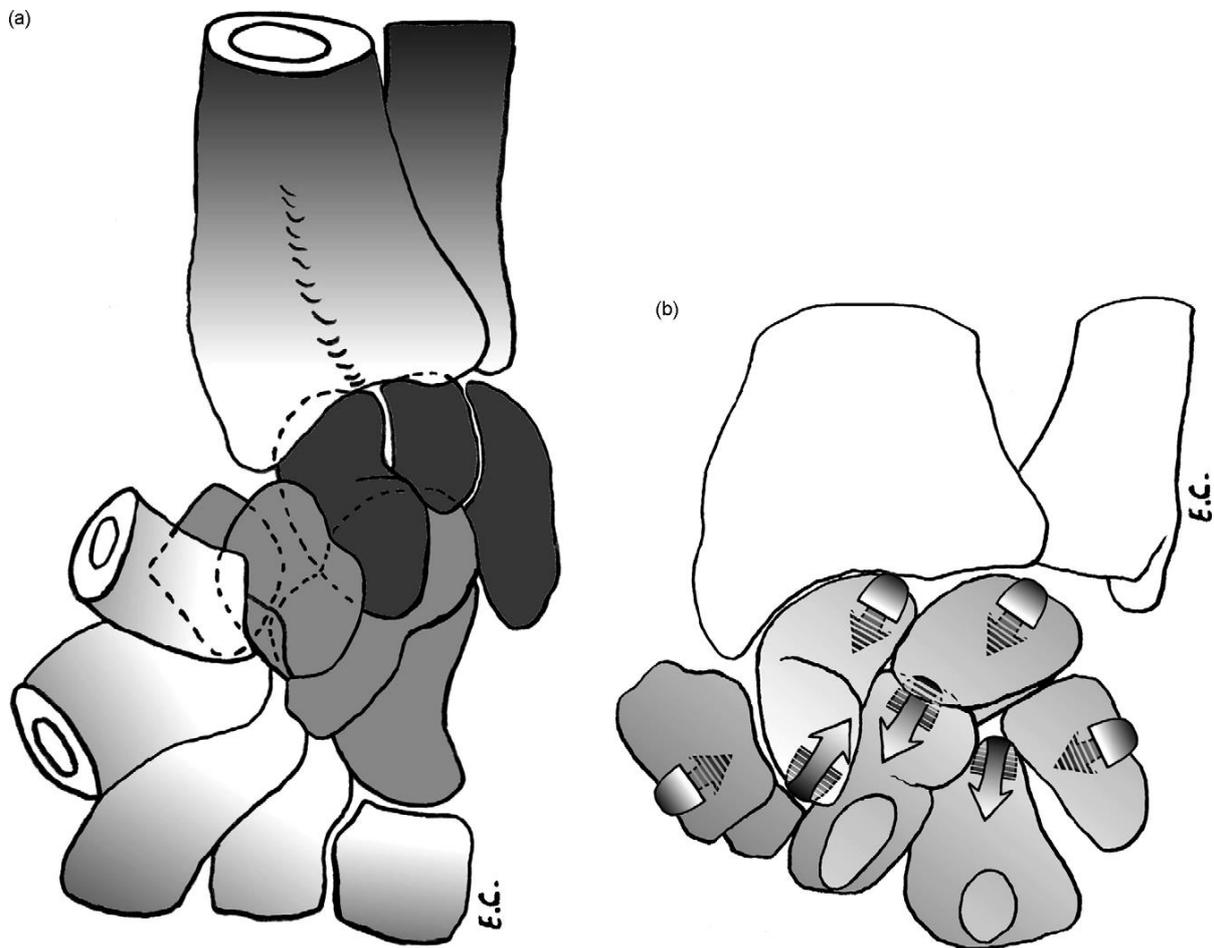


Figure 7 : Analyse de l'inclinaison radiale [14]. (a) Mouvement global. (b) Déplacement de chaque os.

En inclinaison ulnaire du poignet, le scaphoïde s'étend et sa hauteur apparente augmente. Cela permet de combler toute la hauteur utile sous le radius. Le trapèze et le trapézoïde fléchissent, ce qui les amène sous le scaphoïde et augmente encore la hauteur de la colonne radiale du carpe (Figure 8). L'extension du scaphoïde entraîne les conséquences suivantes :

- une extension de toute la première rangée du carpe. Dans la colonne ulnaire, l'extension du triquetrum entraîne une superposition de celui-ci avec l'hamatum qu'il croise par devant. La hauteur de la colonne ulnaire est donc inférieure à la hauteur des deux os qui se projettent en partie l'un devant l'autre (Figure 8) ;

- la réintégration du tubercule du scaphoïde dans l'arc de cercle occupé en projection frontale par la première rangée. [14]

Kaufmann précise qu'en inclinaison ulnaire, l'articulation médiocarpienne intervient dans 86% du mouvement. Pendant que la première rangée s'étend, le capitatum fléchit par rapport au semi lunaire avec un mouvement d'inclinaison ulnaire [18].

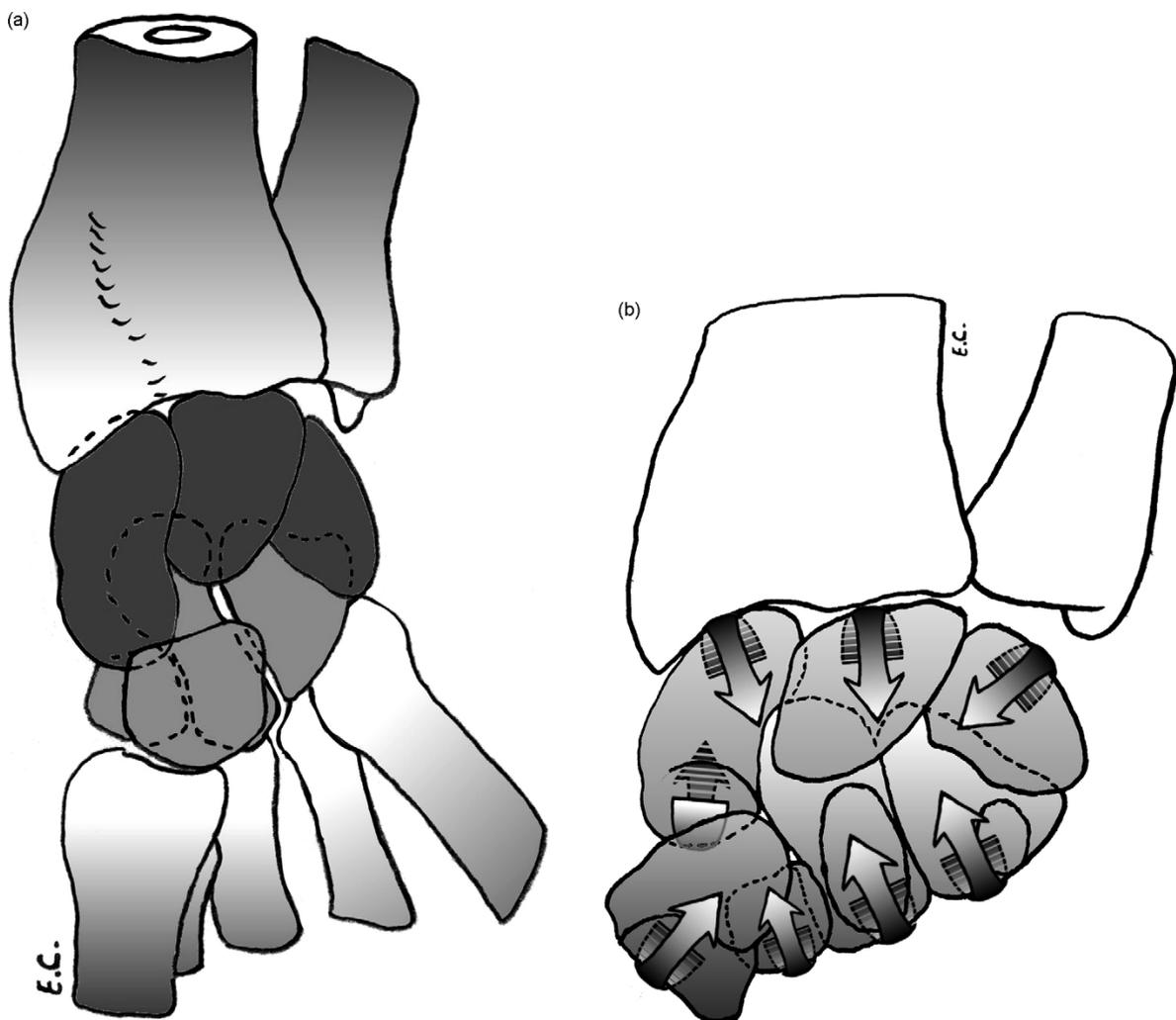


Figure 8 : Analyse de l'inclinaison ulnaire [14]. (a) Mouvement global. (b) Déplacement de chaque os.

2. LE POIGNET PATHOLOGIQUE : INDICATIONS D'ARTHRODÈSE DES 4 OS.

2.1. Scapholunate advanced collapse (SLAC).

2.1.1. Définitions usuelles et sémantique.

L'instabilité scapholunaire est une instabilité dissociative de la première rangée, liée à des lésions ligamentaires intrinsèques entraînant une modification des rapports normaux entre les os du carpe comme l'ont défini Wright et al [19]. Les notions d'instabilités statique et dynamique ont été introduites par Taleisnik [3] ; il s'agit d'une définition radiologique. L'instabilité statique est visible sur les radiographies de face et/ou de profil et correspond, en théorie, à la perte permanente des rapports des os entre eux. La dissociation scapholunaire donne lieu à une instabilité en extension du lunatum ou « *dorsal intercalated segment instability* » (DISI). L'acronyme « DISI » est largement utilisé mais il ne résume pas tous les aspects de la dissociation scapholunaire et n'en est pas pathognomonique [20]. Enfin, Watson et al. [21] ont ajouté la notion d'instabilité pré-dynamique ou mieux d'instabilité occulte car il n'y a pas de certitude que ce type d'instabilité évolue systématiquement vers l'aggravation [22]. On voit régulièrement utiliser la terminologie de subluxation rotatoire du scaphoïde (SRS). Watson et al. [21] classent la SRS en cinq types :

- I ou pré-dynamique (symptômes et signes cliniques d'instabilité en l'absence d'anomalies radiologiques) ;
- II ou dynamique (présence d'anomalies sur les radiographies en stress) ;
- III ou statique (anomalies sur les radiographies standard) ;
- IV ou dégénérative (présence d'une arthrose radioscapoïdienne ou scaphotrapézotrapézoïdienne [STT]) ;
- V ou secondaire (après maladie de Kienböck ou pseudarthrose du scaphoïde).

2.1.2. Etudes expérimentales de la stabilité scapholunaire.

Les différentes études biomécaniques parues dans la littérature analysent l'effet de sections ligamentaires arthroscopiques séquentielles, sur des poignets cadavériques. Les premières d'entre elles dont l'étude de Short et al. [10] ont identifié le LSLIO comme le stabilisateur principal de l'articulation scapholunaire; cette même étude a également mis en lumière le rôle

de stabilisateurs secondaires du ligament radioscapocapital et du complexe scaphotrapézotrapézoïdien. En effet, la section isolée ou combinée des stabilisateurs secondaires n'entraîne pas de modification de la statique et de la cinétique carpienne contrairement à la section isolée du LSLIO ; cependant, la section combinée du LSLIO et des stabilisateurs secondaires aggravent le diastasis scapholunaire, la flexion scaphoïdienne et le DISI observés lors de la section unique du LSLIO. L'étendue des lésions nécessaires pour perturber la cinématique du couple scapholunaire est pourtant encore mal connue. En fait, des études récentes suggèrent que le ligament intercarpien dorsal (LICD) et le ligament radiocarpien dorsal (LRCD) jouent également un rôle important dans la stabilisation du couple scapholunaire [6; 10; 23]. Mitsuyasu et al. [24] montrent que, après section du SLIO, la section du LICD fait apparaître une DISI sur un poignet en position neutre soumis à une charge axiale. Pour eux, le LICD pourrait être la cause du passage de l'instabilité scapholunaire dynamique à l'instabilité statique. De plus, Viegas et al. [23] signalent qu'une rupture de l'insertion scaphoïdienne du LICD est fréquemment constatée lors des opérations pour désaxation scapholunaire. Pour eux, la configuration en V latéral du LICD et LRCD permet d'agir comme un ligament radioscapoïdien dont la longueur effective varie du simple au triple en modifiant l'angle du V lors des mouvements du poignet, autorisant une mobilité normale du scaphoïde malgré un effet stabilisateur dorsal. Devant ces constatations, Short et al. ont repris leur étude initiale en associant la section du LICD et du LRCD [6], confirmant leur rôle de stabilisateurs secondaires mais l'estimant minime, l'étude étant cependant menée sur des amplitudes de flexion-extension et d'inclinaison radiolunaires limitées, sans charge appliquée au poignet. Il faut toutefois nuancer ces résultats en soulignant le caractère expérimental de ces études et leur impossibilité de reproduire avec fidélité l'histoire naturelle de la dissociation scapholunaire par des sections ligamentaires séquentielles et dont la méthodologie est toujours discutable. L'instabilité scapholunaire chronique est en effet une notion complexe dont le spectre physiopathologique reste mal connu. Elle résulte vraisemblablement non seulement de la faillite du ligament scapholunaire interosseux mais aussi de ses stabilisateurs secondaires palmaires et dorsaux sans que l'on ait pu démontrer si cette altération survient progressivement, par déformation plastique des stabilisateurs secondaires, ou par des traumatismes secondaires sur un poignet fragilisé [6 ; 10 ; 21 ; 24]. Le caractère inexorable de cette évolution n'a pas non plus été démontré.

2.1.3. Biomécanique du carpe après dissociation scapholunaire.

La dissociation scapholunaire expérimentale entraîne, outre la flexion du scaphoïde et l'extension du lunatum, une divergence scapholunaire : le scaphoïde part en inclinaison ulnaire et le lunatum en inclinaison radiale [10]. Les dissociations scapholunaires expérimentales montrent que la surface de contact du scaphoïde se réduit et se translate vers la berge dorsoradiale du radius avec une augmentation des pressions radioscapoïdiennes [25] expliquant l'arthrose secondaire. Il existe également une supination de l'ensemble constitué par le scaphoïde et la seconde rangée. En effet la désaxation scapholunaire n'est pas une simple subluxation rotatoire du scaphoïde mais une subluxation postérolatérale de l'ensemble scaphoïde-2^{ème} rangée. Cela permet d'expliquer la subluxation du pôle proximal du scaphoïde, source du ressaut et de l'arthrose radioscapoïdienne et le décentrage médiocarpien, source d'arthrose capitulaire secondaire (figures 9 et 10).



Figure 9 : Radiographies de profil des deux poignets d'une patiente ayant une désaxation symptomatique unilatérale. On note du côté symptomatique (a) une subluxation postérolatérale de l'ensemble scaphoïde-2^{ème} rangée [20].



Figure 10 : Coupes TDM d'une désaxation SL associée à une arthrose stade 2 sur les radiographies. (a)

Coupe passant par le pôle proximal du scaphoïde. Notez que l'articulation scaphocapitale est parfaitement congruente et que l'ensemble présente une translation dorsale ; (b) coupe passant par la colonne moyenne. Outre la DISI, il existe une excentration dorsale de la tête du capitatum.

L'arthrose secondaire à l'instabilité scapholunaire est la forme d'arthrose la plus fréquente [21]. Elle est décrite sous l'appellation de « *scapholunate advanced collapse* » ou « SLAC wrist » et évolue selon une séquence prédictible de trois étapes (figure 11) :

- stade I : pincement artriculaire entre la partie postérieure de la glène radiale et le sommet du scaphoïde ;
- stade II : lésions dégénératives de toute la surface entre le radius et le scaphoïde ;
- stade III : pincement de l'espace capitolaire.

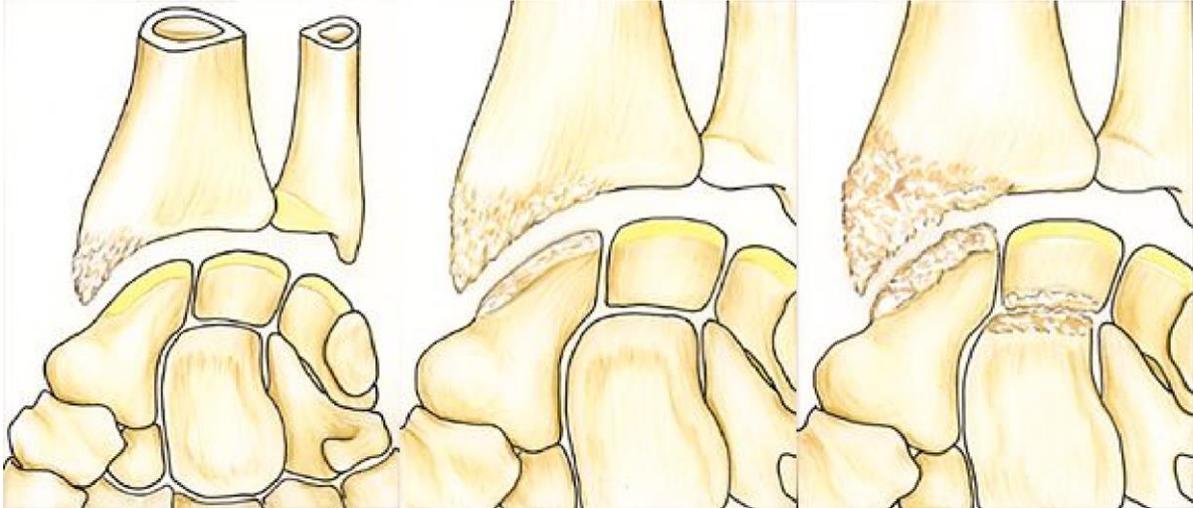


Figure 11 : Classification de l'arthrose « SLAC wrist » selon Watson [21]. Stade I : arthrose styloscaphoïdienne. Stade II : arthrose radioscapoïdienne. Stade III : arthrose capito-lunaire.

L'articulation radiolunaire est généralement respectée car la congruence radiolunaire est conservée en extension du lunatum (figure 12). De plus, l'étude de Werner et al. [26] montre que, après section ligamentaire expérimentale, la mobilité du scaphoïde augmente alors que la mobilité du lunatum diminue. La préservation de cette articulation sert de base aux indications thérapeutiques.



Figure 12 : Radiographie d'une arthrose « SLAC ». Notez le respect de l'interligne radiolunaire.

2.2. Scaphoid nonunion advanced collapse (SNAC).

2.2.1. Aspects généraux et biomécanique.

Il s'agit de l'évolution arthrosique des pseudarthroses du scaphoïde. Environ 10% des fractures du scaphoïde évolueraient vers la pseudarthrose [27]. Les fractures du pôle proximal sont plus à risque notamment en cas de nécrose avasculaire ainsi que les fractures déplacées. Les fractures du scaphoïde évoluent selon deux modes de déplacement : palmaire ou dorsal, selon l'orientation du trait de fracture. Le déplacement palmaire est observé en cas de fracture distale du scaphoïde dans lesquelles le scaphoïde adopte une forme bossue, plicaturée (« humpback deformity ») par défaut osseux antérieur lié à une résorption progressive, large et triangulaire avec développement d'une DISI. Le déplacement dorsal est lui plutôt observé dans les fractures plus proximales où le défaut osseux est plus faible et plan (figure 13).

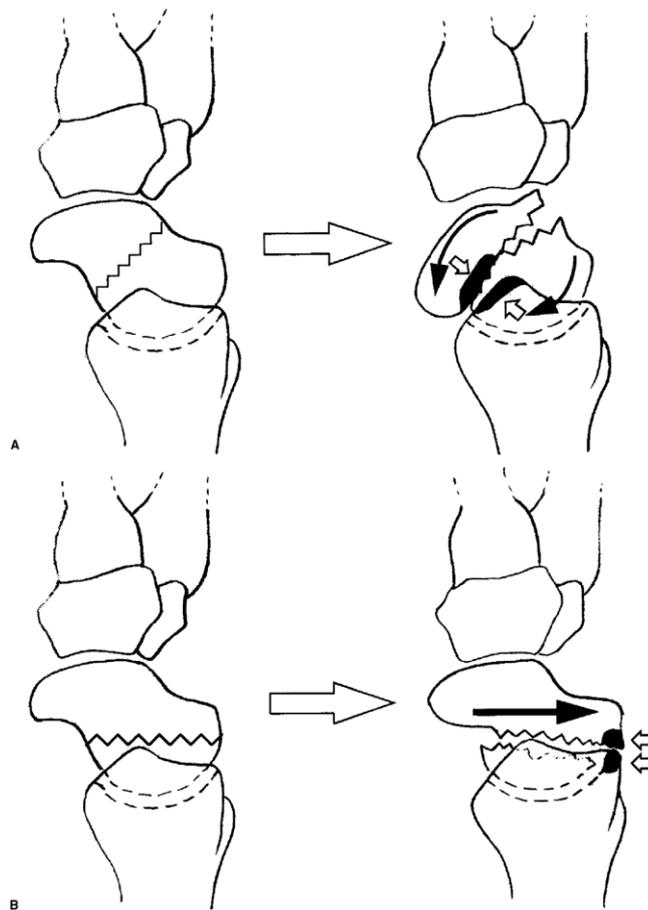


Figure 12 : Modes de déplacement des pseudarthroses du scaphoïde [28]. A. Aspect habituel des pseudarthroses évoluant sur un mode de déplacement palmaire avec apparition d'un contact styloïdoscaphoïdien en noir. B : Mode de déplacement dorsal avec mise en contact du fragment distal du scaphoïde et de la berge postérieure du radius. Ce type de déplacement n'est observé que très rarement.

Les pseudarthroses du scaphoïde peuvent adopter des formes stables ou instables. Dans les formes stables, la longueur et la forme du scaphoïde sont préservées par un tissu de connexion fibreux, la façon dont elles évoluent vers l'arthrose n'est pas claire. Les formes instables évoluent vers des lésions dégénératives plus ou moins rapidement reproduisant le « *Scaphoid Nonunion Advanced Collapse wrist* » par analogie au SLAC. L'association à des lésions ligamentaires favoriserait l'évolution vers une forme instable. Initialement, une déformation en DISI apparaît puis des lésions arthrosiques sont observées successivement dans le compartiment radioscapoïdien, puis en médiocarpien, d'abord dans l'espace scaphocapital par cisaillement du capitatum dans la zone de pseudarthrose, puis en capitolunaire (Figure 14) [29]. L'interligne radiolunaire est là encore très longtemps préservé.

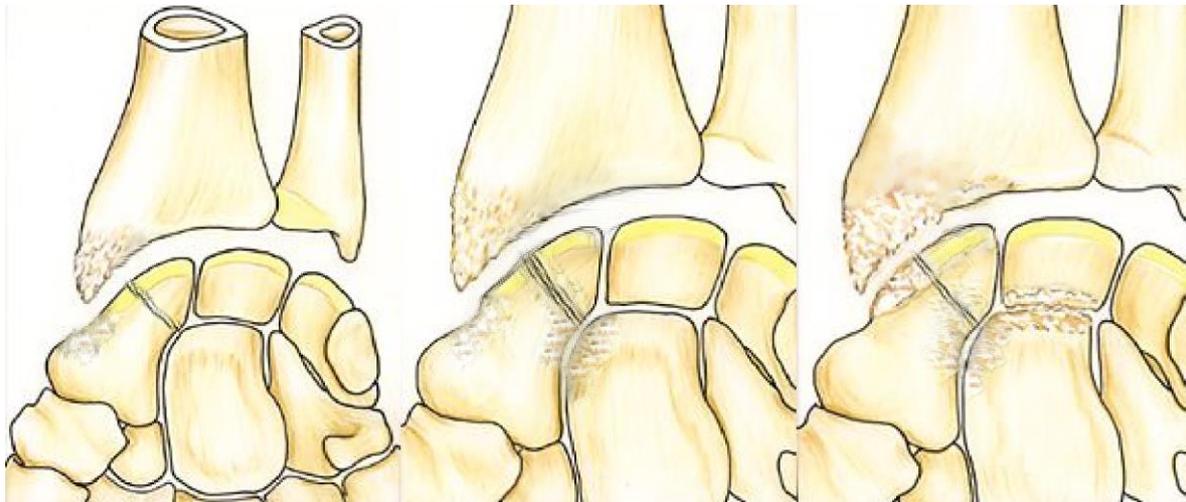


Figure 14. Classification des pseudarthroses du scaphoïde selon Cooney. Stade 1 : arthrose styloïdoscaphoïdienne. Stade 2 : Stade 1 + arthrose scaphocapitale. Stade 3 : Stade 2 + arthrose capitolunaire.

2.3. Autres indications de l'arthrodèse des 4 os.

2.3.1. Scaphoid chondrocalcinosis advanced collapse (SCAC).

Il s'agit d'une indication bien moins fréquente que les arthroses SNAC et SLAC mais l'une des premières causes d'arthrose non traumatique du poignet, liée à la dégénérescence d'une arthropathie microcristalline : la chondrocalcinose. Le terme SCAC a été introduit par Romano en 2003 [30] et concerne l'évolution arthrosique du compartiment radial dans cette pathologie. On la retrouve chez les sujets âgés avec une évolution douloureuse sur plusieurs

années. Il distingue 4 stades (figure 15) :

- stade 1 : atteinte isolée et globale de l'interligne radioscapoïdien avec simple pincement ; aspect vertical du scaphoïde ; présence de signes associés (calcification du ligament triangulaire, atteinte de l'articulation scaphotrapézienne).
- Stade 2 : verticalisation plus importante du scaphoïde qui s'incruste dans le radius. Pincement de l'interligne capitulunaire. Absence de diastasis scapholunaire.
- Stade 3 : majoration de l'incrustation du scaphoïde, association d'une dissociation scapholunaire sans gap mais présence d'une DISI.
- Stade 4 : évolution rare et ultime avec atteinte de toutes les articulations du carpe et notamment de l'articulation radiolunaire. L'arthrodèse des 4 os n'est plus possible.

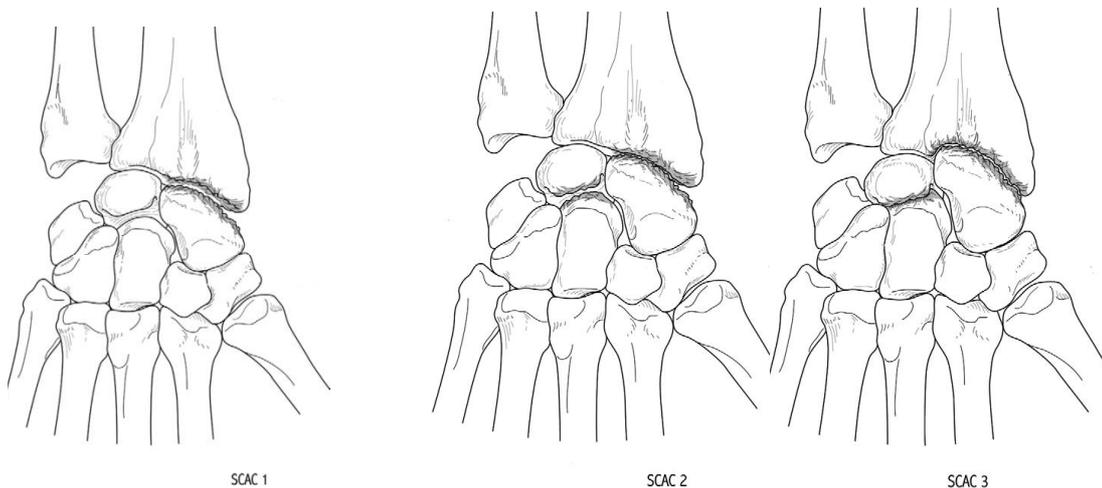


Figure 15. Stades évolutifs du poignet « SCAC » [30].

2.3.2. Instabilité médiocarpienne.

L'instabilité médiocarpienne a été décrite la première fois sous le nom de « poignet à ressaut » par Mouchet et Belot en 1934 [31]. C'est une instabilité entre la première et la seconde rangée du carpe, elle est donc non dissociative. Elle se traduit cliniquement par un ressaut médiocarpien douloureux lors de l'application d'un mouvement de tiroir antérieur, de compression puis d'inclinaison ulnaire sur un poignet en pronation correspondant au passage du triquetrum de sa position haute à sa position basse sur la pente hélicoïdale de l'hamatum ; c'est le « *midcarpal shift test* » décrit par Lichtman [13]. Lichtman a classé les instabilités médiocarpennes en différents types selon leur étiologie (tableau 1).

Classification des instabilités médiocarpiennes
I. Intrinsèque
A. Palmaire
B. Dorsale
C. Combinée
II. Extrinsèque

Tableau 1. Lichtman [32]

Il sépare ainsi les instabilités intrinsèques qui sont dues à des laxités ligamentaires alors que les instabilités extrinsèques sont secondaires à des anomalies osseuses (cals vicieux de radius par exemple). Les instabilités intrinsèques sont également divisées en palmaire, dorsale ou combinée en fonction de la direction de la subluxation. La physiopathologie est encore mal connue, la forme la plus fréquente (intrinsèque palmaire avec VISI) serait due à des lésions associées du ligament radiotriquetral dorsal et du ligament arqué palmoulnaire [32]. L'arthrodèse des 4 os semble ici la seule intervention capable de stabiliser l'articulation médiocarpienne à long terme, les reconstructions ligamentaires étant décevantes.

3. HISTORIQUE DE L'ARTHRODESE DES 4 OS.

3.1. Description princeps de Watson.

Harold K. Watson et Frederik L. Ballet du service de Chirurgie de la main d'Hartford (Connecticut) ont publié en 1984 les résultats d'une revue de plus de 4000 clichés radiographiques à partir desquels ils ont pu déterminer l'évolution naturelle du poignet atteint d'instabilité scapholunaire vers l'arthrose « SLAC » [33]. Ils ont ainsi remarqué la préservation de l'interligne radiolunaire même après une longue évolution de cette pathologie. Ils proposèrent alors l'arthrodèse des 4 os (lunatum, triquetrum, capitatum, hamatum) dans le but de stabiliser le poignet, bloquer les articulations arthrosiques et transmettre les forces à travers la seule articulation préservée de lésions dégénératives.

Une incision cutanée transversale était pratiquée puis la capsule articulaire était ouverte au niveau capitolunaire après avoir récliné les extenseurs. Le cartilage articulaire était retiré entre les 4 os à la pince gouge, sans utiliser de fraise motorisée ni de scie afin d'éviter toute brûlure osseuse. Un brochage capitolunaire, triquetrolunaire, hamatolunaire et hamatotriquetral était

réalisé (diamètre 12/10^{ème}). On prélevait alors une greffe spongieuse au niveau du radius afin de l'impacter dans les interlignes à fusionner. Le scaphoïde était ensuite retiré en prenant soin de ne pas léser les ligaments radiaux et palmaires. La technique comprenait alors un remplacement du scaphoïde par une prothèse en silicone.

L'immobilisation postopératoire consistait en une manchette plâtrée prenant la colonne du pouce mais également le second et le troisième doigts pendant 4 semaines puis une manchette prenant le pouce pour 2 semaines. L'ablation des broches était alors pratiquée sous anesthésie locale en consultation, une attelle complémentaire pouvant être à nouveau appliquée pendant les 10 jours suivant le retrait des broches.

Ses premiers résultats concernaient 20 poignets chez 19 patients avec 24 mois de recul en moyenne. 18 patients ressentaient une amélioration de la douleur. Deux algodystrophies et une infection sur prothèse en silicone ont été constatées. Les auteurs n'ont mentionné qu'une seule pseudarthrodèse malgré le retrait précoce du matériel.

3.2. Biomécanique du poignet arthrodésé.

L'objectif de l'arthrodèse des 4 os est de transmettre les charges sur l'articulation radiolunaire préservée et supprimer les charges au niveau de l'articulation radioscapoïdienne arthrosique. Dans un poignet normal, les charges dans l'articulation radiocarpienne sont transmises à 60% sur les scaphoïde et 40 % sur le lunatum selon les travaux de Skie et al. [34]. Après arthrodèse des 4 os, la charge diminue significativement au niveau de la fossette scaphoïdienne sans augmenter pour autant au niveau de la fossette lunarienne comme on pourrait le penser ; on ne retrouve pas non plus d'augmentation des charges ulnocarpiennes [34], ce qui n'explique donc pas les douleurs classiques du bord ulnaire du poignet relatées par les patients à long terme.

Concernant les mobilités articulaires, l'arthrodèse des 4 os supprime la part liée à l'articulation médiocarpienne. L'arc de flexion-extension correspond donc à la mobilité de l'articulation radiolunaire. La plupart des études biomécaniques cadavériques montrent une diminution d'environ 40 à 60% de la mobilité en flexion-extension comme Dvinskikh et al. [35] pour qui l'arc de flexion extension passe de 145° à 82° après arthrodèse. Ce volant de mobilité de 80° en moyenne constitue d'ailleurs la limite que l'on ne pourra franchir avec cette intervention, peu importe le matériel utilisé. Il est fréquemment inférieur en clinique car

la part de fibrose cicatricielle articulaire ne peut s'exprimer dans les études cadavériques [35].

Ce volant de mobilité sera distribué vers la flexion ou l'extension selon la position de l'arthrodèse capitulunaire. Les études biomécaniques semblent désormais s'accorder sur le fait que le lunatum doit être placé en position neutre [35; 36], permettant ainsi un arc de flexion-extension maximal avec une distribution équivalente des mobilités sur la flexion et l'extension. Une position en flexion du lunatum (VISI) limite la flexion du poignet mais favorise l'extension alors qu'une position en extension du lunatum (DISI) limite l'extension et favorise la flexion (figure 16). Pour favoriser l'extension, plus utile dans les activités quotidiennes, certains auteurs fixent le lunatum en légère flexion [37], cependant une position trop fléchie peut entraîner en plus d'une perte de flexion, une subluxation radiolunaire et favoriser des lésions dégénératives précoces [35].

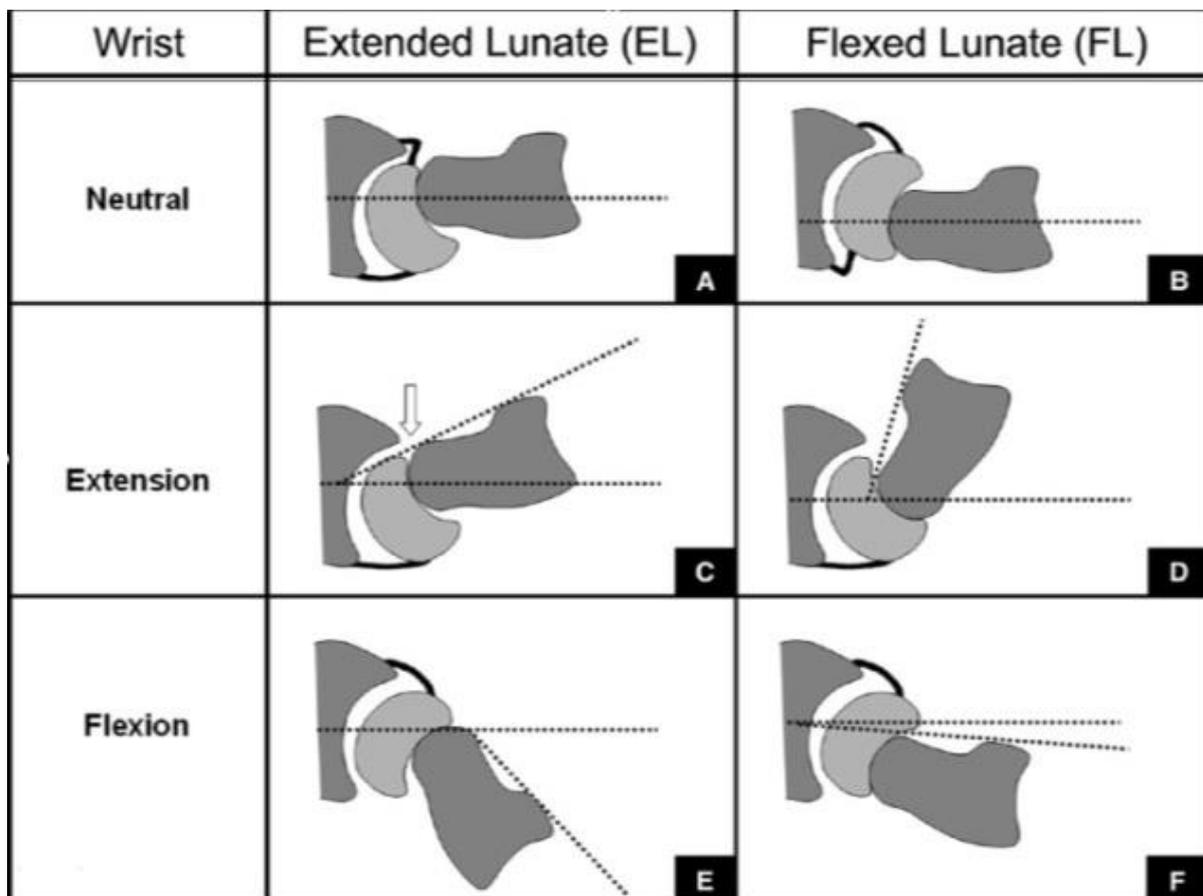


Figure 16. Influence de la position du lunatum sur les mobilités en flexion-extension [38]. En DISI (A, C, E), on favorise la flexion et on contraint l'extension par conflit radiocarpien dorsal. En VISI (B, D, F), on favorise alors l'extension en contraignant la flexion.

L'arthrodèse des 4 os va également limiter l'inclinaison radio ulnaire par le blocage de l'articulation médiocarpienne, qui intervient selon Kauffmann [18] pour 60 % de l'inclinaison radiale et 86 % de l'inclinaison ulnaire. Les études biomécaniques et les résultats cliniques montrent cependant une diminution de cet arc d'inclinaison inférieure à 50 % (de 73° pour un poignet normal à 41,5° pour un poignet arthrodésé selon Dvinskikh [35]). L'excision du scaphoïde du scaphoïde permet en fait de compenser le blocage de l'articulation médiocarpienne [35 ; 36].

3.3. Evolutions techniques de l'arthrodèse des 4 os.

3.3.1. Suppression de l'implant scaphoïdien.

La première évolution fut portée par Watson lui-même qui supprima l'utilisation de l'implant scaphoïdien en silicone devant l'absence d'efficacité prouvée et surtout l'existence de complications liées à l'implant (cas d'infection [33], de siliconite et de luxation d'implant [39]).



Figure 17. Siliconite sur implant scaphoïdien.

3.3.2. Origine de la greffe osseuse.

Watson a proposé initialement une greffe spongieuse d'origine radiale prélevée au niveau du tubercule de lister avec de bons résultats. Watson décrivait également l'exérèse minutieuse des surfaces cartilagineuses jusqu'à arriver en zone spongieuse saignante sans utiliser d'engin oscillant motorisé pouvant brûler cet os bien vascularisé [33]. Bien qu'aucune complication liée au prélèvement de cette greffe n'ait été décrite, de nombreux auteurs ont décrit d'autres sources de greffe. La greffe iliaque n'est que très peu utilisée au vu du faible volume nécessaire dans ce type d'arthrodèse et n'est donc réservée qu'à des cas particuliers ou aux reprises sur pseudarthrodèse avec perte de substance osseuse. L'une des premières évolutions a été d'utiliser le scaphoïde excisé comme source de greffe spongieuse par morcellement après avoir retiré tout l'os cortical et les surfaces cartilagineuses. Pour Merrell [40], l'utilisation de ces greffons doit pourtant être évitée devant une faible quantité disponible de greffe spongieuse réelle et une qualité osseuse souvent précaire, notamment sur les scaphoïdes provenant de poignets SNAC, siège de remaniements scléreux et de zones nécrotiques. Mantovani et al. ont proposé une greffe en une pièce aux dépens du scaphoïde, sans morcellement de ce dernier, qui doit être apposée au centre des 4 os après création d'une logette (figure 17) [41]. Enfin, certains auteurs ont parfois utilisé le produit de fraisage d'enfouissement des plaques dorsales pour greffer les interlignes. Cette solution ne doit pourtant pas être utilisée selon Merrell [40] car le produit de fraisage contient des cellules cartilagineuses pouvant entraver la consolidation. La supériorité d'une greffe par rapport à une autre est difficilement évaluable car les séries sont souvent hétérogènes, comprenant plusieurs types de greffe et les séries comportant des modes d'ostéosynthèse différents ne peuvent pas non plus être comparées, la greffe radiale semble toutefois demeurer le gold standard [40].

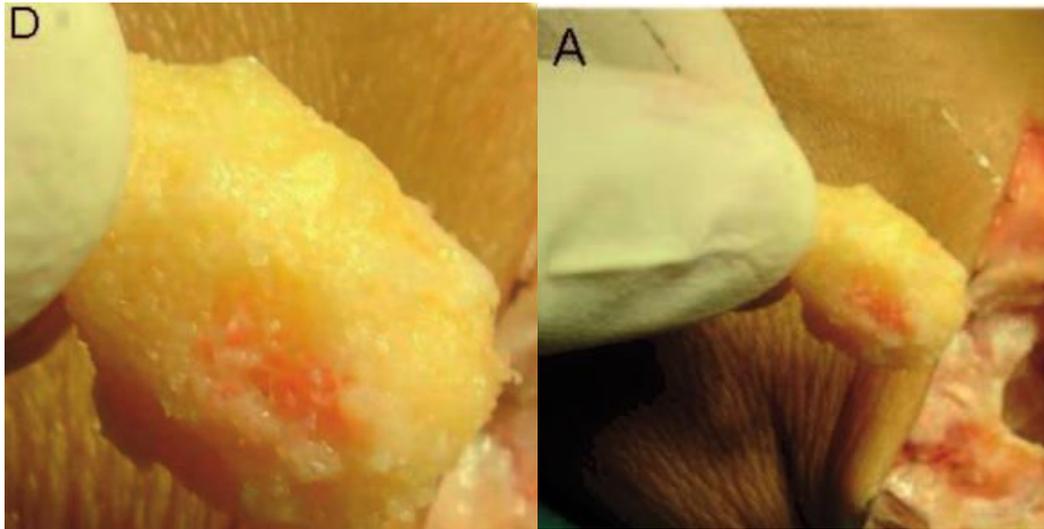


Figure 18. Greffe en une pièce aux dépens du scaphoïde apposée dans une logette créée au centre des 4 os [41].

3.3.3. Evolution des moyens de fixation avant l'apparition des plaques circulaires dorsales.

Watson décrit la technique avec une ostéosynthèse par broches [33]. Un brochage capitolaire, triquetrolunaire, hamatolunaire et hamatotriquetral était réalisé (calibre 12/10^{ème}) (figure 19).



Figure 19. Arthrodesè par broches [42].

Les taux de pseudarthrose étaient tout à fait corrects variant de 3 à 16% selon les séries [33; 42 ; 43], mais il existait un grand nombre de migrations, d'irritations tendineuses et d'infections sur orifices de broche, source d'inconfort pour le patient et de nouvelle chirurgie pour ablation du matériel quasi systématique; d'autres moyens de fixation ont donc été recherchés. Les agrafes ont ensuite été utilisées, d'abord simples, puis quadripodes. Ces agrafes ont évolué vers la possibilité de mettre en compression le foyer d'arthrodèse par une mémoire de forme, chacun des 4 os accueillant une patte de l'agrafe (figure 20). Ce type de fixation peut cependant souffrir d'un défaut de stabilité primaire du fait de l'absence de contrôle de la rotation dans chaque os (un seul point d'ancrage) et d'un défaut de modularité dans les tailles d'agrafes (écartement et longueur des pattes, orientation prédéfinie puisque perpendiculaire au socle).

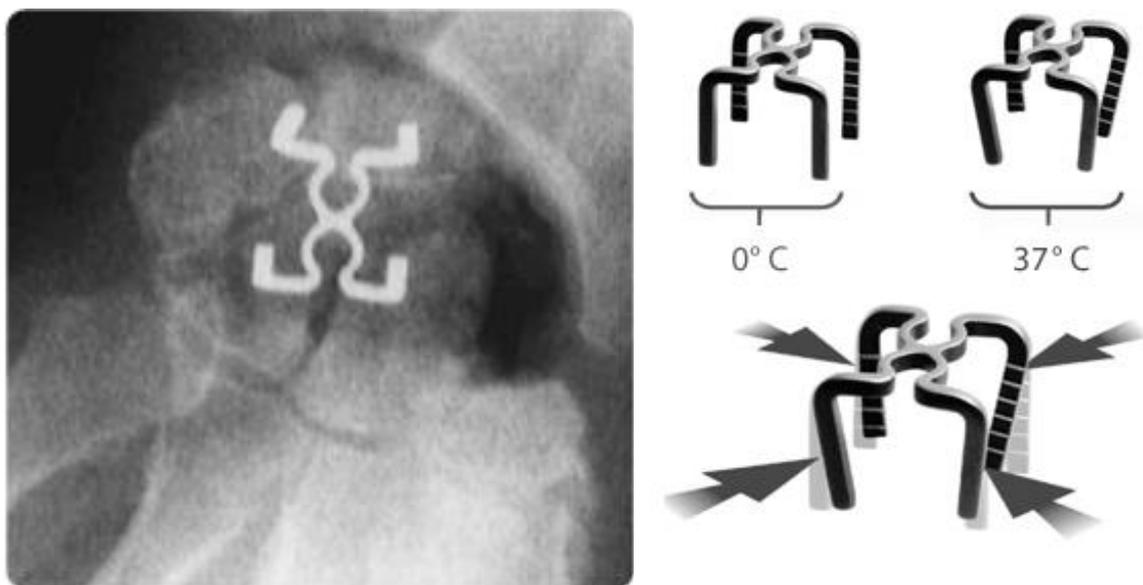


Figure 20. Exemple d'arthrodèse des 4 os avec agrafe à mémoire de forme.

Elles donnent tout de même des résultats satisfaisants en terme de consolidation (1,6 à 9,7 % de pseudarthrodèses selon les séries, tableau 2) malgré une technique exigeante et une courbe d'apprentissage afin d'acquérir les subtilités d'un bon positionnement. Le conflit dorsal lié au matériel débordant, puisqu'en apposition et non enfoui, est cependant fréquent, nécessitant une ablation du matériel pouvant concerner jusqu'à 20% des cas (figure 21) [44 ; 45 ; 46 ; 47]. Une immobilisation de 6 à 10 semaines est réalisée en règle générale.



Figure 21. Conflit dorsal sur arthrodèse des 4 os par agrafe quadripode entre la berge postérieure du radius et le bord proximal de l'agrafe.

D'autres moyens de fixation sont plus confidentiels et peu de séries homogènes (concernant un seul type de fixation) ont été publiées sur ces procédés. Leur objectif est d'obtenir une stabilité suffisante tout en évitant une apposition du moyen de fixation afin d'éviter tout conflit comme pour les agrafes. On retrouve ainsi des fixations par vis autocompressives (figure 22) sans tête de vis, dont la mise en place est délicate lorsqu'elle s'effectue de distal en proximal afin d'éviter de transfixier les cartilages lunarien et triquetral. La taille des vis est également difficile à prévoir et fréquemment surévaluée devant leur caractère compressif, faisant diminuer la hauteur des colonnes carpiennes ainsi constituées. Certains auteurs ont par ailleurs constaté des migrations secondaires de ces vis avec effraction de l'interligne radiolunaire malgré une mise en place initiale strictement sous chondrale, sous contrôle de la vue [48], Richards et al. retrouvent eux 3 bris de matériels sur 19 arthrodèses (15,8%) [49]. La série la plus importante concernant ce moyen de fixation est celle de Wang et al. [50] qui ne mentionnent qu'une seule pseudarthrodèse sur 27 poignets et n'évoquent aucune nécessité d'ablation du matériel. On retrouve également des séries confidentielles d'arthrodèse des 4 os par plaque rectangulaire [51, figure 23] avec de bons résultats en terme de consolidation malgré la nécessité d'ablation de matériel fréquente du fait d'un conflit dorsal; ou par vis-

broches à double filetage (Percufix® de SBI) [52] aux résultats décevants (Figure 24).

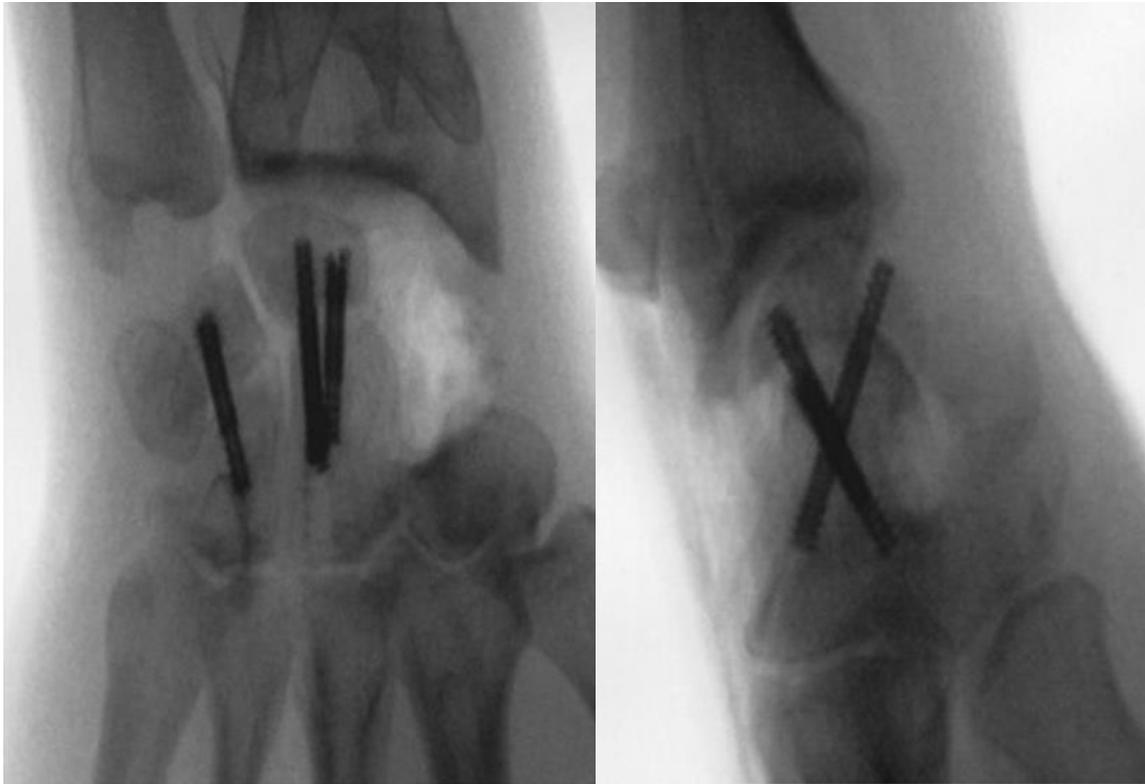


Figure 22. Vis autocompressives sans tête [50]. Il s'agit plus d'une arthrodèse en 2 colonnes que d'une arthrodèse des 4 os.



Figure 23. Plaque rectangulaire [51]. Les auteurs ont obtenu de bons résultats en terme de consolidation malgré une synthèse sans compression ne comportant qu'une seule vis par os.



Figure 24. Vis-broches à compression [52]. Il s'agit également d'arthrodèse à 2 colonnes, on observe sur la première et la seconde images une issue dans l'interligne radiolunaire, la troisième image montre une pseudarthrodèse capitulaire.

L'apparition des plaques circulaires dorsales a constitué la dernière évolution technique des moyens de fixation des arthrodèses des 4 os. Nous y consacrerons le chapitre suivant.

Etudes	Fixation (n)	Pseudarthrodèse (n)	Amplitudes articulaires (% côté opposé)	Grip (% côté opposé)	Conflit dorsal (n)	Autre complication (n)
Watson et al. [42]	Broches (252)	3 % (8)	53%	80%	0%	Infection (1%) CRPS (1,5%) CRPS (7%)
Ashmead et al. [39]	Broches (100)	3% (3)	59%	81%	13% (13)	Infection (1%) Irritation tendineuse (2%)
Cohen et al. [37]	Broches (19)	5% (1)	58%	79%	0%	aucune
Bain et al. [45]	Agrafes (31)	9.7% (3)	/	78%	0%	aucune
Richards et al. [49]	Vis à compression (19)	5 % (1)	/	50%	0%	Bris de matériel 15,3 %
Bellemère et al. [44]	Agrafes (62)	1,6% (1)	52%	71%	11% (7)	aucune
Vance et al. [55]	Broches ou agrafes ou vis (31)	3% (1)	50%	79%	3% (1)	Infection (7%)

Tableau 2. Résultats des plus grandes séries d'arthrodèse des 4 os par moyens de fixation traditionnels.

3.3.4. Arthrodèse des 4 os sous arthroscopie.

L'arthroscopie tend à devenir, en plus d'un outil diagnostique, une aide thérapeutique comme pour les grosses articulations. Son objectif est de réduire l'abord et donc les troubles liés à la fibrose cicatricielle capsulaire, rétinaculaire et cutanée afin d'obtenir une récupération plus rapide et de meilleures amplitudes articulaires. Del Pinal et al. [53] ont présenté récemment leurs premiers résultats concernant 4 patients traités arthroscopiquement (figure 25). Le temps de garrot est passé de 4 heures à 1 heure 45. Celle-ci était réalisée sous arthroscopie sèche entrecoupée de lavages au sérum physiologique afin d'éviter l'accumulation intra-articulaire du produit de fraisage (figure 26). La prise de greffe s'est faite dans deux cas au niveau du scaphoïde (figure 25), sous arthroscopie, et dans 2 cas au niveau de l'extrémité distale du radius. La synthèse était réalisée par 3 vis à compression sans tête capitulaire, triquetrolunaire et triquetrohamatocapitale (figure 27). L'immobilisation était de 15 jours strictement et 6 semaines au total en incluant la période d'autoréducation active douce sous

couvert d'une orthèse. Les résultats cliniques ne permettent cependant pas pour le moment d'affirmer un gain en termes de mobilité qui serait le seul argument justifiant un recours à l'arthroscopie.

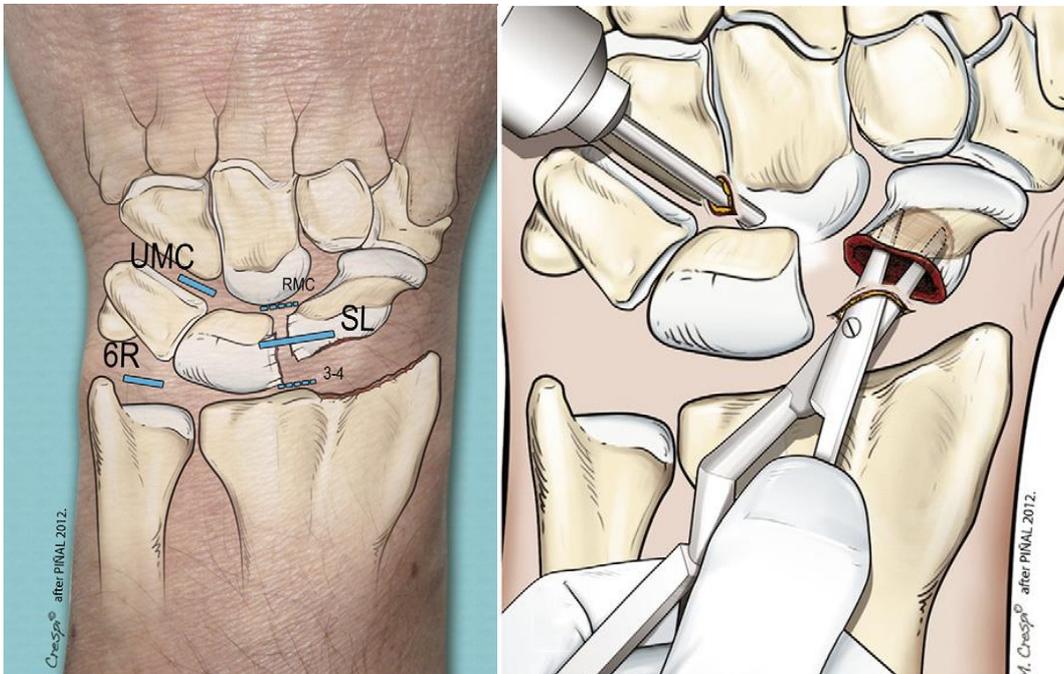


Figure 25. Voies d'abord arthroscopiques pour l'arthrodèse des 4 os et mode de prélèvement de la greffe scaphoïdienne [53].

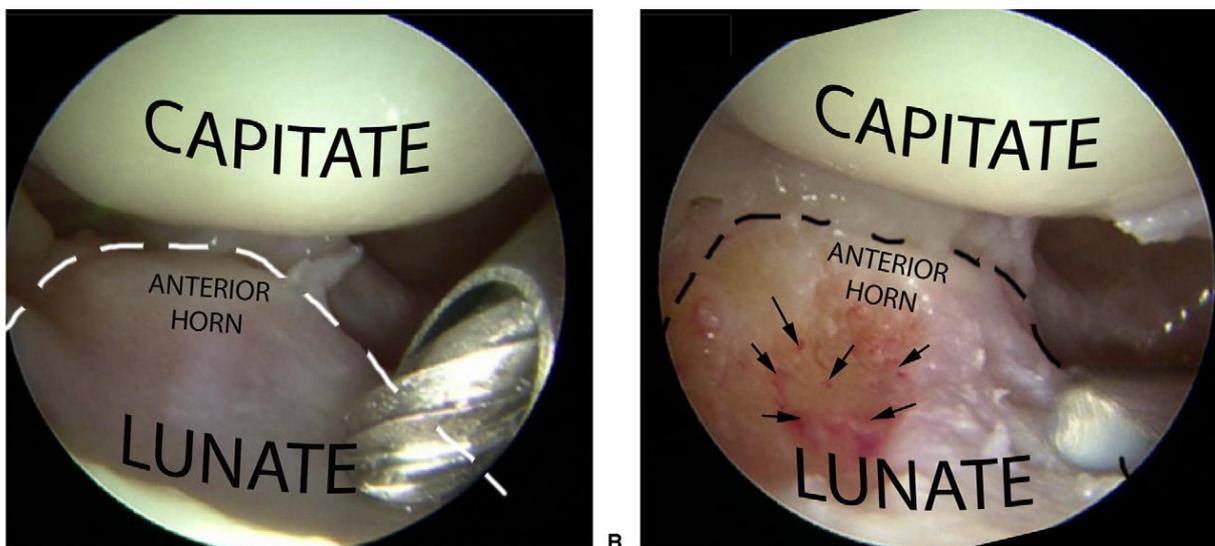


Figure 26. Fraisage du lunatum sous arthroscopie sèche.

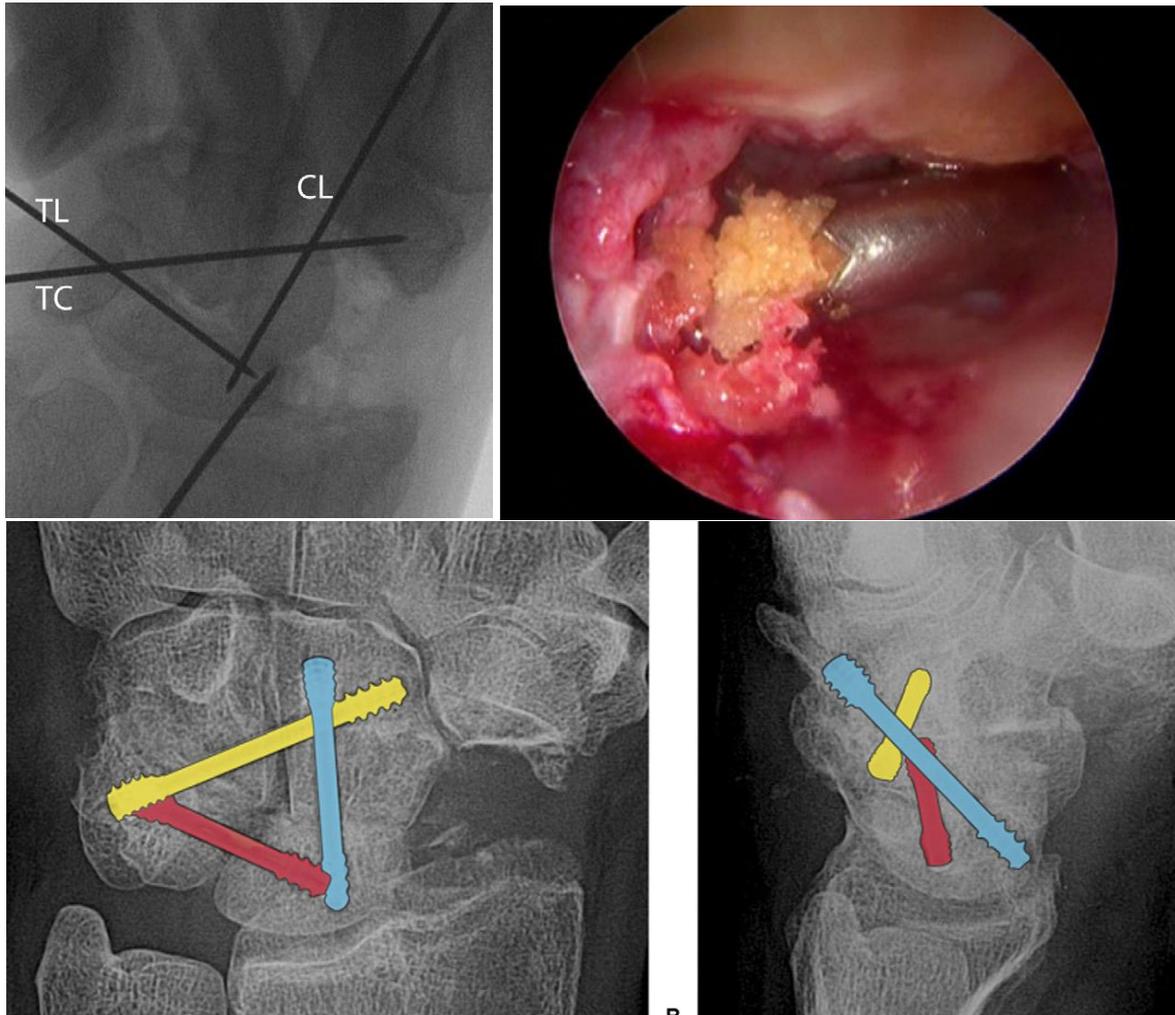


Figure 27. Fixation temporaire par broches, insertion de la greffe par une canule et fixation par vis autocompressives.

3.4. Apports de la plaque dorsale.

3.4.1. Plaques circulaires dorsales non verrouillées.

Ces plaques sont apparues au cours de la dernière décennie avec la Spider plate® (KMI, figure 10) dans un but théorique d'améliorer la stabilité initiale de fixation permettant une rééducation précoce et donc d'améliorer les amplitudes articulaires mais aussi le taux de consolidation. Il s'agissait d'une plaque radio opaque comportant une seule rangée circulaire d'orifices de vis non verrouillables, sans possibilité de réaliser une compression au sein du foyer d'arthrodèse. Les premières séries publiées ont malheureusement présenté des résultats très hétérogènes avec de nombreuses pseudarthroses pour certaines (8 à 62,5%, figure 29) [54 ; 55 ; 56 ; 57] et aucune (0%) pour d'autres auteurs dont certains présentent des conflits

d'intérêts évidents (concepteurs ou touchant des royalties de la société KMI) [58 ; 59 ; 60 ; 61 ; 62]. Un des inconvénients de ces plaques était la difficulté d'évaluation de la consolidation sur des clichés radiographiques standards, certaines radiographies pouvant faire à tort diagnostiquer une pseudarthrodèse alors qu'une consolidation partielle peut être masquée par la plaque radio opaque ; de même, on peut considérer à tort une arthrodèse consolidée alors que la pseudarthrodèse est masquée par la plaque [57]. Certains auteurs préconisent d'ailleurs une évaluation scannographique de la consolidation [62]. Des bris de matériel peuvent également être constatés jusque dans 27% des cas, concernant plus souvent les vis que la plaque [60] (figure 30). Des conflits dorsaux ont également été constatés jusque dans 25 % des cas [56] malgré un enfouissement de la plaque grâce au fraisage dorsal mais ce matériel reste malgré tout encombrant. Pour Vance [55], la disposition des vis en une seule rangée circulaire avec un même écartement entre les trous n'est pas adaptée au carrefour des 4 os, la volonté de fixer chaque os avec deux vis oblige l'opérateur à décaler la plaque qui devient trop proximale et oblique, créant un conflit dorsal avec le radius distal (figure 31). Les résultats des différentes séries de plaques dorsales circulaires non verrouillées sont représentés dans le tableau 3.



Figure 28. Spider plate® (KMI)



Figure 29. Pseudarthrodèse avec Spider plate®.



Figure 30. Bris de vis et de plaque avec Spider plate®. La consolidation a malgré tout été obtenue pour ces 2 cas.



Figure 31. Conflit dorsal sur Spider plate®. Pour Vance [55], la raison principale est la difficulté à positionner la plaque de manière à avoir deux vis par os.

Merrell et al. [58] ont publié une série de 28 patients avec 46 mois de recul dont les résultats vont à l'encontre des précédentes séries puisque 100% des arthrodèses ont consolidé malgré une fracture de plaque (figure 30) et une seule ablation de matériel sur conflit dorsal a été pratiquée. Pour Merrell et al. , certains opérateurs confient à la plaque le soin de compenser leurs inexactitudes techniques et la non application des principes basiques de toute arthrodèse. L'absence de certitudes sur le respect de ces principes altère d'ailleurs fortement la comparabilité des différentes études cliniques sur les moyens de fixation des arthrodèses. Les facteurs de réussite retenus sont la prise d'un greffon radial de qualité et en volume suffisant (en proscrivant l'utilisation de greffe scaphoïdienne), un avivement de qualité jusqu'en os spongieux vascularisé, l'élimination intégrale du produit de fraisage contenant des cellules cartilagineuses, une fixation de chaque os par deux vis ayant une bonne tenue, un bon placement de la plaque pour éviter tout conflit dorsal grâce à un fraisage soigneux en prenant soin d'exercer une pression supérieure sur le lunatum plus dense que le capitatum et l'hamatum et en évitant le déplacement latéral du triquetrum (broche temporaire) [58] (figure 32). Ils conseillent également une immobilisation stricte de 4 à 6 semaines selon l'évolution radiographique, les nombreuses pseudarthrodèses pouvant être liées à des protocoles agressifs de rééducation surestimant la stabilité de l'implant, ce matériel permettrait de raccourcir la

durée d'immobilisation de 2 semaines par rapport aux moyens de fixation traditionnels. On notera que A-P C Weiss (concepteur de la plaque) est co-auteur de cet article. Concernant les amplitudes articulaires, on ne note pas d'amélioration notable de la flexion-extension par rapport aux moyens de fixation traditionnels contrairement aux objectifs initiaux de la plaque (tableaux 2 et 3).

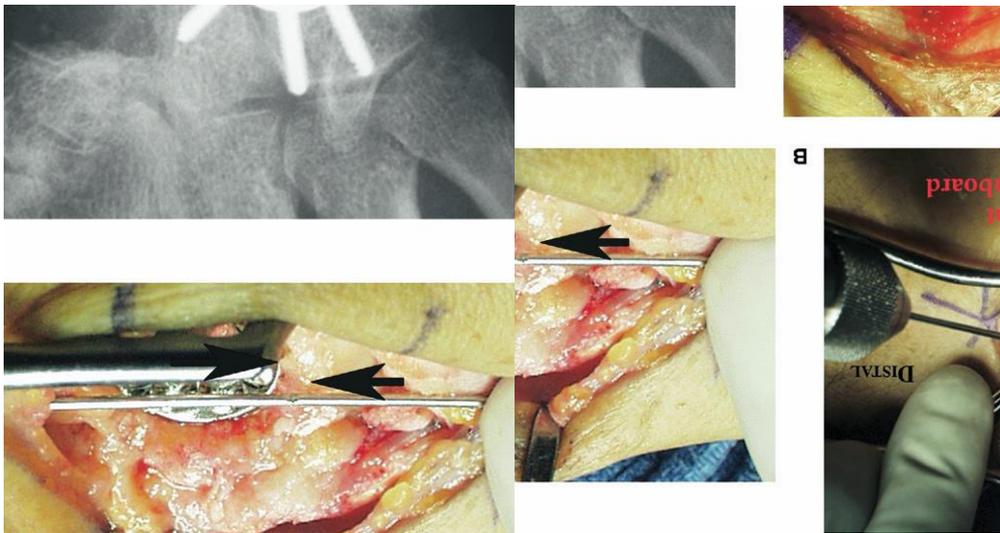


Figure 32. Arthrodesis par Spider plate® selon Merrell et al. [58]. Plaque parfaitement centrée avec 2 vis par os et fraisage soigneux permettant une absence de conflit dorsal, comblement des interlignes par greffe radiale.

Etudes	Pseudarthrodèse	Conflit dorsal	Bris de matériel ou recul de vis	Amplitudes articulaires (% côté opposé)	Grip (% côté opposé)
Kendal et al. [57]	5/8 (62,5%)	0/8 (0%)	0/8 (0%)	46%	56%
Vance et al. [55]	7/27 (26%)	6/27 (22%)	0/27 (0%)	48%	70%
Shindle et al. [56]	4/16 (25%)	4/16 (25%)	2/16 (13%)	/	/
Chung et al. [60]	0/11 (0%)	0/11 (0%)	3/11 (27%)	74°	17,3 Kg.F
Merrell et al. [58]	0/28 (0%)	1/28 (4%)	2/28 (4%)	45%	82%
Bedford et al. [59]	0/15 (0%)	1/15 (7%)	0/15 (0%)	70%	78%
De Smet et al. [61]	0/15 (0%)	0/15 (0%)	0/15(0%)	/	82%

Tableau 3. Comparaison des résultats des plaques circulaires dorsales non verrouillées.

3.4.2. Plaques dorsales verrouillées.

Devant l'incapacité de réduire la durée d'immobilisation de manière significative avec la première génération de plaques circulaires dorsales en raison d'un défaut de stabilité primaire, d'autres concepteurs se sont lancés sur une nouvelle génération de plaques circulaires dorsales avec un système de verrouillage des têtes de vis au sein de la plaque. La société Biotech a produit la première plaque dorsale verrouillée (XPODE®, Figure 33) avec son système de verrouillage easy-lock® permettant un débattement angulaire d'une dizaine de degrés dans la direction de la vis. L'autre principale innovation de cette plaque est son caractère radiotransparent puisque produite en polyetheretherketone (PEEK), ce qui permet d'évaluer la consolidation de manière plus précise avec des clichés radiographiques standards (figure 34).



Figure 33. Plaque X-PODE® en PEEK.

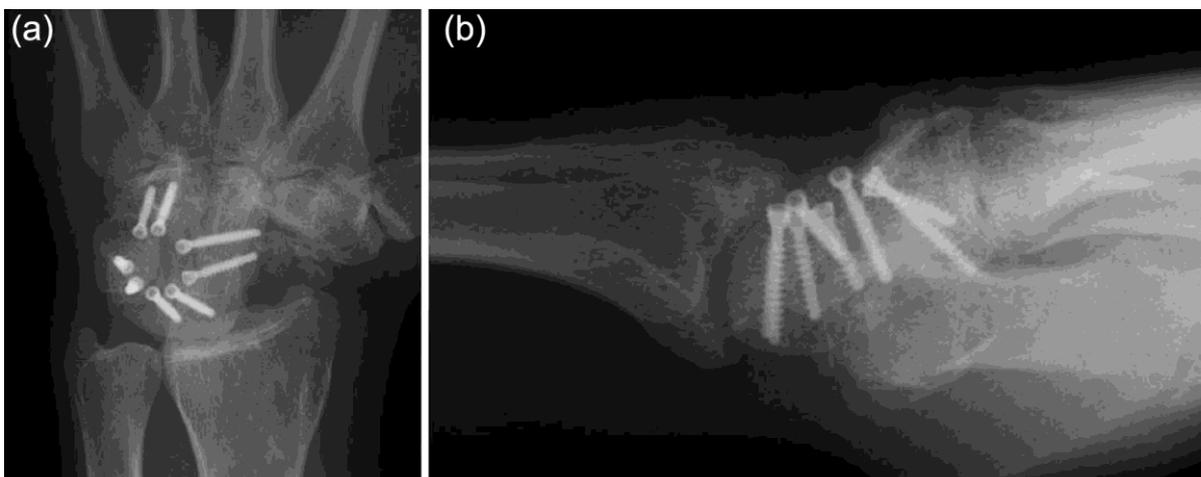


Figure 34. Arthrodèse des 4 os par plaque XPODE® radiotransparente. L'évaluation de la consolidation est aisée avec des clichés radiographiques standards.

L'équipe de la Mayo Clinic (Kraisarin et al. [63], figure 35) a été la première à effectuer une étude cadavérique biomécanique comparative de ces différents moyens de fixation (broches versus plaque non verrouillée versus plaque verrouillée PEEK). Ils ont comparé le déplacement capitulaire sur des arthroèses des 4 os réalisées avec ces 3 moyens de fixation après 5000 cycles de flexion-extension (soit 10 mouvements de flexion-extension par heure, 12 heures par jour pendant 6 semaines, considéré comme le délai de consolidation). Six poignets étaient évalués par moyen de fixation. Un déplacement capitulaire a été observé dans 5 cas pour les broches, 4 cas pour la plaque dorsale non verrouillée et dans aucun cas pour la plaque verrouillée en PEEK. De plus, une mobilisation ou un bris de matériel a été observé dans 4 cas pour les broches et la plaque non verrouillée alors qu'il n'existait aucune mobilisation ni bris de matériel avec la plaque en PEEK. La plaque verrouillée en PEEK était donc considérée comme le moyen de fixation le plus stable, capable de conférer une stabilité suffisante pour mobiliser le poignet dès la pose de l'implant jusqu'à la consolidation. Cette stabilité supérieure est liée non seulement au verrouillage des vis selon les auteurs mais également au matériau utilisé qui est moins rigide (module d'élasticité de Young plus faible) que l'acier inoxydable des plaques dorsales non verrouillées Spider®, ce qui favoriserait la consolidation et une meilleure résistance aux contraintes (20% supérieure à l'acier inoxydable selon Isaacs et al. [64]). De plus, elles disposent d'une modularité supérieure permettant une plus grande facilité de pose car deux tailles différentes de cupule sont disponibles et elles confèrent un plus grand choix de disposition des vis (10 trous, plus rapprochés que pour la Spider plate®). On regrettera cependant l'impossibilité d'instaurer une compression ou un vissage en rappel des 4 os devant une disposition circulaire et globalement perpendiculaire à l'axe de la plaque des différentes vis.

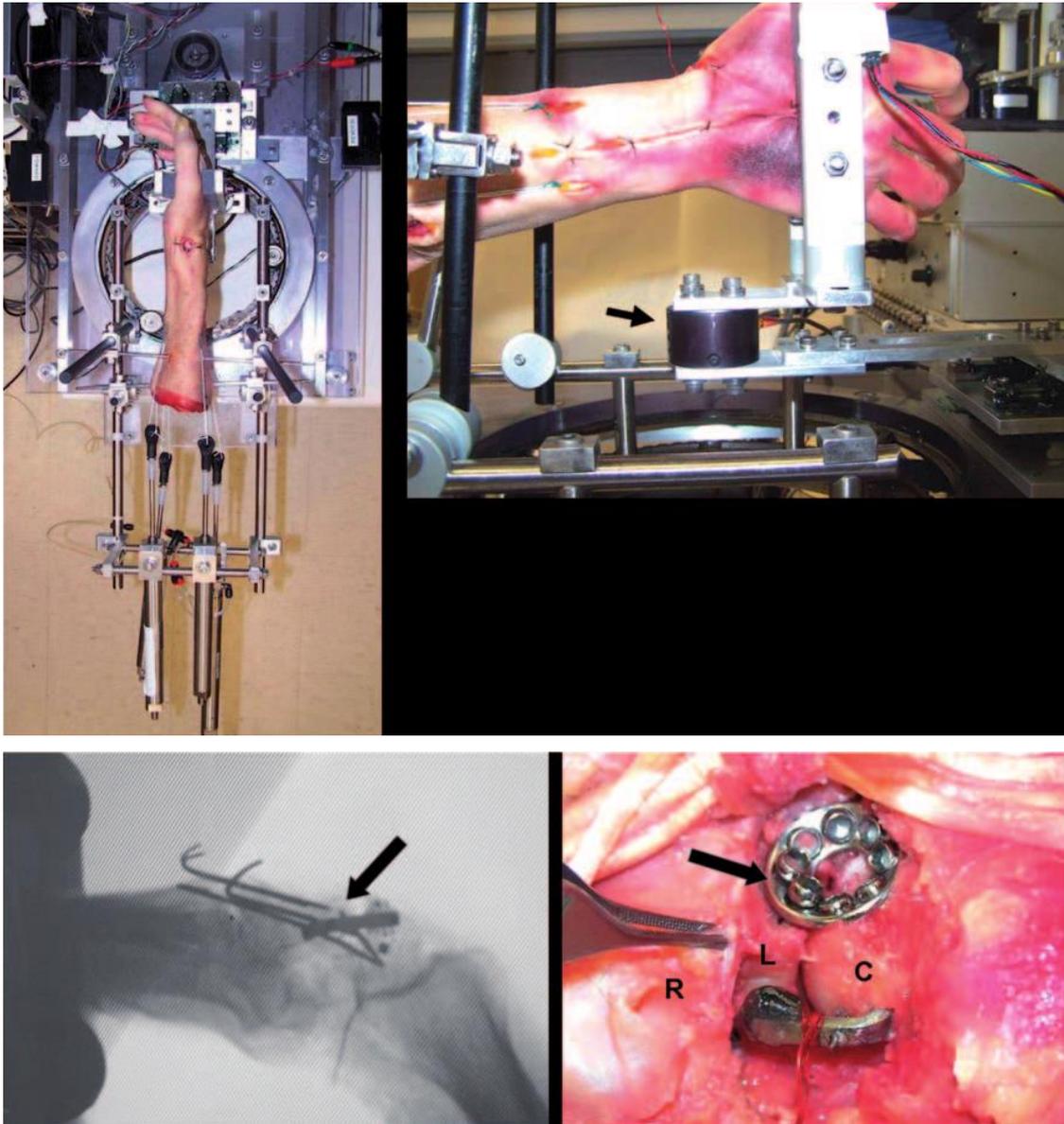


Figure 35. Etude biomécanique cadavérique comparant arthrodèses par broches, Spider plate® et XPODE® [63]. Après 5000 cycles de flexion-extension, apparition de mobilisation et bris de matériel avec déplacement capitulaire supérieur à 1 mm dans 5 cas/6 pour les broches et 4 cas/6 pour la Spider plate® alors qu'aucun événement indésirable n'est constaté pour la XPODE®.

Les différentes séries cliniques publiées à ce jour [65 ; 66 ; 67 ; 68] confirment la stabilité supérieure de ces plaques dorsales verrouillées en PEEK, avec des taux de consolidation comparables aux moyens traditionnels de fixation malgré une immobilisation plus courte. Les complications liées au matériel sont peu fréquentes, notamment les conflits dorsaux ou les bris de plaque, bien qu'en raison de la radiotransparence de la plaque, leur diagnostic devient plus difficile, d'autant que des bris de vis sont eux retrouvés. Elles ne permettent pas pour

autant d'améliorer les amplitudes articulaires et la force qui sont semblables aux arthrodèses traditionnelles. Les résultats de ces séries sont visibles dans le tableau 4, leur interprétation doit inclure la présence de conflits d'intérêts déclarés (royalties) pour deux des séries [65 ; 66].

Etudes	Effectif (n)	Recul (mois)	Durée d'immobilisation stricte (semaines)	Pseudarthrodèses	Amplitudes articulaires (%côté opposé ou °)	Grip (%côté opposé)	Complications
Rhee et al. [65]	23	16	4 à 6	1 (4%)	/	/	4 vis cassées 1 effraction pisolétrale
Luegmair et al. [66]	24	63	2	2 (8%)	66 % (64°)	70%	Pas de bris de matériel ni conflit
Tchurukdichian [67]	24	17	2	2 (8%)	61°	69%	Pas de bris de matériel ni conflit
Roux [68]	11	9	1	1 (9%)	63°	65%	1 vis pisolétrale

Tableau 4. Résultats des arthrodèses des 4 os par plaque circulaire verrouillée dorsale XPODE®.

Les bons résultats de ces séries d'arthrodèses par plaque verrouillée dorsale ont encouragé d'autres concepteurs à persister dans cette voie. La société Medartis® a ainsi créé la plaque Aptus Four-Corner Fusion® (AFCF) que nous utilisons depuis novembre 2010 dans notre service et qui est le sujet de notre étude. Il s'agit d'une plaque en titane, radio opaque, mais de rigidité intermédiaire entre le PEEK et l'acier inoxydable. Sa forme particulière, carrée de face et semi-conique de profil (figure 36), permet d'intégrer deux rangées de vis de directions différentes et convergentes tout en étant moins encombrante que les plaques circulaires existantes sur le marché, ce qui protège a priori du risque de conflit dorsal. La rangée centrale comporte 4 trous accueillant des vis corticales non bloquées permettant un rappel des quatre os et une mise en compression au centre de la plaque. La rangée périphérique comporte 8 trous accueillant des vis bloquées (système Tri-lock®, absence de soudure à froid). Chacun des os recevra ainsi une vis corticale de rappel et une à deux vis bloquées permettant une excellente stabilité mais surtout une compression au centre de la plaque, ce qui doit favoriser la consolidation. Ce dessin à deux rangées d'orifices de vis offre ainsi une grande marge de manœuvre dans le positionnement de la plaque et des vis pouvant s'adapter à chaque

anatomie. Ce dessin particulier semi-conique a cependant l'inconvénient d'offrir une surface de contact (et donc de consolidation) moins importante entre les quatre os sur leur tiers dorsal, il faut donc s'acharner à réaliser un bon avivement des surface cartilagineuses jusqu'à leur partie palmaire et une greffe spongieuse soigneuse. Une seconde plaque plus petite a également vu le jour récemment mais le nombre d'orifices de vis est moins important et la modularité de fixation s'en trouve réduite, raison pour laquelle nous ne l'avons jamais posée.

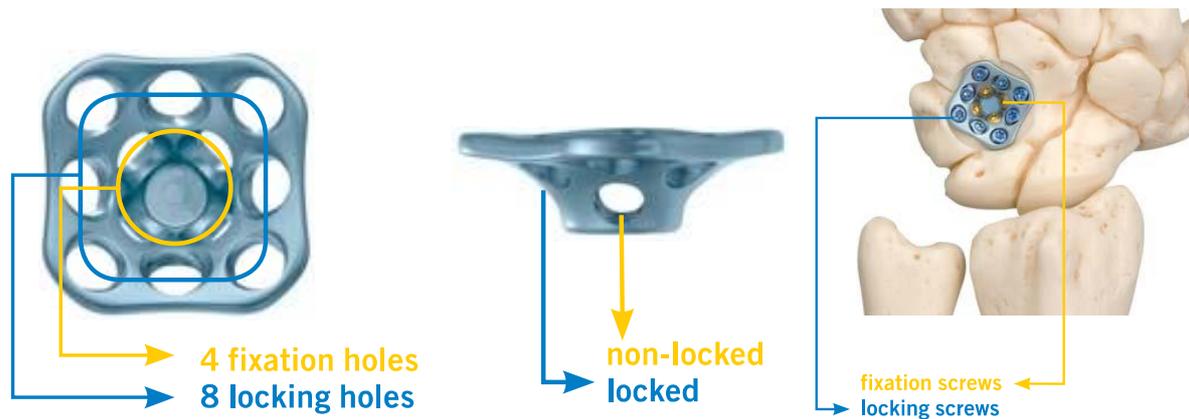


Figure 36. Plaque Aptus Four-Corner Fusion® de Medartis. Plaque utilisée dans notre étude.

Au total, ces plaques verrouillées dorsales semblent offrir des taux de consolidation équivalents aux moyens de fixation traditionnels, avec une immobilisation plus courte. Les séries cliniques ne sont pas nombreuses et concernent des cohortes restreintes avec des reculs faibles mais on ne note a priori pas de différence significative concernant les résultats cliniques finaux avec les arthrodèses traditionnelles, il n'y a d'ailleurs aucune raison pour que ces résultats diffèrent également à plus long terme comme l'ont démontré Minami et al. [69]. Ces plaques présentant un surcoût pour les établissements de santé et donc pour la société, l'unique justification de leur pose doit être l'accélération du rétablissement du patient qui se traduit par une reprise du travail plus rapide. La faible incidence de gêne liée au matériel avec ces plaques dorsales verrouillées est également importante à prendre en compte puisqu'elle évitera une intervention d'ablation du matériel, coûteuse en frais d'hospitalisation et en indemnités journalières.

4. TECHNIQUE CHIRURGICALE DE L'ARTHRODÈSE DES 4 OS AVEC LA PLAQUE APTUS FOUR-CORNER FUSION® DE MEDARTIS.

L'intervention était pratiquée sous garrot pneumatique. L'abord cutané était dorsal, longitudinal ou légèrement sinusoïde dans l'axe du troisième métacarpien (figure 37). Les branches sensibles dorsales étaient préservées, une hémostase soignée était pratiquée. Le retinaculum des extenseurs était exposé puis incisé dans l'espace III-IV, de manière oblique pour faciliter sa fermeture. L'extensor pollicis longus était récliné radialement et les extenseurs des doigts longs étaient réclinés sur le bord ulnaire. Le nerf interosseux postérieur était réséqué systématiquement pour obtenir un effet antalgique précoce lié à la dénervation (figure 38). On exposait alors la capsule articulaire.



Figure 37. Abord cutané centré sur le troisième métacarpien.



Figure 38. Après ouverture du retinaculum, exposition du nerf interosseux postérieur (*) qui sera réséqué et de la capsule articulaire.

La capsulotomie était réalisée le plus fréquemment selon Berger [70 ; 71], on soulevait ainsi un lambeau capsulaire radial épargnant le ligament radiocarpien dorsal et le ligament intercarpien, permettant d'exposer les articulations radiocarpiales et médiocarpiales (figures 39 et 40).



Figure 39. Abord capsulaire selon Berger [70 ; 71]. On utilise volontiers une variation permettant une meilleure exposition capitolunatale décrite par Berger (tracé en rouge).

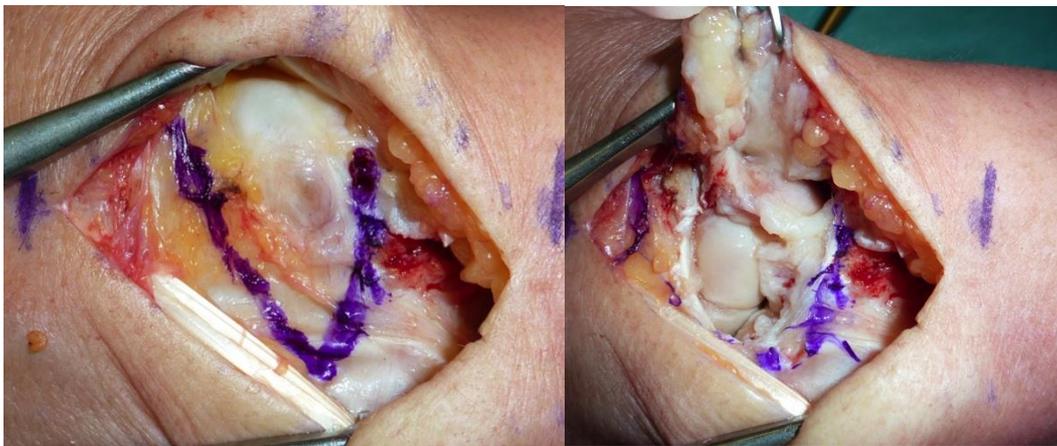


Figure 40. Abord capsulaire selon Berger. On visualise un pôle proximal du scaphoïde chauve. Les attaches capsulaires radiolunaires sont épargnées autant que possible.

Il est d'ailleurs important lors de cet abord de préserver quelques attaches capsulaires radiolunaires au bord ulnaire du lunatum afin de ne pas dévasculariser ce dernier par un abord trop extensif puisque selon les études anatomiques de Kuhlmann et Guerin-Surville, dans 30% des cas il existe un défaut de vascularisation palmaire de ce dernier [72].

Certains chirurgiens ont ainsi préféré réaliser dans quelques cas de notre étude une

capsulotomie en H préservant intactes les attaches capsulaires radiolunaires.

Un temps d'exploration articulaire permettait de confirmer l'indication en vérifiant l'intégrité de l'articulation radiolunaire.

La scaphoïdectomie était ensuite pratiquée (figure 41). On veillait à emporter l'intégrité du scaphoïde jusqu'au pôle distal afin d'éviter tout conflit radioscapoïdien dans les suites. Lors de l'exérèse du scaphoïde, les attaches capsuloligamentaires étaient préservées afin d'éviter toute déstabilisation et translation ulnaire et dorsale du carpe par atteinte des ligaments collatéral radial, radioscapocapital et radiolunaire long mais aussi toute déstabilisation de la colonne du pouce par lésion des ligaments scaphotrapéziens. Le scaphoïde, lorsqu'il était de bonne qualité, était morcelé après avoir retiré ses facettes cartilagineuses pour être recyclé en greffe spongieuse. Lorsque ce volume de greffe était jugé insuffisant ou si le scaphoïde était de mauvaise qualité, nous prélevions une greffe spongieuse aux dépens du radius distal.

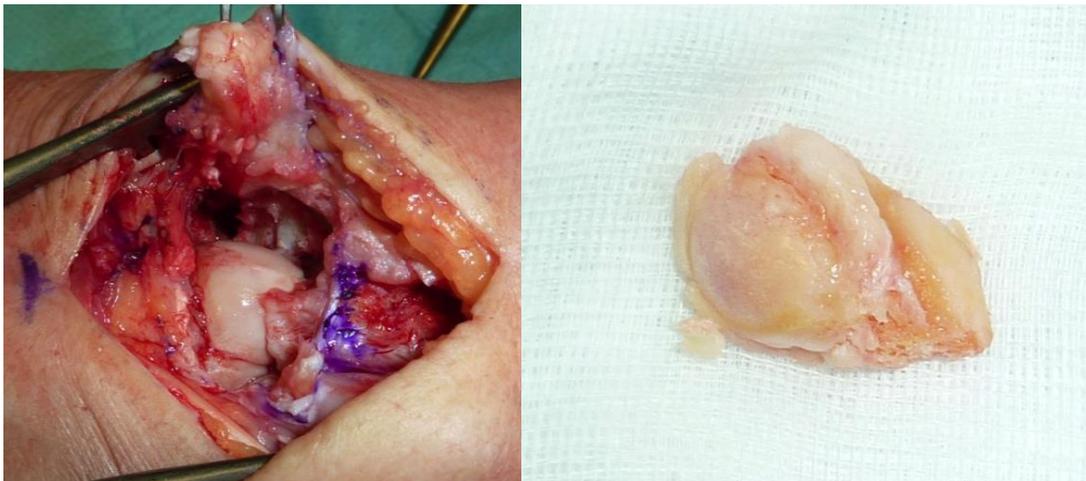


Figure 41. Scaphoïdectomie.

Le DISI était ensuite réduit par une manœuvre de Linscheid, en réalisant une flexion maximale du poignet de manière à obtenir un angle radiolunaire à 0° et en maintenant la réduction du lunatum par une broche radiolunaire temporaire (diamètre 12/10^{ème}). Certains opérateurs ne pratiquaient cette réduction qu'après avivement des interlignes, à l'aide d'une broche capitulunaire, sans broche de Linscheid.

Deux possibilités techniques s'affrontaient ensuite, la réalisation d'une arthrodèse « de fermeture » ou une arthrodèse « ouverte » (« closing arthrodesis » ou « open arthrodesis »)

selon Bain et al. [45]. Dans l'arthrodèse « de fermeture », l'opérateur avivait l'intégralité des facettes articulaires capitulaire, capitohamatale, triquetrohamatale et la moitié distale de l'interligne lunotriquetral puis il fixait temporairement les deux colonnes en réduisant les interlignes par une broche capitulaire (radiale et palmaire pour ne pas entrer en conflit avec le fraisage ultérieur) et une broche hamatotriquetrale (ulnaire et palmaire), la broche de Linscheid était ensuite retirée. Ce mode d'arthrodèse offre une surface de contact entre les interlignes plus importante mais réduit légèrement la hauteur du carpe. Dans l'arthrodèse « ouverte », l'opérateur débutait par une fixation des 2 colonnes par une broche capitulaire et une broche hamatotriquetrale, puis il avivait les interlignes articulaires en gardant ainsi la hauteur carpienne, au prix d'un volume de greffe plus important.

L'avivement était réalisé soigneusement jusqu'en tissu spongieux sain dans les deux cas, par des ostéotomes et pinces Gouge dans la plupart des cas pour éviter toute brûlure osseuse, parfois avec une scie oscillante ou une fraise motorisée en refroidissant l'os au sérum physiologique (figure 42).

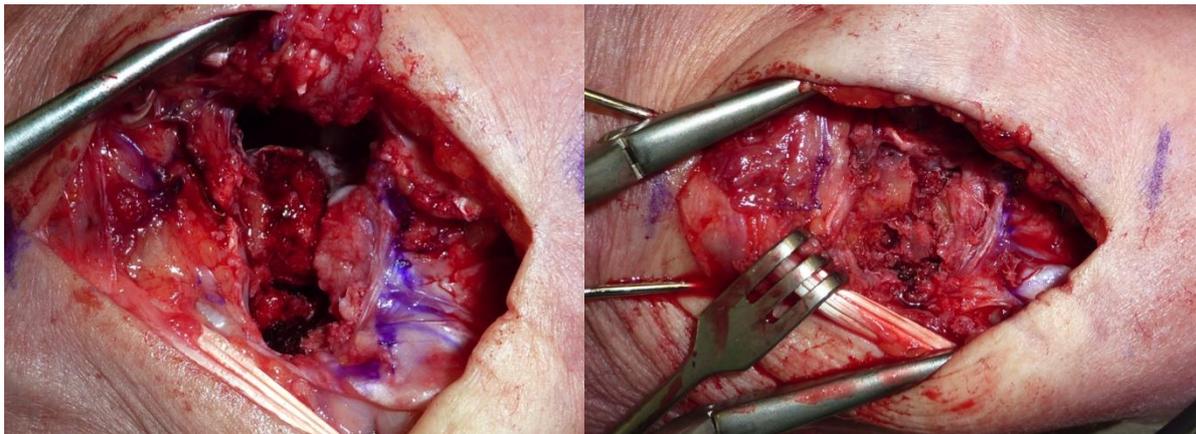


Figure 42. Avivement des interlignes, fixation temporaire par 2 broches, greffe, fraisage circulaire dorsal, nouvelle greffe et fraisage léger en sens inverse pour tasser la greffe.

La fixation de l'arthrodèse a toujours été réalisée par une plaque Aptus Four-Corner Fusion® de Medartis®.

Le fraisage dorsal circulaire était ensuite pratiqué à l'aide de la fraise de l'ancillaire. Ce fraisage était centré sur le carrefour des 4 os en prenant soin d'exercer une pression plus importante sur la partie dorsale du lunatum et du triquetrum, plus denses et plus débordants que les 2 os distaux afin d'éviter un conflit dorsal avec la plaque. La profondeur du fraisage était dictée par une marque laser sur la fraise. Un lavage abondant permettait d'éliminer

l'intégralité du produit de fraisage contenant des cellules cartilagineuses des faces dorsales des 4 os. Les interlignes étaient alors greffés soigneusement, de manière compacte. Une nouvelle greffe était ensuite réalisée puis un fraisage à faible vitesse en sens inverse pour tasser la greffe (figure 42).

On positionnait ensuite la plaque au sein du fraisage circulaire de manière à ce que chaque trou de la rangée centrale se dirige vers un des 4 os. 1 vis corticale jaune non bloquée (diamètre 2mm, méchage diamètre 1,6 mm) était ensuite insérée dans chaque os puis les broches capitulaire et hamatotriquetrale étaient retirées et les vis étaient à nouveau serrées pour pratiquer un effet de rappel et de compression au centre de la plaque. Puis chaque os était fixé par une, voire deux vis bleues, bloquées dans la rangée périphérique de la plaque (figure 43). On contrôlait le montage et notamment la longueur et la position des vis à l'amplificateur de brillance par des clichés de face, profil et une incidence pisotriquetrale afin de ne pas méconnaître une issue de vis dans cette articulation [65 ; 68].

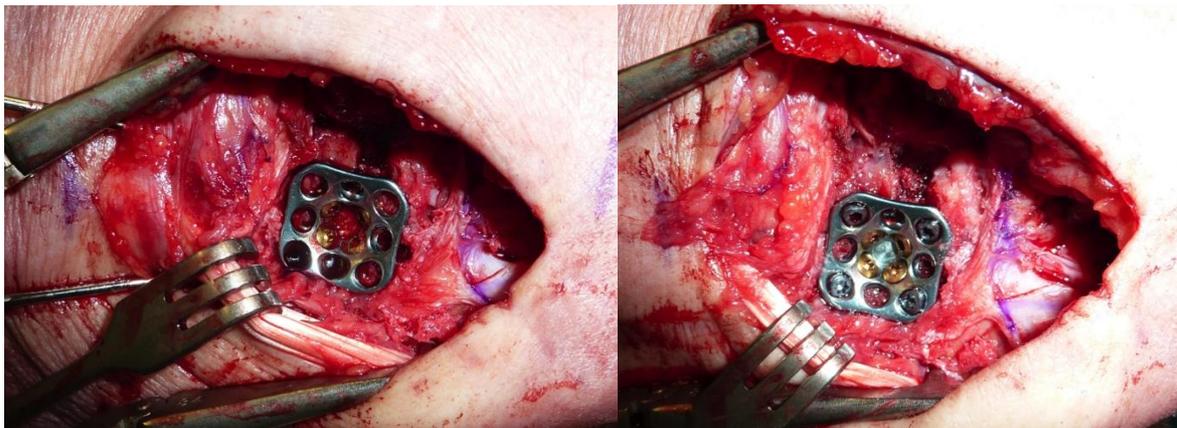


Figure 43. Pose de la Plaque Aptus Fusion®. Fixation centrale première par vis non bloquées dorées puis fixation périphérique par vis bloquées bleues.

La capsule articulaire était ensuite suturée, puis le retinaculum. Un drainage sous cutané était positionné et la peau était suturée par un surjet intradermique. Une attelle plâtrée immobilisait le poignet temporairement. Le patient était gardé 24 à 48 heures en hospitalisation en post-opératoire en fonction de ses douleurs. Le pansement était refait avant la sortie et une manchette antébrachio-palmaire était confectionnée (en résine ou en matériau thermoformé). Le patient était revu à 15 jours pour le contrôle de la cicatrice, l'ablation des fils et la réadaptation de l'immobilisation. En fonction des opérateurs une immobilisation stricte était gardée 4 à 8 semaines puis la rééducation était débutée.

DEUXIEME PARTIE :

ETUDE CLINIQUE

1. MATÉRIELS ET MÉTHODES.

1.1. Matériels.

Nous avons mené une étude rétrospective portant les patients opérés d'une arthrodèse des 4 os dans le service de Chirurgie Plastique et Reconstructrice de l'Appareil Locomoteur (CHU NANCY- Centre Chirurgical Emile Gallé) avec fixation par une plaque Aptus Four-Corner Fusion® de Medartis. Le premier patient a été opéré en novembre 2010 et l'étude a porté sur la période Novembre 2010 – Mars 2012.

1.1.1. Population totale étudiée opérée avec une plaque Fusion®.

Les patients ont été retrouvés par recherche informatique à l'aide du logiciel DIAMM®. Nous avons exclu les patients chez qui a été pratiquée dans le même temps une autre intervention afin de ne pas perturber l'expression des résultats fonctionnels (deux patients exclus avec réalisation dans le même temps d'une arthrodèse trapézométacarpienne et d'une arthroplastie trapézométacarpienne). La série comportait donc 31 poignets chez 30 patients (23 hommes, 7 femmes) avec un âge moyen de 50,9 ans à l'intervention. Les patients ont été revus cliniquement et radiologiquement dans le cadre du suivi habituel de leur intervention. 4 patients ont interrompu précocement le suivi (avant 1 an de recul), 3 patients du fait de l'éloignement géographique et 1 patient qui a été perdu de vue à 6 mois de suivi avec changement d'adresse et de ligne téléphonique. Pour ces 4 patients, la consolidation était acquise au dernier recul et la douleur était absente ou légère pour les 3 patients que nous avons pu recontacter, avec une amélioration fonctionnelle depuis la dernière consultation de contrôle. Le recul moyen était finalement de 13,1 mois (6 à 25 mois) soit 1,09 an.

Deux grandes étiologies dominaient avec 14 poignets SLAC (figure 44) soit 45,2 % et 13 poignets SNAC (figure 45) soit 41,9 %. On retrouvait également une instabilité médiocarpienne avec arthrose capitulaire sur maladie de Marfan (figure 46) et 3 complications de traitement chirurgical d'une arthrose STT : une instabilité scapholunaire secondaire à une résection du pied du scaphoïde (figure 47), une pseudarthrodèse STT avec instabilité scapholunaire secondaire (figure 48) et une instabilité scapholunaire secondaire à une mise en place d'implant STPi en pyrocarbone avec migration de l'implant et arthrose médiocarpienne (figure 49).



Figure 44. Arthrose SLAC après échec de réinsertion du ligament scapholunaire.

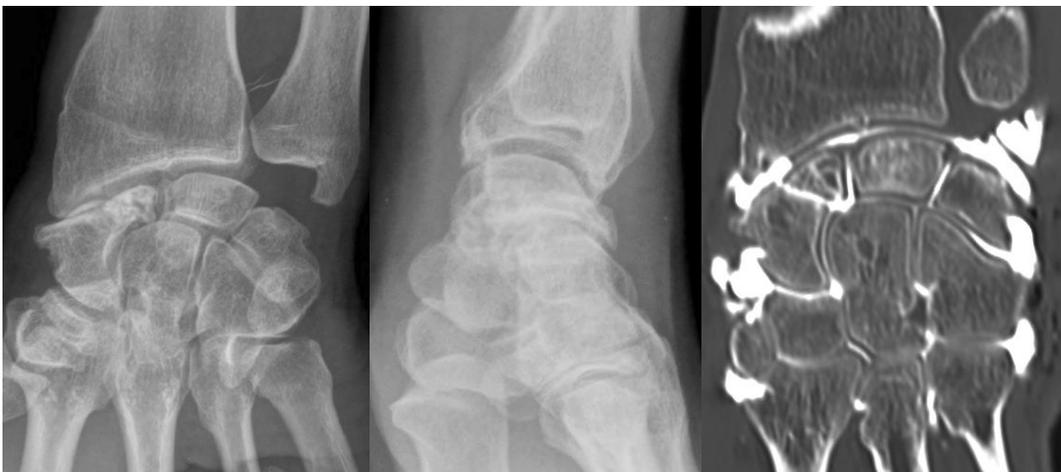


Figure 45. Arthrose SNAC consécutive à une pseudarthrose polaire proximale du scaphoïde.



Figure 46. Arthrose médiocarpienne sur instabilité médiocarpienne. Patiente atteinte d'une maladie de Marfan.



Figure 47. Instabilité scapholunaire avec DISI secondaire à une résection du pied du scaphoïde pour arthrose STT.



Figure 48. Pseudarthrodèse STT avec défaut de reverticalisation du scaphoïde et arthrose médiocarpienne.

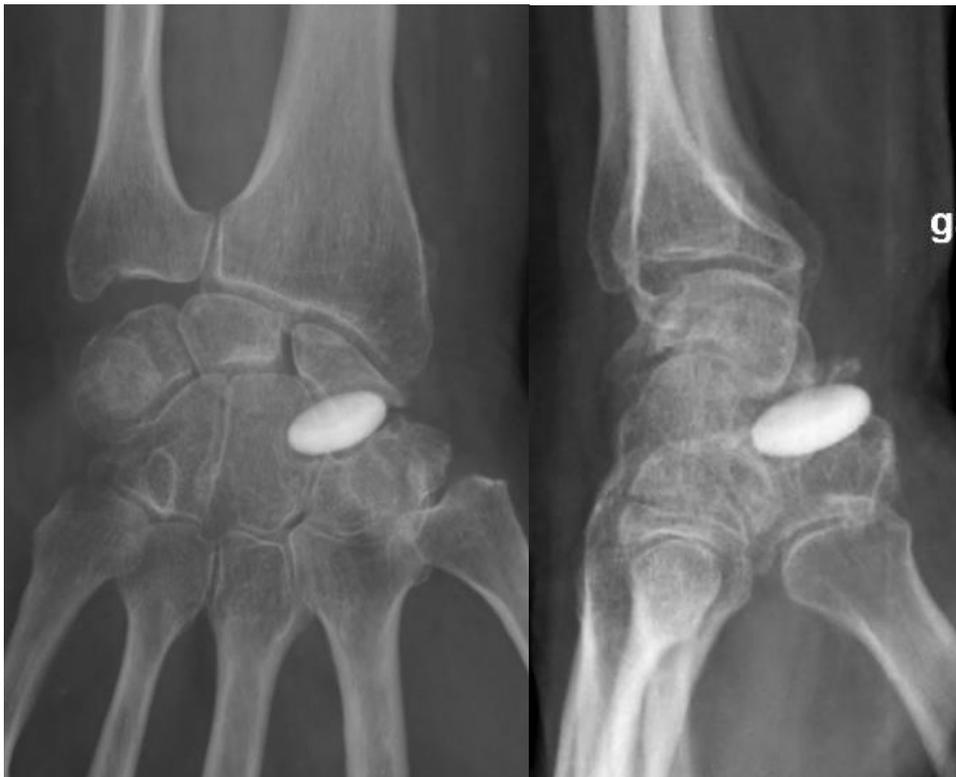


Figure 49. Echec d'implant STPi pour arthrose STT avec horizontalisation du scaphoïde et migration ulnaire de l'implant.

L'arthrodèse des 4 os a été réalisée en première intention (en excluant les interventions d'arthroscopie diagnostique) chez 22 patients (71%). Pour 9 patients, il s'agissait d'une reprise chirurgicale. Dans 3 cas, on retrouvait une arthrose SNAC sur échec de greffe scaphoïdienne (figure 50). 3 cas correspondaient à des arthroses SLAC par échec de reconstruction scapholunaire (dont 2 triple ténodèses selon Garcia Elias, figure 51). Les 3 derniers cas ont été énumérés ci-dessus et correspondent à des échecs de traitement d'arthrose STT (1 pseudarthrodèse STT, 1 implant STPi et une résection de pôle distal du scaphoïde).



Figure 50. Pseudarthrose du scaphoïde avec échec de greffe et arthrose SNAC débutante.

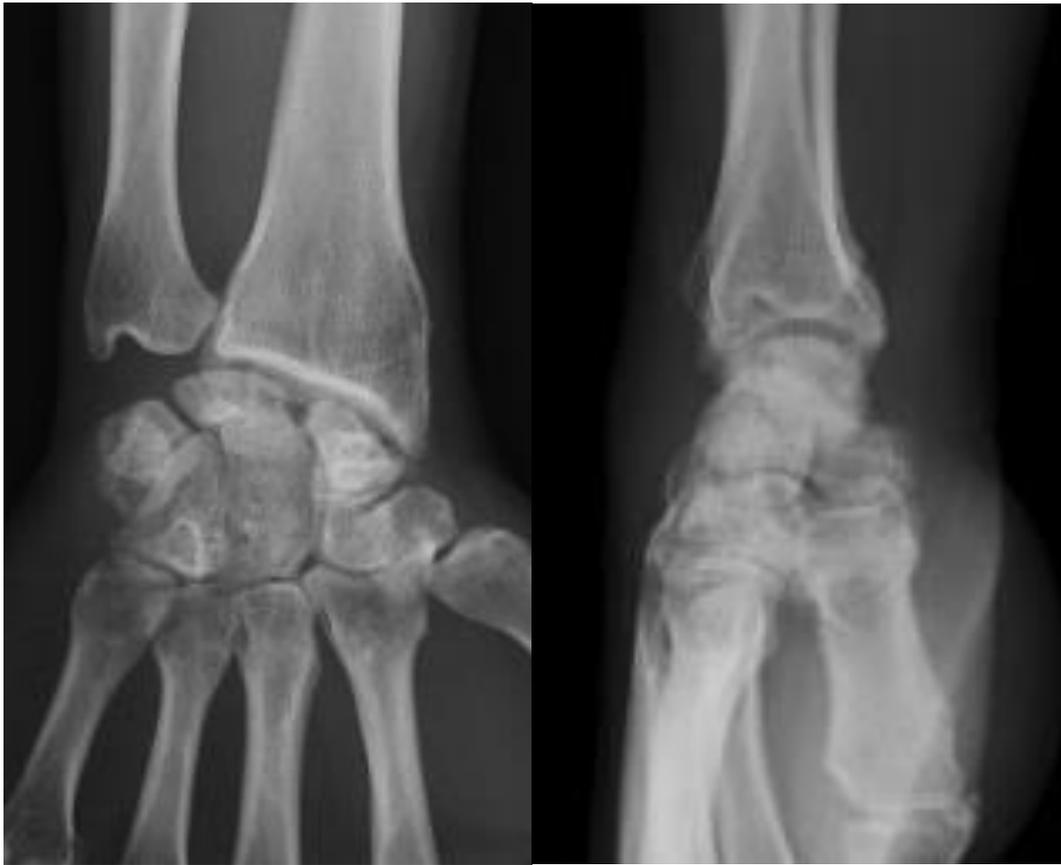


Figure 51. Echec de triple ténodèse selon Garcia-Elias avec arthrose SLAC précoce à 32 mois du geste.

L'arthrodèse concernait le poignet dominant dans 21 cas soit 67,7% des cas.

Sur les 30 patients, 20 exerçaient une activité professionnelle avant l'intervention (66,7%) dont 14 une activité manuelle lourde (70% des travailleurs ; 46,7% de la population totale). Parmi les patients n'exerçant pas d'activité professionnelle, 3 étaient en invalidité pour d'autres pathologies (fibromyalgie, maladie de Marfan, polytraumatisme grave), 1 patient était au chômage et 6 étaient en retraite.

Sur les 31 poignets, 1 arthrodèse totale a finalement été réalisée un an après l'arthrodèse des 4 os. Nous avons donc considéré cette patiente comme un échec et l'avons exclue des résultats cliniques qui portaient finalement sur 30 poignets (29 patients).

1.1.2. Population de comparaison

L'intérêt de notre étude était de pouvoir disposer d'un groupe de comparaison opéré d'une arthrodèse des 4 os par des moyens traditionnels. Une étude rétrospective sur les arthrodèses des 4 os avec moyens de fixation traditionnels (agrafes) a été réalisée dans le service de Chirurgie Plastique et Reconstructrice de l'Appareil Locomoteur en 2008 par le Docteur Jérôme Segret [1].

Cette étude avait porté sur la période janvier 1994 - mai 2007 et concernait 60 arthrodèses. L'étude a finalement porté sur 35 poignets chez 31 patients. Le recul moyen était de 6,7 ans (1,4 à 12,8 ans). L'arthrodèse était fixée dans 24 cas par des agrafes simples bipodes AREX® et 11 cas par des agrafes quadripodes à mémoire de forme AREX® (agrafes en Nitinol, alliage 50/50 Nickel/Titane).

La moyenne d'âge à l'intervention de cette série était de 53,1 ans. La série comportait 6 femmes (19,4%) pour 25 hommes (80,6%). L'arthrodèse concernait le côté dominant dans 25 cas sur 35 poignets (71,4%).

Au rang des étiologies, on retrouvait 17 poignets SNAC (48,5%), 14 SLAC (40%) et 4 siliconites sur implants scaphoïdiens (11,4%, figure 52). Dans 20 cas (57,1%), l'arthrodèse a été réalisée en première intention.



Figure 52. Siliconite sur implant scaphoïdien.

Neuf patients (29%) n'exerçaient pas d'activité professionnelle en préopératoire, 7 patients étaient retraités et 2 étaient sans emploi. 22 patients (71%) exerçaient une activité professionnelle en préopératoire, dont 17 un travail manuel lourd (77,2% des travailleurs et 54,8% de la population totale).

Les données épidémiologiques concernant les 2 groupes de patients sont exprimées dans le tableau 5.

Au dernier recul, 2 patients (2 poignets) ont du subir une intervention d'arthrodèse totale et ont donc été exclus de l'analyse clinique qui a finalement porté sur 33 poignets (29 patients).

Ce groupe de comparaison souffre d'un biais de sélection puisqu'il s'agissait d'une étude rétrospective portant sur une période de longue durée et que seulement 35 arthrodèses sur 60 réalisées ont été revues. Il existe également un biais d'évaluation puisque les deux groupes ont été évalués par des examinateurs différents. Ces données ne laissent toutefois que peu de place à la subjectivité puisque concernant des mesures d'amplitudes articulaires et de force, la réalisation des questionnaires fonctionnels ne faisant pas intervenir l'examineur.

Groupe	Plaque Fusion	Agrafes
Nombre de poignets	31	35
Nombre de patients	30	31
Recul moyen (années)	1,09	6,7
Age moyen (années)	50,9	53,1
Côté dominant	21/31 (67,7%)	25/35 (71,4%)
Sexe	23 hommes/ 7 femmes	25 hommes/ 6 femmes
Etiologie	14 SLAC (45,2%) 13 SNAC (41,9%) 1 instabilité médiocarpienne 3 autres	17 SNAC (48,5%) 14 SLAC (40%) 4 siliconites (11,4%)
1 ^{ère} intention	22/31 (71%)	20/36 (57,1%)
Activité professionnelle	20 activité professionnelle (66,7%) 14 travail manuel lourd (46,7%) 10 sans activité professionnelle (33,3%)	22 activité professionnelle (71%) 17 travail manuel lourd (54,8%) 9 sans activité professionnelle (29%)

Tableau 5. Données épidémiologiques des 2 groupes comparés (Arthrodèse par plaque Fusion® vs agrafes).

Les deux groupes « Agrafes » et « Plaque Fusion® » étaient comparables concernant l'âge à l'intervention ($p=0,277$), le sexe ($p=0,798$), la proportion de côtés dominants opérés ($p=0,727$), l'indication ($p=0,791$) et l'activité professionnelle préopératoire ($p=0,608$). Il existait cependant une différence significative entre les 2 groupes sur le recul moyen ($p<0,0001$).

1.2. Méthodes.

La série d'arthrodèse totale par plaque Fusion® a été revue par un seul examinateur. Afin de pouvoir comparer au groupe d'arthrodèse totale par moyens traditionnels, groupe revu par un autre examinateur, l'évaluation clinique a porté sur les mêmes critères. Concernant les données liées au travail et le nombre de séances de kinésithérapie, les patients du groupe « Agrafes » ont été recontactés par téléphone afin d'éviter tout biais d'évaluation.

1.2.1. Analyse clinique.

1.2.1.1. Amplitudes articulaires

Les amplitudes articulaires postopératoires ont été mesurées en degrés à l'aide d'un goniomètre selon les secteurs suivants :

- flexion
- extension
- inclinaison radiale
- inclinaison ulnaire.

1.2.1.2. Force

La force de poignet a été mesurée à l'aide d'un dynamomètre de Jamar et était exprimée en Kg.Force (Kg.F) et en pourcentage du côté opposé lorsque celui-ci était sain. Pour chaque poignet, 3 mesures successives étaient effectuées et le chiffre médian était gardé.

1.2.1.3. Douleur

La douleur était auto évaluée par le patient selon les propositions suivantes :

- aucune douleur
- douleur légère
- douleur modérée
- douleur sévère

Elle était également évaluée grâce aux questionnaires fonctionnels qui seront abordés plus loin.

1.2.1.4. Satisfaction

La satisfaction globale quant à l'efficacité de l'intervention était auto évaluée par le patient en répondant à la question suivante :

« Etes vous satisfait de l'efficacité de l'intervention ? »

Les propositions de réponse étaient « oui » ou « non ».

1.2.1.5. Données liées au travail.

Le type d'activité professionnelle préopératoire, la durée d'arrêt de travail, les conditions de reprise du travail (adaptation de poste, durée d'un éventuel mi-temps thérapeutique, mise en invalidité) ont été recherchées.

1.2.1.6. Rééducation post opératoire

Le nombre de séances de kinésithérapie effectuées en post opératoire a été pris en compte.

1.2.1.7. Questionnaires fonctionnels

Chaque patient a rempli deux questionnaires fonctionnels subjectifs : Le PRWE et le QuickDASH.

1.2.1.7.1. PRWE (Patient Rated Wrist Evaluation, annexe 1)

Il s'agit d'un questionnaire fonctionnel spécifique au poignet adapté en français par Voche [2]. Il évalue la douleur (déficience) mais également l'incapacité selon 2 rubriques (activité spécifiques et activités courantes).

La partie « évaluation de la douleur » comporte 5 items, coté chacun sur 10 points (0= aucune douleur, 10= douleur maximale) :

- au repos
- aux mouvements répétés
- lors du port d'objets lourds
- intensité de la douleur à son maximum
- fréquence de la douleur.

La partie « activités spécifiques » comporte 6 items, coté chacun sur 10 points (0= aucune difficulté, 10= activité impossible) :

- tourner une poignée
- couper de la viande
- boutonner une chemise
- lever une chaise ou un fauteuil léger

-porter une charge de 5 kg

-utiliser une serviette de toilette.

La partie « activités courantes » comporte 4 items, coté chacun sur 10 points (0= aucune difficulté, 10= activité impossible) :

-hygiène et habillement

-travaux ménagers

-activités vie quotidienne

-activités de loisirs.

On obtient un score final sur 150 points qui peut être ramené sur 100 points en gardant le score « douleur » sur 50 points et en ajoutant le score « activités courantes » et « activités spécifiques » ramené à 50 points . Le test est ininterprétable si plus de 2 items ne sont pas remplis.

1.2.1.7.2. QuickDASH (Disability of Arm-Shoulder-Hand, annexe 2)

Il s'agit d'un questionnaire d'auto évaluation subjective de la capacité fonctionnelle globale des 2 membres supérieurs, il correspond à une version accélérée du score DASH adapté en français par Dubert [3]. Il comporte 11 questions évaluant l'incapacité et la douleur sur les 7 jours précédant le test et deux modules optionnels (travail et activités sportives et artistiques) évaluées chacune par 4 items. Chaque item est évalué entre 1 et 5 (1=aucune difficulté ou pas de douleur, 5= activité impossible ou douleur maximale). Un calcul permet de ramener le score de chaque module sur 100 points. Une réponse manquante rend chaque module ininterprétable. Un score global du DASH à zéro signifie « Aucune incapacité dans l'utilisation des membres supérieurs », un score de 100 signifie « incapacité totale dans l'utilisation des membres supérieurs ». Ce score est moins spécifique que le PRWE.

1.2.1.8. Ablation de matériel

Nous avons recherché chez chaque patient la nécessité d'ablation de tout ou partie du matériel de fixation de l'arthrodèse.

1.2.1.9. Durée d'immobilisation

Pour chaque patient, la durée de l'immobilisation stricte en nombre de semaines a été colligée.

1.2.2. Analyse radiologique

L'analyse radiologique a porté sur les radiographies de poignet de face et de profil pré et postopératoire au dernier recul.

1.2.2.1. Consolidation

La consolidation du foyer d'arthrodèse a été recherchée sur les radiographies post opératoires. L'arthrodèse était considérée comme solide en cas de fusion des interlignes capitulunaire et triquetrohamatal. L'absence de fusion d'un interligne triquetrolunaire ou capitolunaire n'était pas considéré comme un échec de consolidation au vu de l'absence de mobilité de ces articulations. En cas de doute sur la consolidation, un scanner était effectué.

1.2.2.2. Mobilisation ou bris du matériel de fixation.

Un éventuel bris de matériel (plaque ou vis) était systématiquement recherché de même qu'un recul de vis.

1.2.2.3. Conflit radiocarpien.

Les signes de conflit radiocarpien dorsal en relation avec le matériel ou non étaient notés, de même que les signes de conflit radioscapoïdien.

1.2.2.4. Angle capitulunaire.

L'angle capitulunaire a été mesuré sur la radiographie de profil en pré et post opératoire afin d'évaluer la dorsiflexion lunarienne résiduelle (figure 53). L'objectif était un angle capitulunaire neutre en postopératoire. Un angle négatif indiquait une flexion palmaire du lunatum (VISI) alors qu'un angle positif révélait une dorsiflexion lunarienne (DISI).



Figure 53. Méthode de mesure de l'angle capitolaunaire. Flèche blanche = axe du capitatum. Ligne noire pointillée = axe du lunatum (perpendiculaire à la droite passant par les deux cornes du lunatum). Notez les biais de mesure possibles devant la difficulté de tracer l'axe du lunatum (corne postérieure fraisée et masquée par la plaque).

1.2.2.5. Hauteur du carpe.

Les hauteurs du carpe pré et postopératoire ont été mesurées selon l'indice de Youm et Mac Murtry (figure 54), c'est à dire le rapport entre $L1 / L2$ avec $L1$ =distance entre extrémité inférieure du radius et base du troisième métacarpien (mesurée sur une ligne passant par l'axe de ce troisième métacarpien) et $L2$ = longueur du troisième métacarpien [4]. L'objectif était de mesurer la perte de hauteur liée à l'avivement des interlignes articulaire.



Figure 54. Indice de Youm et Mac Murtry [4]. L1 = distance extrémité distale radius - base troisième métacarpien et L2= longueur troisième métacarpien. Indice = $L1/L2$.

1.2.3. Analyse statistique

L'étude statistique a été réalisée au Département d'Informatique Médicale du SINCAL (Syndicat Interhospitalier Nancéien de Chirurgie de l'Appareil Locomoteur) par Mme le Docteur M. De Gasperi avec le logiciel STATVIEW.

Le test t de Student a été utilisé pour comparer les moyennes avec un risque alpha de 5% ($p=0,05$).

2. RESULTATS

2.1. Population totale d'arthrodèse par plaque Fusion ®.

Une patiente était en arthrodèse totale à la révision (16 mois après la chirurgie initiale) et a donc été exclue des résultats cliniques. Cette patiente était atteinte d'une maladie du tissu élastique (Marfan) avec instabilité médiocarpienne préopératoire compliquée d'une arthrodèse capitulaire. L'arthrodèse des 4 os réalisée a consolidé sans difficulté mais une translation ulnaire du carpe majeure s'est démasquée dans les suites avec un poignet raide et douloureux qui a fait pratiquer une arthrodèse totale du poignet (figure 55). Il s'agissait ici probablement d'une mauvaise indication opératoire chez cette patiente hyperlaxe car selon Ashmead et al. [5], un débord infra-ulnaire du lunatum en préopératoire doit faire contre indiquer une arthrodèse des 4 os et faire réaliser une arthrodèse totale. Les résultats cliniques portent au final sur 30 poignets (29 patients) et doivent être pondérés par l'exclusion de cet échec de l'arthrodèse des 4 os.



Figure 55. Translation ulnaire du carpe postopératoire chez patiente atteinte d'une maladie de Marfan ayant nécessité une arthrodèse totale du poignet.

2.1.1. Résultats cliniques.

2.1.1.1. Amplitudes articulaires.

Les amplitudes articulaires postopératoires sont représentées dans le tableau 6. On obtient un volant de mobilité en flexion-extension de 67,3° réparti de manière quasiment équivalente entre la flexion (32,8°) et l'extension (34,5°). L'inclinaison radiale est faible malgré la scaphoïdectomie (9°), l'inclinaison ulnaire restant prépondérante (22°).

	Moyenne (°)	Minimum (°)	Maximum (°)
Flexion	32,8	10	60
Extension	34,5	10	60
Arc flexion-extension	67,3	30	95
Inclinaison radiale	9	5	20
Inclinaison ulnaire	22	10	30

Tableau 6. Amplitudes articulaires de poignet des patients opérés avec une plaque Fusion®. (Effectif : 30 poignets chez 29 patients)

2.1.1.2. Force.

Les résultats concernant la force de poigne postopératoire ont été rapportés dans le tableau 7. Nous l'avons comparée au côté sain devant l'absence de données préopératoires de force. La comparaison n'a pu être établie que chez 27 patients car chez 2 patients le poignet opposé avait subi une chirurgie (1 patient avec arthrodèse des 4 os bilatérale soit 2 poignets de la série, 1 patient avec arthrodèse scapho-capitale controlatérale).

	Moyenne (30 poignets)	Minimum	Maximum	/ côté sain (27 patients)
Force	29,6 Kg.F	12Kg.F	48Kg.F	70,7%

Tableau 7. Force de poigne post opératoire des patients opérés avec une plaque Fusion®, mesurée au dynamomètre de Jamar.

2.1.1.3. Douleur

Les données concernant l'autoévaluation de la douleur en postopératoire sont exposées dans le tableau 8. La douleur était en général peu importante, considérée comme « absente » ou « légère » dans 76,7% des cas. Les cas de douleur « modérée » concernent 4 patients multiopérés avec un contexte de douleurs chroniques (2 échecs de ligamentoplastie scapholunaire, un échec de cure de pseudarthrose du scaphoïde et un échec d'arthrodèse STT), 1 patient avec un conflit radioscapoïdien et 1 patiente avec une évolution vers une arthrose radiolunaire précoce à un an du geste initial (figure 56). Pour la dernière patiente présentant des douleurs modérées, aucun facteur étiologique n'a pu être identifié cliniquement et radiologiquement. Aucun syndrome douloureux régional complexe n'a été identifié dans notre série.

Douleur	Nombre de poignets (n=30)
Pas de douleur	13 (43,3%)
Douleur légère	10 (33,3%)
Douleur modérée	7 (23,3%)
Douleur sévère	0

Tableau 8. Autoévaluation de la douleur chez les patients opérés avec une plaque Fusion®.



Figure 56. Radiographies postopératoires immédiates (a et b) et à 1 an (c et d) et coupes scannographiques (e et f) d'une arthrodèse des 4 os présentant une arthrose radiolunaire précoce. La patiente souffrant d'une rhizarthrose invalidante au côté opposé devant être opérée, elle ne souhaite pour l'instant pas d'intervention complémentaire sur ce poignet.

2.1.1.4. Satisfaction

Hormis la patiente en échec ayant du subir une arthrodèse totale de poignet, 1 patient n'était pas satisfait de l'intervention. Il s'agissait de la patiente présentant une arthrose radiolunaire précoce présentée ci dessus (figure 56) dont l'insatisfaction était liée à l'apparition de douleurs permanentes et d'une perte de force après un intervalle libre de quelques mois où elle avait été soulagée.

Le taux de satisfaction globale liée à cette intervention était donc de 29/31 soit 93,5 %.

2.1.1.5. Données liées au travail.

Le tableau 9 présente les données liées aux conditions de reprise du travail recueillies au cours de cette étude. Le taux global de retour au travail est de 90% avec un arrêt moyen de 4,5 mois (comprenant les éventuels arrêts de travail consécutifs à des reprises chirurgicales). Cette durée moyenne d'arrêt de travail est pénalisée par une durée d'arrêt longue chez les 2 patients n'ayant pu reprendre le travail devant l'absence de possibilité de reclassement professionnel ou d'adaptation du poste en entreprise et qui ont été licenciés après successivement 9 et 13 mois de versement d'indemnités journalières. Une adaptation du poste ou du temps de travail, même temporaire, était en effet fréquemment nécessaire pour la reprise du travail, surtout pour les travaux manuels lourds (33,3%). La reprise du travail était d'ailleurs plus précoce si les démarches d'adaptation du poste avaient été prévues avant l'intervention. La durée d'arrêt de travail plus longue en cas d'accident de travail (5,8 mois contre 4,5 mois) était liée au fait qu'il s'agissait pour la plupart de travailleurs de force.

	Population active (n= 20)	Accident de travail (n=8)	Travail manuel lourd (n=14)
Taux de retour au travail	18/20 (90%)	7/8 (87,5%)	12/14 (85,7%)
Durée moyenne arrêt de travail*	4,5 mois	5,8 mois	5,7 mois
Taux d'adaptation du poste** (poste aménagé, mi temps thérapeutique)	4/18 (22,2%)	2/7 (28,5%)	4/12 (33,3%)

Tableau 9. Conditions de reprise du travail des patients opérés d'une arthrodèse par plaque Fusion®.

*Durée de versement d'indemnités journalières par le régime de sécurité sociale correspondant comprenant d'éventuels arrêts complémentaires en cas de reprise chirurgicale ou ablation de matériel.

** Taux calculé sur l'ensemble des patients ayant repris le travail, adaptation temporaire ou définitive.

2.1.1.6. Rééducation postopératoire

Le nombre moyen de séances de kinésithérapie post opératoire (toutes réalisées en cabinet libéral) était de 33,2 par patient (minimum 0 - maximum 140). Cette donnée n'a pu être relevée que chez 25 patients. On note de fortes disparités puisque 16 patients ont reçu 20 séances ou moins alors que 3 patients ont réalisé 100 séances ou plus (tableau 10).

Nombre de séances de kinésithérapie postopératoire	Effectif (25 patients)
0-20	16 (64%)
21-50	6 (24%)
51-99	0 (0%)
100 ou plus	3 (12%)

Tableau 10. Répartition du nombre de séances de kinésithérapie postopératoire.

2.1.1.7. Questionnaires fonctionnels

2.1.1.7.1. PRWE

Les résultats moyens au questionnaire PRWE sont inscrits dans le tableau 11. Le PRWE total moyen était de 34,8/150 soit 23,55/100 (avec douleur/50 et activités courantes et spécifiques/50).

Rubrique PRWE	Score moyen (n=30)
Douleur	12,30 / 50
Activités courantes	11,80 / 60
Activités spécifiques	10,70 / 40
Total /150	34,8 / 150
Total /100	23,55 / 100

Tableau 11. Score PRWE moyen par rubriques et score total au dernier recul des patients opérés par plaque Fusion®.

2.1.1.7.2. QuickDASH

Les résultats moyens au questionnaire QuickDASH sont présentés dans le tableau 12. Le module travail n'était pas interprétable dans 9 cas, ce qui altère fortement l'analyse de ce résultat. Le score moyen du QuickDASH n'intégrant pas les modules optionnels était de 19,83/100 ce qui correspondait à une incapacité de 19,83%.

Rubrique Quick DASH	Score moyen	Effectif
Score douleur et incapacité	19,83	30
Module optionnel « activités sportives et artistiques »	35,65	30
Module optionnel « travail »	27,28	21

Tableau 12. Score QuickDASH moyen au dernier recul des patients opérés d'une plaque Fusion®.

2.1.1.8. Ablation de matériel

Le matériel a été retiré dans son intégralité pour un patient qui souffrait d'un conflit radiocarpien dorsal en relation avec un positionnement trop proximal de la plaque. Les symptômes se sont amendés après retrait du matériel (figure 57).

Dans un cas, une vis faisant saillie dans l'articulation pisotriquétrale a du être retirée à 4 mois du geste initial avec une amélioration immédiate des douleurs (figure 58). Le patient, qui était travailleur de force a repris le travail à 5 mois du geste initial.



Figure 57. Conflit radiocarpien postérieur lié à une malposition de la plaque (trop proximale).

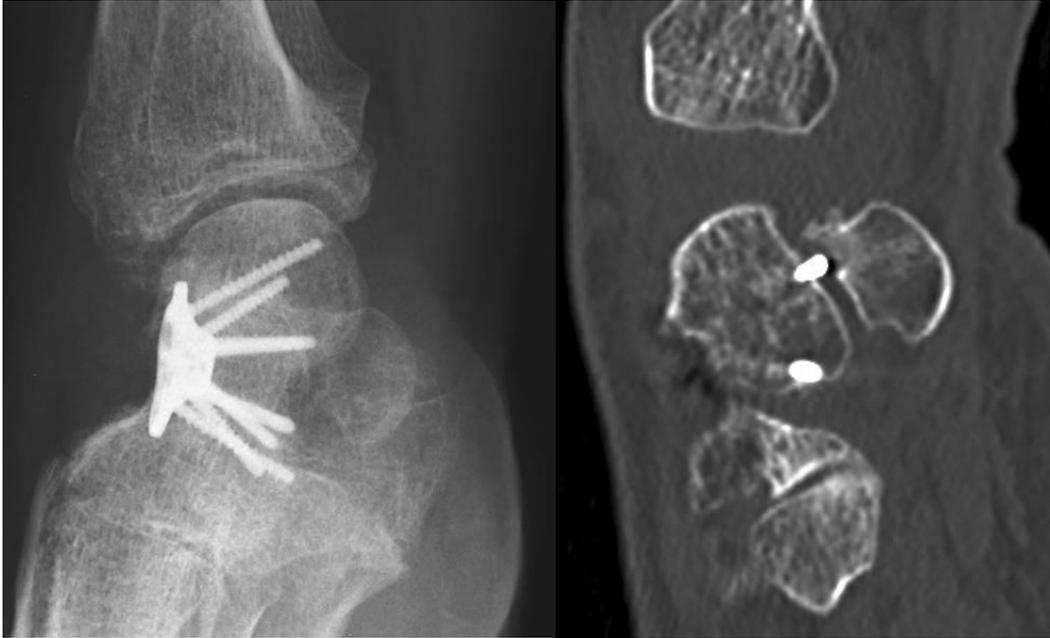


Figure 58. Vis pisotriquétrale occasionnant des douleurs.

2.1.1.9. Durée d'immobilisation

Les modalités d'immobilisation étaient variables selon l'opérateur, la stabilité du montage et l'évolution de l'aspect radiographique. L'immobilisation a été assurée dans 14 cas par une résine antébrachiopalmaire et dans 17 cas par une orthèse thermoformée. La durée moyenne d'immobilisation stricte était de 4,8 semaines avec des extrêmes à 2 et 10 semaines.

2.1.2. Résultats radiologiques

2.1.2.1. Consolidation

Aucune pseudarthrodèse n'a été observée dans cette série sur les 31 poignets opérés, le taux de consolidation était donc de 100%.

Dans un cas, un retard de consolidation de l'interligne capitolaire a été observé (confirmé au scanner), persistant à 9 mois du geste initial d'arthrodèse et gênant la reprise du travail à temps plein (patient agriculteur, figure 59). Le montage ne comportait pas 4 vis centrales de rappel et l'hamatum et le triquetrum étaient fixés par une seule vis. Le patient a finalement été programmé pour une cure de pseudarthrodèse à 12 mois du geste initial. Lors de l'intervention, il a été constaté après le retrait de la plaque une bonne consolidation de l'interligne capitolaire, confirmé par des clichés radioscopiques peropératoires. Au final, la plaque a tout de même été reposée (figure 60). L'explication de cette consolidation tardive est délicate mais il semblerait que le patient ait arrêté toute activité physique au travail entre le

9^{ème} et le 12^{ème} mois postopératoire faisant cesser les contraintes importantes qu'il exerçait sur son poignet au cours des premiers mois postopératoires, les douleurs s'étaient d'ailleurs amendées en grande partie avant l'intervention.



Figure 59. Radiographies à 3 mois (a) et à 6 mois (b) du geste initial. Apparition d'un retard de consolidation capitulaire.



Figure 60. Radiographies après reprise chirurgicale. Reposition de la plaque avec de nouvelles vis.

Il faut souligner que l'évaluation de la consolidation est parfois difficile par des seuls clichés radiographiques standards du fait de la présence d'un matériel radio opaque relativement volumineux situé sur le carrefour des quatre os. Certaines arthrodèses peuvent parfois être radiologiquement jugées solides dès les premiers clichés post opératoires (figure 61). D'autres

clichés peuvent au contraire faire douter sur une pseudarthrodèse, auquel cas nous pratiquons systématiquement un scanner (figure 62).



Figure 61. Arthrodèse des 4 os à 15 jours du geste chirurgical. Cette radiographie mime une consolidation déjà acquise.



Figure 62. Arthrodèse des 4 os à 6 mois du geste initial. Le recul des vis lunariennes et l'existence d'un gap capitulaire a fait réaliser un scanner qui a confirmé la consolidation capitulaire.

2.1.2.2. Mobilisation ou bris du matériel de fixation.

Aucun bris de matériel n'a été observé au dernier recul sur l'ensemble des patients opérés par une plaque Aptus Fusion®. Nous avons par contre observé 2 cas de recul de vis asymptomatiques et sans conséquence sur la durée de consolidation (figure 62, ci-dessus, figure 63).



Figure 63. Recul de vis lunariennes et hamatale. Il s'agit de vis bloquées dont l'angulation devait être supérieure au degré de débattement permis par les orifices de plaque (15° autour de la perpendiculaire).

2.1.2.3. Conflit radiocarpien.

Nous avons relevé 3 conflits radiocarpiaux dorsaux, liés à une mauvaise position du matériel, la plaque étant posée trop proximale dans 2 des cas (figure 64). Dans un cas, l'arthrose radiolunaire secondaire avec destruction progressive du lunatum a favorisé l'apparition secondaire d'un conflit lié à la perte de hauteur lunarienne (figure 65).

Dans un cas, le matériel a dû être retiré en totalité, avec amélioration des douleurs qui prédominaient en extension forcée et une amélioration de l'extension d'une dizaine de degrés (figure 64).

Concernant le troisième cas, la gêne reste modérée et le patient ne ressent actuellement pas le besoin de réaliser l'ablation du matériel.



Figure 64. Conflit radiocarpien postérieur lié à une plaque trop proximale. Amélioration des douleurs et de l'extension après l'ablation de matériel.



Figure 65. Apparition d'un conflit radiocarpien dorsal symptomatique secondairement par arthrose radiolunaire secondaire et perte de la hauteur lunarienne. Cette patiente devra subir à terme une arthrodèse totale du poignet.

Un conflit radioscapoïdien a également été relevé. Ce patient souffrait de douleurs sur le bord radial du poignet avec une inclinaison radiale nulle et a nécessité une seconde intervention pour résection complémentaire du pied du scaphoïde qui avait été incomplètement retiré lors de l'acte initial (figure 66).

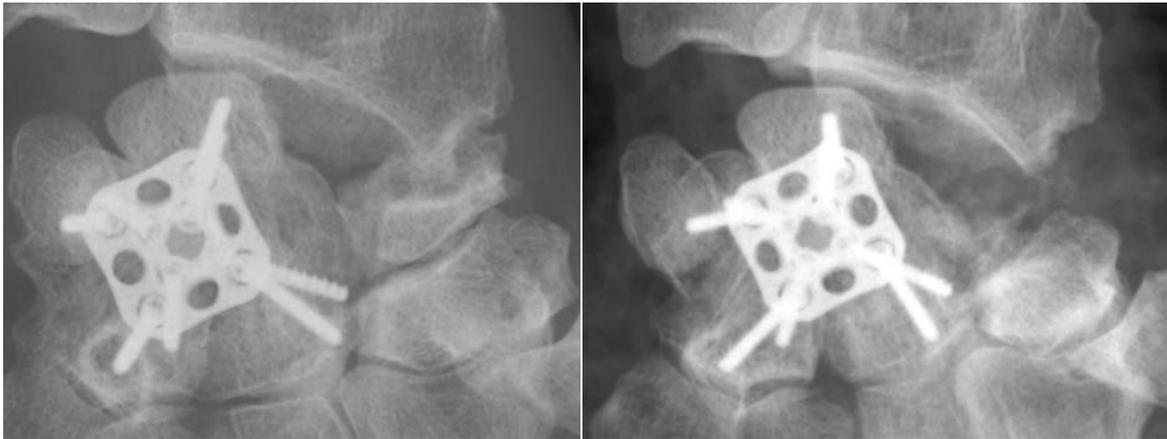


Figure 66. Conflit radioscapoïdien nécessitant reprise chirurgicale. Les douleurs se sont amendées immédiatement après l'intervention et l'inclinaison radiale était à nouveau possible.

2.1.2.4. Angle capitulaire.

La mesure de l'angle capitulaire (ACL, tableau 13) pré et post opératoire nous a permis d'évaluer la correction du DISI préopératoire préconisée par de nombreux auteurs comme nous l'avons vu dans la première partie. Elle permet également de redistribuer les amplitudes articulaires vers l'extension du poignet qui est fonctionnellement plus utile que la flexion dans la vie quotidienne. La mesure de cet angle est bien évidemment soumise à des biais qu'une mesure mono opérateur permet d'atténuer (absence de variabilité interopérateur).

L'ACL moyen préopératoire était de 18,5° révélant un DISI pré opératoire important dans la plupart des cas. L'ACL moyen postopératoire était de 2,2°. Le DISI préopératoire a donc été bien réduit pendant l'intervention (figure 67). Dans 3 cas uniquement il persistait un DISI substantiel avec un angle capitulaire postopératoire supérieur ou égal à 10°.

ACL préopératoire (°)	18,5
ACL postopératoire (°)	2,2
ACL préop ≥10 (n)	25
ACL postop ≥10 (n)	3

Tableau 13. Angle capitulaire (ACL) pré et postopératoire (30 patients).

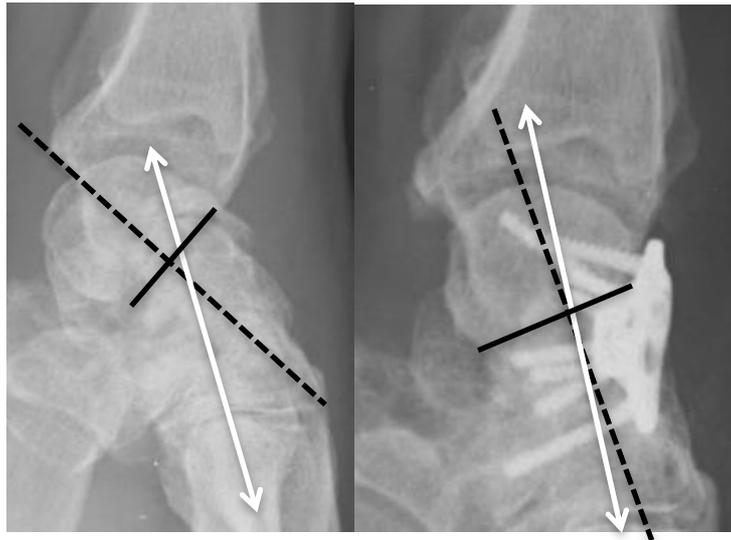


Figure 67. Correction du DISI. L'angle capitulaire passe de 29° à 6°.

Les 3 patients qui gardaient un DISI important en postopératoire avec un ACL $\geq 10^\circ$ avaient tous une extension de poignet inférieure à la flexion d'au moins 15 degrés.

2.1.2.5. Hauteur du carpe.

La hauteur du carpe mesurée selon l'indice de Youm et Mac Murtry (YMM) diminuait après l'intervention puisqu'elle passait de 0,492 en préopératoire à 0,455 en post opératoire. Ceci est dû à la réalisation d'« arthrodèses fermées » dans la majorité des cas, ne permettant pas de retrouver la hauteur carpienne préopératoire malgré la greffe en raison d'un avivement important des surfaces cartilagineuses médiocarpiennes (tableau 14).

YMM préopératoire (n)	0,492
YMM postopératoire (n)	0,455
YMM diminué de 5% ou plus (n)	12

Tableau 14. Hauteur carpienne pré et post opératoire selon l'indice de Youm et Mac Murtry (YMM).

2.2. Analyse des résultats du groupe « Plaque Fusion » en fonction de la durée d'immobilisation.

2.2.1. Détermination des sous-groupes.

L'objectif de ces plaques verrouillées dorsales étant de diminuer la durée d'immobilisation et de reprendre les activités plus rapidement, nous avons donc étudié l'influence de la durée d'immobilisation sur les résultats.

2 sous-groupes ont ainsi pu être identifiés en fonction de la durée d'immobilisation stricte. Le groupe A incluant les sujets immobilisés 4 semaines ou moins et le groupe B incluant les sujets immobilisés plus de 4 semaines. La patiente opérée d'une arthrodèse totale a été exclue de cette analyse. On obtenait ainsi 16 poignets (15 patients) dans le groupe A et 14 poignets dans le groupe B (14 patients).

2.2.2. Résultats cliniques.

Les résultats comparatifs des 2 groupes A et B sont énumérés dans le tableau 15.

Le recul n'était pas significativement différent dans les 2 groupes A et B. On retrouvait par contre une proportion de travailleurs de force plus importante dans le groupe A (81% des actifs contre 56% dans le groupe B) ce qui pouvait expliquer une durée moyenne d'arrêt de travail plus importante dans le groupe A (5,1 mois contre 3,8 mois) et un nombre moyen de séances de rééducation post opératoire plus élevé dans le groupe A (37,5 contre 19,5) mais ces différences restaient non significatives. Au final on ne constatait, en dehors des résultats cités ci dessus, qu'une différence significative sur l'extension postopératoire entre ces 2 groupes qui était meilleure pour le groupe A, immobilisé moins longtemps (39,7° contre 28,6°).

Résultats	Groupe A (n=16)	Groupe B (n=14)	p
Recul (mois)	13,4	12,4	0,635
Actifs (n)	11	9	0,393
Travail lourd (n)	9 (81%)	5 (56%)	0,393
Flexion (°)	32,8	32,9	0,992
Extension (°)	39,7	28,6	0,024
Incl. Radiale (°)	9,4	8,6	0,594
Incl. Ulnaire (°)	23,1	20,7	0,382
Force (Kg.F)	30,2	28,9	0,727
Force (% côté opposé)	70,9	66,6	0,960
Durée arrêt de travail (mois)	5,1 (11 patients)	3,8 (9 patients)	0,386
Séances de rééducation (n)	37,5	19,5	0,552
PRWE (/150)	31,9	38,1	0,532
QuickDASH (/100)	19,3	20,4	0,867
Pseudarthrodèse	0%	0%	
Durée immobilisation (semaines)	3,6	6,6	

Tableau 15. Influence de l'immobilisation sur les résultats cliniques dans le groupe « Plaque Fusion ».

Groupe A= immobilisation de 4 semaines ou moins. Groupe B= immobilisation de plus de 4 semaines.

2.3. Comparaison aux résultats de la population opérée par agrafes.

Deux patients du groupe « agrafes » ont été repris pour arthrodèse totale et exclus des résultats cliniques qui portent au final sur 33 poignets (29 patients).

Le premier patient (poignet SNAC) a été réopéré 7 mois après l'arthrodèse des 4 os dans un autre centre devant la persistance de douleurs invalidantes et des mobilités très faibles. Le second patient (poignet SNAC) a été réopéré 2 ans après l'arthrodèse des 4 os pour réalisation d'une arthrodèse totale devant une évolution radiolunaire de l'arthrose (figure 68).



Figure 68. Echec d'arthrodèse des 4 os par agrafe quadripode avec réalisation d'une arthrodèse totale.

2.3.1. Résultats cliniques.

2.3.1.1. Amplitudes articulaires.

Les amplitudes articulaires moyennes post opératoires de la population « agrafes » sont représentées dans le tableau 16 et comparées aux amplitudes articulaires du groupe « plaque Fusion ». La flexion moyenne post opératoire était de 38,2°, l'extension de 22,4°, l'inclinaison radiale de 8,5°, l'inclinaison ulnaire de 22,2°. Un patient du groupe « Agrafes » a été réopéré pour réalisation d'une arthrolyse devant un arc de flexion-extension d'une vingtaine de degrés sans arthrose radiolunaire faisant suite à un syndrome douloureux régional complexe de type 1. Cette arthrolyse n'a pas permis au final d'améliorer les amplitudes articulaires.

Amplitudes	Agrafes (n=33)	Plaque Fusion (n=30)	p
Flexion (°)	38,2	32,8	0,058
Extension (°)	22,4	34,5	0,0004
Arc flexion-extension (°)	60,6	67,3	0,132
Inclinaison radiale (°)	8,5	9	0,737
Inclinaison ulnaire (°)	22,2	22	0,946

Tableau 16. Résultats comparatifs des amplitudes articulaires post opératoires dans le groupe « Agrafes » et dans le groupe « plaque Fusion® ».

La flexion était meilleure dans le groupe « agrafes » de manière non significative mais l'extension était significativement meilleure dans le groupe « plaque Fusion® ». L'arc de

flexion–extension était plus important de 7° dans le groupe « plaque Fusion® », de manière non significative. L’arc d’inclinaison radio-ulnaire était semblable dans les deux groupes.

2.3.1.2. Force.

La force de poigne post opératoire mesurée au dynamomètre de Jamar dans le groupe « agrafes » est indiquée dans le tableau 17 et comparée au groupe « plaque Fusion® ». La force moyenne était de 28 Kg.F. La force moyenne exprimée en pourcentage de la force du côté opposé lorsqu’il était sain (20 patients) était de 64,15%.

Force	Agrafes (n=33)	Plaque Fusion® (n=30)	p
Force moyenne (Kg.F)	28	29,6	0,546
Force moyenne (% côté opposé)	64,15 % (n=20)	70,7 % (27)	0,293

Tableau 17. Résultats comparatifs de la force postopératoire dans le groupe « agrafes » et dans le groupe « plaque Fusion® ».

On ne retrouvait donc pas de différence significative dans les deux groupes concernant la force postopératoire.

2.3.1.3. Douleur

Onze poignets étaient considérés indolores (33,3%); 17 poignets étaient légèrement douloureux (51,5%); 5 poignets étaient modérément douloureux (15,5%) et aucun sévèrement douloureux. Concernant les causes de ces douleurs, on retrouvait dans le groupe « agrafes » deux syndromes douloureux régionaux complexes et deux arthroses radio-lunaires précoces. Les résultats sont présentés dans le tableau 18, en comparaison aux résultats du groupe « plaque Fusion® ».

Douleur	Agrafes (n=33)	Plaque Fusion® (n=30)	p
Pas de douleur	11 (33,3%)	13 (43,3%)	0,336
Douleur légère	17 (51,5%)	10 (33,3%)	0,336
Douleur modérée	5 (15,5%)	7 (23,3%)	0,336
Douleur sévère	0	0	

Tableau 18. Comparaison de la douleur postopératoire dans les groupes « Agrafes » et « Plaque Fusion® ».

Ces chiffres étaient globalement comparables entre les 2 groupes, sans différence significative.

2.3.1.4. Satisfaction.

3 patients étaient insatisfaits de l'intervention dans le groupe « agrafes ». Dans deux cas, une arthrodèse totale avait été réalisée secondairement, l'autre cas était un patient présentant des douleurs séquellaires liée à une pseudarthrodèse pour laquelle il a été réopéré avec persistance de douleurs en raison d'une arthrose radio-lunaire évolutive.

Le taux de satisfaction globale était donc de 32/35 soit 91,4% (tableau 19). Ce taux semblait comparable au groupe « plaque Fusion® » mais sans possibilité de statuer de manière statistique (échantillon de patients non satisfaits trop faible).

Satisfaction	Agrafes (n=35)	Plaque Fusion® (n=31)
Taux	91,4%	93,5%

Tableau 19. Comparaison du taux de satisfaction postopératoire dans le groupe « Agrafes » et le groupe « Plaque Fusion® »

2.3.1.5. Données liées au travail.

Sur les 22 patients exerçant une activité professionnelle en préopératoire, 5 n'ont pas pu reprendre leur activité professionnelle (taux global de retour au travail de 77,2%). Cependant sur ces 5 patients, 3 ont en fait pu accéder à la retraite professionnelle au décours de leur arrêt maladie, ce qui tempérait ce taux de retour au travail moins bon que les arthrodèses par plaque (tableau 20). La durée moyenne d'arrêt de travail était significativement supérieure à celle aux arthrodèses par plaque Fusion® puisque de 7,9 mois. Une adaptation du poste de travail temporaire ou définitive a également pu permettre une reprise plus précoce chez 3 patients sur les 17 ayant repris le travail, soit 17,6 %.

	Population active Plaque Fusion (n= 20)	Population active Agrafes (n=22)	p
Taux de retour au travail	18/20 (90%)	17/22 (77,2%)	0,449
Durée moyenne arrêt de travail*	4,5 mois	7,9 mois	0,030
Taux d'adaptation du poste** (poste aménagé, mi temps thérapeutique)	4/18 (22,2%)	3/17 (17,6%)	

Tableau 20. Comparaison des conditions de reprise du travail des patients du groupe « Agrafes » et du groupe « plaque Fusion® ».

*Durée de versement d'indemnités journalières par le régime de sécurité sociale correspondant comprenant d'éventuels arrêts complémentaires en cas de reprise chirurgicale ou ablation de matériel.

** Taux calculé sur l'ensemble des patients ayant repris le travail, adaptation temporaire ou définitive.

2.3.1.6. Rééducation postopératoire

Le nombre moyen de séances de kinésithérapie en post opératoire était de 42,6 (minimum 0 - maximum 150). Cette donnée a pu être recueillie chez les 35 patients. Comme pour le groupe « Plaque Fusion® », on note de fortes disparités (tableau 21), mais le nombre moyen de séances par patient est plus élevé pour le groupe « Agrafes » et la grande majorité des patients de ce groupe a pratiqué plus de 20 séances de kinésithérapie (80% contre 36% pour le groupe « plaque Fusion ®).

Nombre de séances	Agrafes (n=35)	Plaque Fusion® (n=25)	p
Moyen	42,6	33,2	0,164
0-20	7 (20%)	16 (64%)	
21-50	19 (54%)	6 (24%)	
51-99	7 (20%)	0	
100 ou plus	2 (6%)	3 (12%)	

Tableau 21. Comparaison du nombre de séances de kinésithérapie postopératoires du groupe « Agrafes » et du groupe « Plaque Fusion® ».

2.3.1.7. Questionnaires fonctionnels

2.3.1.7.1. PRWE

Le score PRWE total moyen dans le groupe « Agrafes » était de 40,88/150. Ce score n'était pas significativement différent du PRWE total du groupe « plaque Fusion® ». Les scores comparatifs sont inscrits dans le tableau 22.

	Agrafes (n=33)	Plaque Fusion (n=30)	p
Score PRWE total (/150)	40,88	34,8	0,371

Tableau 22. Résultats comparatifs du score PRWE dans le groupe « Agrafes » et dans le groupe « plaque Fusion® ».

2.3.1.7.2. QuickDASH

Le score QuickDASH moyen dans le groupe « Agrafes » était de 30,00/100, correspondant à une incapacité de 30,00%. Ce score était significativement supérieur au score QuickDASH du groupe « plaque Fusion » qui était de 19,83/100. Ces résultats sont rapportés dans le tableau 23.

	Agrafes (n=33)	Plaque Fusion (n=30)	p
QuickDASH (/100)	30,00	19,83	0,035

Tableau 23. Résultats comparatifs du score QuickDASH dans le groupe « Agrafes » et dans le groupe « plaque Fusion® ».

2.3.1.8. Ablation de matériel

20 interventions pour ablation du matériel ont été réalisées sur les 35 arthrodèses par agrafes. L'ablation du matériel de fixation était réalisée en tout ou partie dans un délai moyen de 8,6 mois après l'intervention d'arthrodèse des 4 os. 11 de ces ablations étaient dues à un débord dorsal du matériel et à un conflit radiocarpien dorsal (figure 69), 7 à des ablations de broches mises en complément des agrafes devenues gênantes et 2 à des migrations d'agrafes provoquant des douleurs dorsales. Le nombre d'ablations de matériel était significativement plus élevé dans le groupe « Agrafes » ($p < 0,0001$).



Figure 69. Conflit radiocarpien dorsal sur débord du matériel.

2.3.1.9. Durée d'immobilisation

L'immobilisation stricte moyenne a été de 8,9 semaines (minimum 4 semaines – maximum 17 semaines) (tableau 24). Elle était réalisée dans tous les cas par une résine antébrachiopalmaire, parfois relayée par une orthèse lorsque l'immobilisation était supérieure à 8 semaines.

Immobilisation	Agrafes (n=35)	Plaque Fusion (n=31)
Durée (semaines)	8,9	4,8

Tableau 24. Comparaison de la durée d'immobilisation entre le groupe « Agrafes » et le groupe « Plaque Fusion® ».

2.3.2. Résultats radiologiques

2.3.2.1. Consolidation

2 pseudarthrodèses complètes ont été constatées dans le groupe « Agrafes » (figure 70), nécessitant une reprise chirurgicale avec nouvel avivement, greffe spongieuse et nouvelle fixation par agrafes. Un retard de consolidation a également été observé nécessitant une

immobilisation prolongée (17 semaines), la consolidation a finalement été obtenue sans reprise chirurgicale.

Le taux de consolidation du groupe « Agrafes » était donc de 94,3% (33/35) (tableau 25). Là encore, on ne pouvait statuer sur une différence statistique en raison de l'échantillon trop faible de pseudarthroses.



Figure 70. Pseudarthrodèse complète avec bris de matériel nécessitant une reprise chirurgicale.

	Agrafes (n=35)	Plaques Fusion (n=31)
Taux de consolidation (%)	94,3 %	100 %

Tableau 25. Comparaison des taux de consolidation des groupes « Agrafes » et « plaque Fusion® ».

2.3.2.2. Autres complications liées au matériel

3 cas de bris du matériel ont été observés avec les agrafes simples, aboutissant à une pseudarthrodèse dans un cas (figure 70).

Dans 20 cas, le matériel a du être retiré car générateur de douleurs majorées en extension forcée pouvant entrer dans le cadre d'un conflit dorsal sur un matériel fréquemment débordant.

Nous n'avons pas noté d'autres complications liées au matériel aux radiographies.

2.3.2.3. Angle capitulaire.

L'angle capitulaire (ACL) moyen préopératoire dans le groupe « agrafes » était de 13°. L'ACL moyen post opératoire était de 8,3°. Il existait donc une correction incomplète du DISI dans le groupe « Agrafes » comparativement au groupe « plaque Fusion® » (tableau 26), d'autant que le DISI préopératoire était significativement plus important dans le groupe « Plaque Fusion® ».

DISI	Agrafes (n=35)	Plaque Fusion (n=31)	p
ACL préopératoire (°)	13	18,5	0,009
ACL postopératoire (°)	8,3	2,2	<0,0001
Patients avec ACL postopératoire >10°	12	3	

Tableau 26. Comparaison des angles capitulaires pré et post opératoires dans les 2 groupes.

2.3.2.4. Hauteur du carpe.

La hauteur du carpe, mesurée selon l'indice de Youm et Mac Murtry était de 0,497 en préopératoire et de 0,457 en postopératoire (les patients ayant subi une arthrodèse totale ont été inclus dans le calcul en tenant compte des radiographies pré-arthrodèse totale). Ces chiffres n'étaient pas significativement différents du groupe « Plaque Fusion® » (tableau 27).

Hauteur du carpe	Agrafes (n=35)	Plaque Fusion (n=31)	p
YMM préopératoire (n)	0,497	0,492	0,704
YMM postopératoire (n)	0,457	0,455	0,887
YMM diminué de 5% ou plus (n).	9/33 (27,3%)	12/30 (40%)	

Tableau 27. Comparaison de la hauteur du carpe pré et post opératoire dans les 2 groupes.

2.3.3. Tableau récapitulatif final des résultats comparatifs des groupes « plaque Fusion » et « Agrafes® ».

Résultats	Agrafes	Plaque Fusion	p
Recul (années)	6,7	1,09	<0,0001
Arc flexion-extension (°)	60,6	67,3	0,132
Arc inclinaison radioulnaire (°)	30,7	30,5	
Force (% côté opposé)	64,15	70,7	0,293
Taux de satisfaction	91,4	93,5	
Durée arrêt de travail	7,9 mois	4,5 mois	0,030
Nb séances kinésithérapie	42,6	33,2	0,164
PRWE (/150)	40,88	34,8	0,371
QuickDASH (/100)	30,00	19,83	0,035
Durée d'immobilisation (semaines)	8,9	4,8	
Ablation de matériel (n)	20	2	<0,0001
Taux de consolidation (%)	94,3	100	

Tableau 28. Résultats comparatifs entre les 2 groupes.

TROISIEME PARTIE :

ETUDE ECONOMIQUE

1. PRÉAMBULE.

L'objectif de cette étude économique était de déterminer le plus exactement possible et de comparer le coût social de la réalisation d'une arthrodèse des 4 os par plaque Fusion® et d'une arthrodèse des 4 os par agrafes, l'hypothèse étant que le surcoût lié à l'utilisation d'une plaque Fusion® dans l'arthrodèse des 4 os est compensé par l'économie réalisée sur les coûts postopératoires.

Nous avons en effet pu observer des résultats cliniques finaux assez comparables entre ces deux méthodes de fixation dans la 2^{ème} partie de cette étude.

Compte tenu de ces résultats finaux comparables, de nombreux opérateurs utilisent l'argument économique comme principale motivation pour utiliser des moyens de fixation traditionnels comme les agrafes voire des broches simples dont le prix est moins élevé que les montages par plaque.

Cependant, une différence existe entre ces deux groupes sur la durée moyenne d'arrêt de travail qui est significativement moins élevée dans le groupe « Plaque Fusion® ». Nous sommes donc partis de l'hypothèse qu'un retour au travail plus rapide permettrait une économie importante en termes de coût post opératoires pour la sécurité sociale et donc la société.

La difficulté était de déterminer à qui revenait réellement ce bénéfice économique (la sécurité sociale, l'établissement de santé ?) et donc de déterminer à tous les stades du parcours clinique du patient l'imputabilité des coûts.

Ce modèle d'étude économique est basée sur le fait que notre centre chirurgical est un établissement public de santé, dont les séjours hospitaliers sont rémunérés au titre du GHS (Groupe Homogène de Séjour) comme les établissements privés à but lucratif depuis la réforme de la T2A (Tarification à l'activité) en 2003 [1]. Concernant les DMI (Dispositifs médicaux implantables), ceux ci peuvent être financés au sein du GHS par modulation de son tarif ou pris en charge en sus de l'hospitalisation si le DMI est inscrit sur la liste des produits et prestations pris en charge (LPP, déterminée par arrêté ministériel sur avis du conseil de l'hospitalisation) ou à la charge de l'établissement s'il n'y figure pas. Il existe à ce niveau une disparité entre les établissements publics de santé et les établissements privés à but lucratifs datant de l'ancien mode de rémunération des établissements. En effet, ces listes de

remboursement des DMI ne sont pas identiques du fait d'un très fort écart de traitement préalablement à la réforme : ils étaient tous inclus dans la Dotation Globale (DG) en ce qui concernait le secteur « public » (qui était le seul mode de financement de ces établissements) alors qu'ils étaient tous facturés en sus dans le secteur « privé ». Aussi, une évolution en vue d'une convergence progressive public/privé est conduite, ce qui suppose l'enrichissement de la liste applicable au secteur antérieurement sous DG (les établissements publics de santé) et la réintégration d'un certain nombre de dispositifs dans les GHS du secteur privé. L'enrichissement de la liste est lié à l'apparition sur le marché de nouveaux produits alors que la réintégration dans les tarifs est motivée par un usage qui s'est généralisé. L'ensemble de ces produits a, in fine, vocation à être réintégré dans les GHS, ceci dans chacun des deux secteurs [2].

Actuellement, la plaque Aptus Fusion® et les vis associées sont inscrites en annexe II de la LPP pris en charge en sus de l'hospitalisation (publiée au journal officiel de la République Française le 10 mai 2005 [3] et modifiée régulièrement par arrêtés ministériels. A ce titre, elles ne sont donc remboursables qu'aux établissements privés à but lucratif et non aux établissements publics de Santé.

Le surcoût imputé à la pose de plaque verrouillée dorsale dans l'arthrodèse des 4 os est donc, à ce jour, imputé à notre établissement (Centre Chirurgical Emile Gallé) comme pour tout autre établissement public de santé, mais il est imputé à la Sécurité Sociale pour tout établissement privé à but lucratif.

Nous avons finalement déterminé le coût total lié à l'intervention (coûts préopératoires, coûts hospitaliers, coûts post opératoires) dans les deux groupes (« plaque Fusion ®» et « agrafes ») en individualisant le coût total pour l'établissement (comparé à ses recettes) et le coût pour la sécurité sociale. Les coûts imputés aux mutuelles et assurances privées n'ont pas été pris en compte car ne faisant pas partie du sujet de l'étude (ne faisant pas partie du coût « social »).

Enfin, les deux populations de patients comparées n'étaient pas contemporaines. Le groupe « plaque Fusion ® » a été pris en charge après la réforme de la T2A alors que la majorité du groupe « Agrafes » a été prise en charge avant cette réforme sur le modèle Dotation Globale. Afin de pouvoir obtenir une comparabilité entre ces 2 groupes sur le plan économique, nous avons réalisé l'étude des coûts pour le groupe « Agrafes » sur le modèle du groupe « Plaque Fusion® », en l'analysant sur le modèle T2A, par système de GHS. De même, l'analyse de

l'ensemble des coûts pour ces deux groupes a été effectuée en prenant référence sur les tarifs applicables sur l'année 2011 (où la majorité des patients du groupe « plaque Fusion® » ont été opérés), en prenant pour références la Classification Commune des Actes Médicaux (CCAM), la Nomenclature Générale des Actes Professionnels (NGAP), la LPP et sur le bilan comptable 2011 du Centre Chirurgical Emile Gallé. Il s'agissait ici d'un biais nécessaire à la comparabilité des deux groupes.

2. MATÉRIELS ET MÉTHODES.

Concernant la réalisation de cette étude économique, la conception de l'enquête, la rédaction du protocole et la réalisation du masque de saisie des données ont été soumises à Madame Kossar Hosseini, économiste de la santé, du Service d'Epidémiologie et Evaluation Cliniques du CHU de Nancy.

Les données liées à l'établissement ont pu être obtenues grâce au concours de la Responsable des affaires financières et des services économiques du Centre Chirurgical Emile Gallé, Madame Hériat, de la pharmacienne de l'établissement, Madame Cesari et de la cadre du bloc opératoire, Madame Caprion.

2.1. Matériels.

2.1.1. Populations.

2.1.1.1. Arthrodèse des 4 os par « Plaque Fusion® ».

La population utilisée pour cette étude économique est identique à la population « plaque Fusion® » de l'étude clinique décrite en 2^{ème} partie. Elle concerne donc 30 patients (31 poignets), la patiente en échec avec reprise pour arthrodèse totale étant incluse dans cette étude économique. Pour chaque patient était recherchée l'existence d'une prise en charge à 100% (accident de travail ou maladie professionnelle=AT-MP, invalidité) et le régime de sécurité sociale auquel appartenait le patient au moment de la prise en charge (Régime Général=RG, Mutualité Sociale Agricole=MSA, Régime Social des Indépendants=RSI, etc.)

2.1.1.2. Arthrodèse des 4 os par agrafes.

La population utilisée pour cette étude économique est identique à la population de comparaison « Agrafes » de l'étude clinique décrite en 2^{ème} partie. Elle concerne 31 patients (35 poignets) en incluant les 2 patients repris pour arthrodèse totale. Là encore, les conditions

de prise en charge par la sécurité sociale ont été recherchées.

2.1.2. Postes de dépenses.

2.1.2.1. Détermination des postes selon le parcours clinique du patient.

Afin de recenser les coûts engendrés par cette intervention, nous avons retracé le parcours clinique du patient depuis sa première consultation dans l'établissement jusqu'à la dernière consultation postopératoire réalisée. Nous avons subdivisé les coûts en trois étapes (coûts préopératoires, coûts liés à l'hospitalisation, coûts post opératoires).

2.1.2.1.1. Coûts préopératoires.

Lors de cette phase, les coûts ont été standardisés pour chaque patient, puisque correspondant à la consultation chirurgicale, au bilan radiographique réalisé, à la consultation d'anesthésie et au bilan arthroscannographique.

2.1.2.1.2. Coûts liés à l'hospitalisation.

Il s'agit des coûts liés à la prise en charge hospitalière du patient et à son intervention chirurgicale.

Il faut ici distinguer le coût pour la sécurité sociale qui est facile à déterminer. Il s'agit du GHS remis à l'établissement au titre du GHM (Groupe Homogène de Malades) qui correspond à l'activité de soins fournis pour le séjour du patient, incluant l'intervention. Ce GHM est déterminé pour le séjour de chaque patient en fonction de la pathologie traitée et des comorbidités associées. Les coûts d'éventuelles interventions complémentaires pour reprise chirurgicale (cure de pseudarthrodèse, arthrodèse totale ou ablation de matériel par exemple) ont été intégrés à ce niveau en associant le GHS correspondant à chaque séjour.

Le coût pour l'établissement de soins était par contre beaucoup plus difficile à déterminer et comportait une part d'approximation obligatoire.

Les coûts ont été déterminés sur la base d'une comptabilité analytique par service en prenant comme référence l'année 2011 pour tous les patients.

Les différentes charges lors de la prise en charge médico chirurgicale étaient :

- Les dépenses de personnel, médical et non médical, essentiellement les salaires ;

- les prescriptions médicales (produits pharmaceutiques, fournitures médicales) et les DMI (plaque Fusion®; vis, broches, agrafes simples ou quadripodes)
- les dépenses générales, l'amortissement (matériel médical et informatique) et les charges financières ;
- les charges nettes des plateaux médico techniques : bloc opératoire, anesthésie, pharmacie, radiologie, stérilisation ;
- les charges nettes des services généraux : services administratifs, entretien, restauration, blanchisserie.

On comprend à l'énumération de ces postes de dépenses, la nécessaire approximation de ces données puisqu'il est difficile de déterminer quel est le coût réel de l'entretien ou de la blanchisserie engendrés par le séjour d'un patient par exemple. Ces derniers seront donc déterminés en rapportant le coût total lié à l'entretien du centre et de la blanchisserie sur une année au nombre de journées d'hospitalisations totales sur une année, permettant d'approcher au plus près la dépense en entretien et blanchisserie pour une journée d'hospitalisation. Ce type de comptabilité peut en revanche surestimer les coûts réels et son interprétation doit en tenir compte, notamment en raison de l'impossibilité de distinguer pour certains postes de dépenses les coûts liés à chacune des spécialités exercées dans notre centre (Chirurgie de la Main et Chirurgie Orthopédique).

2.1.2.1.3. Coûts post opératoires.

Ils étaient représentés par les consultations chirurgicales et radiographies postopératoires, les pansements et les actes de soins à domicile, les séances de kinésithérapie libérale, les moyens d'immobilisation prescrits (résine, orthèse), les antalgiques, les transports prescrits et les indemnités journalières reçues par le patient au titre de l'arrêt de travail.

Pour ces différents postes de dépense, nous nous sommes basés sur les chiffres fournis par la CCAM, la NGAP, la LPP et sur le taux de remboursement de chacun des actes pour déterminer le coût pour la sécurité sociale.

Au final, l'ensemble des dépenses engendrées par le parcours clinique du patient est représenté dans le tableau 29.

Dépenses préopératoires	consultation chirurgicale	
	consultation d'anesthésie	
	radiographies poignet F+P	
	arthroscanner poignet	
Dépenses Hospitalisation	services généraux	blanchisserie
		restauration
		Services hôteliers
		Administration, accueil des patients
		services techniques, entretien
	amortissement matériel (informatique, biomédical ...)	
	personnel médical et paramédical (salaires)	
	prescriptions médicales	médicaments
		DMI (plaque, vis, agrafes, broches)
	Charges nettes des plateaux médico techniques	bloc opératoire
		anesthésie
		radiologie
		pharmacie
Hygiène		
DIM		
Dépenses d'hospitalisation pour la sécurité sociale	GHS	
Dépenses postopératoires	consultation chirurgicale	
	radiographie poignet	
	infirmière à domicile	
	Matériel pansement	
	Kinésithérapie libérale	
	Orthèses et résines	
	Indemnités journalières	
	Transports prescrits et remboursés	

Tableau 29. Ensemble des dépenses engendrées par la réalisation d'une arthrodèse des 4 os.

2.2. Méthodes.

2.2.1. Coûts préopératoires

Le coût pour la sécurité sociale est déterminé par la CCAM et la NGAP (disponibles sur www.ameli.fr, le site de l'assurance maladie) pour chaque acte ou consultation en fonction du taux de remboursement (tableau 30).

Acte	Tarif CCAM/NGAP	Coût pour la sécurité sociale si en AT-MP ou invalidité	Coût pour la sécurité sociale en maladie
Consultation chirurgicale	28	28 (100%)	19,6 (70%)
Consultation anesthésique	28	28 (100%)	19,6 (70%)
Radiographie poignet 2 incidences	19,95	19,95 (100%)	13,96 (70%)
Arthroscanner poignet	34,87	34,87 (100%)	24,4 (70%)
Total	110,82	110,82	77,56

Tableau 30. Coûts préopératoires par patient pour la sécurité sociale (identique pour groupe « agrafes » et groupe « plaque fusion »).

Le coût pour l'établissement devait comprendre l'entretien des locaux de consultation, les dépenses de personnel médical et paramédical, les dépenses de soins (matériel de pansement, etc.), les dépenses de matériel de radiographie. Les scanners n'étaient pas réalisés au sein de l'établissement.

Les coûts annuels pour l'établissement du service de consultation nous ont été fournis par le service administratif du Centre Chirurgial Emile Gallé. En divisant ces chiffres par le nombre de consultations annuel, nous savons pu établir un coût fictif d'utilisation du service par consultation (au niveau chirurgical et anesthésique). Le coût annuel de fonctionnement du service de consultation (Anesthésie, Chirurgie de la Main et Chirurgie Orthopédique) étant de 2 358 212 euros dont 204 229 euros lié au matériel pour 52160 consultations, nous avons calculé le coût d'une consultation avec pansement à 45,20 euros et sans pansement à 41,30 euros. 92% de ce coût provenaient des salaires (médecins, infirmiers, gypsothérapeutes, aide

soignants). Il existait ici probablement une surestimation du coût expliquant un solde négatif pour l'établissement à chaque consultation. En effet, le salaire des médecins était calculé selon une clé de répartition (universelle à tous les établissements de santé) qui attribuait un pourcentage important du salaire du médecin à l'activité de consultation, ne correspondant pas au temps réellement passé à exercer cette activité. Il s'agissait ici uniquement d'un biais par report de coûts (ce salaire étant du coup moindre dans le calcul du coût du bloc ou de l'hospitalisation). De plus, nous ne disposions pas de chiffres sur le coût de la consultation par spécialité mais d'un chiffre global, l'activité orthopédique mobilise pourtant des coûts bien plus importants de gypsothérapie et l'activité anesthésique ne fait pas intervenir d'infirmier. Ces chiffres n'étaient donc que des estimations qui avaient l'avantage de faire apparaître les mêmes biais pour les deux groupes de patients et de ne pas altérer la comparaison.

Concernant le coût de la réalisation d'une radiographie standard pour l'établissement, nous avons utilisé l'Indice de Coût Relatif (ICR). L'ICR constitue la clé de répartition permettant de calculer le coût d'un acte et d'affecter à chaque passage d'un patient une partie des coûts totaux annuels d'un service en fonction des actes pratiqués. L'ICR est un indice de coût standard. Contrairement à la comptabilité analytique où il s'agit de partir des coûts constatés, le nombre de points ICR de chaque acte de la CCAM décrit un standard en termes de mobilisation de ressources (personnel, matériels, etc.). Le terme « standard » signifie qu'on ne se base pas sur des conditions effectives particulières mais des conditions jugées optimales pour réaliser l'acte (pas de pénurie de personnel, de temps ni de matériel) avec une pratique de l'acte dans les « règles de l'art ». Le service administratif a pu nous fournir les dépenses mobilisées pour 1 ICR en divisant le coût total annuel du service de radiologie (incluant dépenses de personnel médical et paramédical, consommables, matériel, etc.) par le nombre total d'actes exprimés en ICR. La radiographie standard de poignet selon 2 incidences équivalait à 19 ICR, nous avons donc pu calculer les dépenses mobilisées pour cet examen. 1 ICR équivalant à 1 euro de dépense, la réalisation d'une radiographie de poignet a donc coûté 19 euros à notre centre.

Les dépenses préopératoires pour l'établissement sont représentées dans le tableau 31 ; à titre informatif, le solde pour l'établissement lors du bilan préopératoire est indiqué dans le tableau 32.

Coûts pour l'établissement	Consultation chirurgicale avec pansement	Consultation chirurgicale et anesthésique	Radiographie de poignet
Coût unitaire (euros)	45,20	41,30	19,00

Tableau 31. Coûts du bilan préopératoire pour l'établissement.

Bilan Financier du bilan préopératoire d'un patient pour l'établissement	Chiffres en euros	
Coût du bilan préopératoire (euros)	Consultation chirurgicale	41,30
	Consultation anesthésique	41,30
	Radiographie poignet	19
Recettes créées par le bilan préopératoire (euros)	Consultation chirurgicale	28
	Consultation anesthésique	28
	Radiographie poignet	19,95
Solde	- 25,65 euros	

Tableau 32. Solde du bilan préopératoire par patient pour l'établissement (Centre Chirurgical Emile Gallé).

2.2.2. Coûts liés à l'hospitalisation

Le coût pour la sécurité sociale était pour chaque patient dépendant du GHM comme nous l'avons vu précédemment. Le titre du GHM était « Interventions sur le poignet ». Concernant les patients opérés avant la réforme T2A (groupe « Agrafes »), nous avons recalculé un GHS par patient sur le modèle actuel. Nous avons considéré les tarifs des GHS de 2011 pour les 2 groupes (tableau 33). L'influence des comorbidités sur les GHS n'a pas été prise en compte afin d'augmenter la comparabilité économique des 2 groupes.

Pour chaque patient, les interventions complémentaires (reprise chirurgicale pour complications ou ablation de matériel) ont également été incluses dans le calcul des coûts (GHS et DMI).

GHS	Tarif 2011
Interventions sur le poignet, niveau 1. (arthrodèse partielle, cure de pseudarthrodèse, arthrodèse totale, etc.)	2039,91 euros
Résections osseuses localisées et/ou ablation de matériel de fixation interne au niveau d'une localisation autre que la hanche et le fémur, niveau 1 (ablation d'agrafes ou de plaque ou vis)	1408,55 euros
Ablation de matériel avec acte non classant, niveau 1 (ablation de broches)	956,04 euros

Tableau 33. Intitulés des GHS concernés et tarifs 2011.

Afin de vérifier notre hypothèse économique, c'est à dire que le surcoût lié à la pose d'une plaque Fusion® est au moins compensé par l'économie réalisée sur les coûts post opératoires, les coûts liés à l'hospitalisation pour la Sécurité Sociale ont été calculés sans et avec les DMI (tableau 34). Le calcul intégrant le coût des DMI nous a ainsi permis d'envisager les dépenses de Sécurité Sociale telles qu'elles l'auraient été si les DMI avaient été intégralement pris en charge comme dans les établissements privés à but lucratif et de calculer un ratio coût/efficacité du dispositif.

DMI	Tarifs
1 Plaque Aptus Hand Four Corner Fusion®	451 euros TTC
1 Vis non bloquée Aptus Hand ®	17 euros TTC
1 Vis bloquée Aptus Hand®	30 euros TTC
1 agrafe chaude monocorticale Arex®	122 euros TTC
1 agrafe quadripode Arex®	218 euros TTC
1 broche de Kirschner	3 euros TTC
1 plaque LCP Synthes® arthrodèse totale	291 euros TTC

Tableau 34. DMI utilisés et tarifs associés.

Nous avons également calculé le coût lié à l'hospitalisation pour notre établissement en se basant sur les chiffres fournis par notre direction économique sur un mode de comptabilité

analytique par service (tableau 35). Ce coût a ainsi pu être déterminé pour chaque patient.

L'unité d'œuvre choisie pour exprimer le coût des différents secteurs de dépense était la journée d'hospitalisation ou le séjour en divisant le coût annuel du secteur par le nombre totale de journée d'hospitalisation sur un an. Par exemple, le coût d'une journée d'hospitalisation en secteur de chirurgie comprenant les salaires des personnels médicaux et paramédicaux et le matériel de soins était de $6\,344\,500$ euros (coût annuel en 2011) / 25378 (nombre de journées d'hospitalisation en 2011) = 250 euros.

Pour le calcul du coût du bloc opératoire, la dépense annuelle hors DMI a été prise en compte et divisée par le nombre d'heures d'ouvertures de salles sur une année (en additionnant toutes les salles) soit $4\,569\,519 / 11734,75 = 389,40$ euros par heure d'ouverture de salle. Pour chaque patient, le temps d'occupation de la salle opératoire a été relevé et le coût de l'occupation de salle a pu ainsi être calculé pour chaque patient.

Concernant le coût de l'anesthésie et de la salle de réveil, le coût annuel total a été divisé par le nombre de patients pris en charge, le coût par patient opéré a pu ainsi être évalué à 306 euros.

Notre centre chirurgical accueillant également des interventions d'orthopédie, les coûts du bloc opératoire et de la salle de réveil peuvent avoir été surestimés devant l'impossibilité de séparer les coûts des 2 spécialités. En effet, un patient pris en charge pour pose d'une prothèse de hanche nécessitait du personnel supplémentaire en salle d'opération, une anesthésie générale et une prise en charge prolongée en salle de réveil, sources de surcoût.

Le coût de stérilisation du matériel étant de 778 euros au mètre cube, le volume des boîtes utilisées pour la réalisation d'arthrodèse des 4 os, de cure de pseudarthrodèse ou d'arthrodèse totale a été calculé (coût de stérilisation de 61 euros) mais aussi pour la réalisation d'ablation du matériel (coût de stérilisation de 21 euros).

Secteur de dépense	Tarif 2011 par unité d'œuvre (euros)
Hospitalisation (salaires médicaux et paramédicaux, matériel de soins)	250 euros / jour
Restauration (petit déjeuner et 2 repas)	20,20 euros / jour
Blanchisserie	12,94 euros / jour
Services hôteliers	65,95 euros / jour
Brancardage	25,40 euros / séjour
Entretien	59,11 euros / jour
Service informatique	11,16 euros / jour
Département d'Informatique Médicale	21,90 euros / séjour
Accueil et gestion des patients	11,40 euros / séjour
Services administratifs	55,95 euros / jour
Charges générales	11,56 euros / jour
Pharmacie (hors DMI)	27,30 euros / jour
Stérilisation boîtes (arthrodèse des 4 os, cure de pseudarthrodèse, arthrodèse totale)	61 euros / intervention
Stérilisation boîtes (ablation de matériel)	21 euros / intervention
Biomédical	7,89 euros / jour
Hygiène	3,77 euros / jour
Bloc opératoire (hors DMI)	389,40 euros / heure d'ouverture de salle
Anesthésie, salle de réveil	306 euros / intervention

Tableau 35. Différents postes de dépenses pour le Centre chirurgicale Emile Gallé lors de la prise en charge hospitalière des arthrodèses des 4 os.

2.2.3. Coûts Post opératoires

Le nombre de consultations et radiographies postopératoires a été recherché dans le dossier de chaque patient, les coûts pour la sécurité sociale et pour l'établissement ayant été calculés sur le même modèle qu'en préopératoire. La première consultation comportait une réfection de pansement voire ablation des fils, comportant une rémunération complémentaire pour

l'établissement de 6,30 euros (2 AMI).

Pour chaque patient, la réalisation d'orthèse ou de résine à la sortie de l'hospitalisation ou en consultation a été recherchée. En cas de réalisation d'une résine, les coûts pour l'établissement étaient déjà intégrés aux frais fonctionnement du service (cf. coûts liés à l'hospitalisation) ou de la consultation chirurgicale. En cas de réalisation d'une orthèse, l'établissement fournissait un pourcentage de l'acte perçu (65%) à l'Institut Régional de Réadaptation dans le cadre d'un partenariat, en l'échange de la mise au disposition des personnels de kinésithérapie et ergothérapie. Le tableau 36 représente les coûts postopératoires pour l'établissement.

Modes de Dépenses postopératoires pour l'établissement	Coûts postopératoires pour l'établissement (euros)	Recettes postopératoires pour l'établissement (euros)
1 Consultation chirurgicale	41,30	28
1 Consultation chirurgicale avec pansement	45,20	34,30
1 Radiographie de poignet	19,00	19,95
1 orthèse	16,40 (65%)	25,23

Tableau 36. Coûts et recettes de la prise en charge postopératoire pour l'établissement.

Dans les 2 cas, l'acte étaient le suivant : « Confection d'un appareil rigide d'immobilisation de l'avant-bras, du poignet et/ou de la main ne prenant pas le coude » et était valorisé 25,23 euros (remboursé à 70% par la sécurité sociale, 100% en cas d'AT-MP ou invalidité).

Pour chaque patient, une évaluation du coût en antalgiques a été effectuée. Celle-ci était basée sur les déclarations du patient et donc source de biais. Seuls les antalgiques de palier 2 ont été comptabilisés devant la difficulté à évaluer les consommations en antalgiques de palier 1 (non nécessairement prescrits). Pour chaque patient, on estimait la durée de prise pluriquotidienne d'antalgiques de palier 2 en semaines ou en mois en postopératoire. Arbitrairement, l'IXPRIM® a été choisi comme base au calcul des coûts. En effet, il s'agissait du médicament prescrit le plus majoritairement dans le groupe « plaque Fusion® » (plus de 80% des patients) et les patients du groupe « Agrafes » se remémoraient rarement le nom de l'antalgique prescrit du fait du recul important. D'autre part, le choix d'un seul médicament

permettait d'augmenter la comparabilité des patients en évitant les écarts de dépenses liés à la prescription d'antalgiques plus coûteux. Le tarif de la boîte de 20 Ixprim® était de 5,86 euros, remboursée à 65% par la sécurité sociale (100% pour AT-MP et invalidité). Une observance correcte impliquait une prescription de 6 boîtes par mois soit 35,16 euros (22,85 euros pour la sécurité sociale). En cas de reprise chirurgicale, la prise d'antalgiques a de nouveau été incluse dans les coûts. En cas d'absence d'information sur la consommation d'antalgique, c'est la durée moyenne de prise pluriquotidienne des patients du même groupe qui a été prise en compte.

De même, la réalisation de pansements par une infirmière à domicile a été recherchée. Pour les patients chez qui une résine avait été réalisée, le pansement n'a pas été refait à domicile, alors que pour les patients porteurs d'une orthèse celui-ci était réalisé tous les 2 jours (soit 5 fois par patients). En cas de reprise chirurgicale, les coûts liés au pansement ont à nouveau été inclus. Le coût d'un pansement par une infirmière à domicile, déterminé par la NGAP, était de 2 AMI (3,15 euros par AMI) et 1 Indemnité Forfaitaire de Déplacement (IFD) de 2,50 euros soit 8,80 euros le pansement ou l'ablation de fils, le taux de remboursement de la sécurité sociale était de 60% soit 5,28 euros le pansement (sauf AT-MP et invalidité 100%). Le matériel nécessaire pour la réalisation de 5 pansements comprenait 1 boîte de 10 pansements secs (4,11 euros, remboursés à 60% soit 2,47), 3 boîtes de 10 compresses stériles (4,32 euros les 3 boîtes, remboursées à 60% soit 2,59 euros) et 1 flacon d'antiseptique (Biseptine® 200mL, 3,81 euros, remboursé à 30% soit 1,14 euros).

Le nombre de séances de rééducation post opératoire en cabinet de kinésithérapie libérale a également été recherché sur une base déclarative. Le coût d'une séance (« rééducation d'un membre et de sa racine »), déterminé par la NGAP, était de 7,5 AMS (7,5* 2,15 euros soit 16,12 euros remboursés à 60% soit 9,8 euros). En cas d'absence d'information sur le nombre de séance de kinésithérapie réalisé, c'est le nombre moyen de séance réalisée par les patients du même groupe qui a été pris en compte pour le calcul.

Les transports professionnels prescrits et remboursés uniquement dans le cadre d'un accident de travail ou maladie professionnelle ou d'une hospitalisation ont été recherchés sur une base déclarative. Les éventuels transports préopératoires et lors de l'hospitalisation ont été intégrés à ce niveau pour faciliter les calculs. En effet, il s'agit de calculs complexes dépendant de la distance entre le domicile du patient et l'établissement. Un trajet (aller simple) correspondait à un forfait moyen de 11,78 euros (Forfait moyen département de Meurthe et Moselle, Moselle,

Vosges, Meuse) comprenant 3 km auquel venait s'ajouter une indemnité kilométrique de 0,83 euros. En cas de trajet court, une valorisation était ajoutée (3,90 euros si < 7km, 3,12 euros si <10 km, 1,50 euros si <15 km). Le coût des trajets déclarés par les patients a ainsi pu être évalué, tous ayant finalement été réalisés dans des conditions de remboursement à 100% (AT-MP).

Exemple : un patient en AT a déclaré être venu à chaque consultation et le jour de l'hospitalisation en VSL, représentant 12 trajets (6 allers retours). Il habitait à 74 km de l'établissement. 1 aller coûtait donc 11,78 euros + $(74-3\text{km}) \times 0,83$ euros = 70,71 euros, le total des trajets coûtant 848,52 euros à la sécurité sociale (pris en charge à 100%).

Enfin, la majeure partie des coûts postopératoires était représentée par les indemnités journalières des patients actifs. Il s'est avéré impossible de collecter avec précision les indemnités journalières reçues par chaque patient en arrêt de travail en postopératoire et nous avons du procéder à une approximation de celles-ci.

Pour chaque patient, a été collectée la durée d'arrêt de travail en mois ou en jours sur une base déclarative en reprenant le plus souvent les déclarations d'arrêt de travail réalisées par les médecins. D'éventuels délais de carence ont été appliqués (la plupart du temps 3 jours, sauf AT-MP, absence de délai de carence). En cas de reprise chirurgicale, la durée d'arrêt de travail complémentaire était également intégrée au calcul. Le nombre d'IJ (Indemnités journalières) reçues par chaque patient a ainsi été comptabilisé. N'ayant pu avoir accès au montant réel d'IJ pour chaque patient (données personnelles liées au revenu), le calcul a été réalisé à partir d'un chiffre moyen d'IJ pour chaque régime de sécurité sociale (en fonction d'une prise en charge en maladie ou en AT-MP). Ces chiffres ont été obtenus à partir du Rapport des comptes de la sécurité sociale établi par la commission des comptes de la sécurité sociale sur les résultats 2011 [4] et du Rapport de la Cour Des Comptes sur l'application des Lois de Financement de la Sécurité Sociale [5] avec la participation de la Caisse Nationale D'Assurance Maladie des Travailleurs Salariés, du Régime Social des Indépendants, de la Mutualité Sociale Agricole et grâce au site internet de l'Assurance Maladie (www.ameli.fr). Ces chiffres moyens d'IJ pour chaque situation sont représentés dans le tableau 37.

Régime de Sécurité Sociale	Valeur d'une Indemnité journalière (euros)	
Régime Général	Maladie (50% salaire brut moyen)	31,37
	AT-MP avant 28 jours d'arrêt (60% salaire brut moyen)	37,12
	AT-MP après 28 jours d'arrêt (80% salaire brut moyen)	49,50
MSA	Maladie (50% salaire brut moyen)	41,80
	AT-MP avant 28 jours d'arrêt (60% salaire brut moyen)	49,47
	AT-MP après 28 jours d'arrêt (80% salaire brut moyen)	65,96
RSI	Maladie (50% salaire brut moyen)	26,83

Tableau 37. Indemnités journalières moyennes perçues pour chaque régime en fonction de la situation de prise en charge.

Les indemnités journalières versées pour reprise du travail à temps partiel ont également été prises en compte. 3 patients ont pu reprendre le travail à 50% du temps prévu par leur contrat entraînant un versement d'indemnités compensatrices par la Sécurité Sociale, ce chiffre correspondant à 50% du salaire brut du patient. Le salaire moyen déclaré pour chaque régime a là-encore été pris en compte pour le calcul (tableau 38).

Régime de Sécurité Sociale	Indemnité journalière compensatrice pour travail à temps partiel (50% salaire brut moyen)
RG	31,37 euros
MSA	41,80 euros
RSI	26,83 euros

Tableau 38. Indemnités compensatrices pour reprise du travail à temps partiel.

Le tableau 39 rassemble l'ensemble des coûts postopératoires à partir de l'exemple d'un patient de l'étude. Il s'agit de Mr L. patient actif, travailleur manuel lourd, pris en charge dans

le cadre d'un accident de travail (Régime général), opéré une première fois pour arthrode de des 4 os par plaque Fusion, ayant repris le travail au bout de 5,5 mois d'arrêt (167 IJ) après avoir été réopéré pour ablation d'une vis faisant effraction dans l'articulation pisotriquétrale. Il a été immobilisé dans une résine puis une orthèse, a bénéficié de 5 pansements à domicile (deuxième intervention), a réalisé 20 séances de kinésithérapie. Il a déclaré avoir pris des antalgiques de palier 2 de manière pluriquotidienne pendant deux mois. 7 consultations postopératoires et radiographies postopératoires ont été réalisées. Enfin, 18 trajets simples ont fait l'objet d'une prescription de transport (VSL), le patient habitant à 120 km du centre chirurgical.

Dépenses post opératoire	Nombre	Coût pour l'établissement (euros)	Coût total (euros)= coût pour la Sécurité Sociale (100% AT)
Consultations	7	289,10	202
Radiographies	7	133	140
Résine/orthèse	2	16,25	50
Pansements IDE	5		44
Matériel pansement	1		12
Antalgiques (boîtes)	12		70
Séances kinésithérapie	20		322
Indemnités journalières	167 (28+ 139)		7920
Transports VSL	18		1960
Coût total postopératoire		438,35 euros	10720 euros

Tableau 39. Dépenses totales mobilisées lors de la prise en charge postopératoire, exemple d'un patient de la série. Du fait d'une prise en charge à 100% pour AT-MP dans cet exemple, ces dépenses totales correspondent au coût total pour la Sécurité Sociale.

2.2.4. Exemple final de Mr L.

Le tableau 40 reprend l'exemple de Mr L. et des coûts engendrés à chaque période de sa prise en charge (préopératoire, hospitalisation, postopératoire) pour l'établissement et pour la sécurité sociale (Mr L. étant pris en charge à 100%). Le solde final pour l'établissement apparaît dans le tableau 41. Ce dernier était négatif, on s'apercevait par ailleurs que ce solde aurait été proche de zéro si la Sécurité Sociale avait supporté le coût du DMI comme pour les établissements privés à but lucratif.

	Coût pour établissement (euros)	Coût pour la Sécurité Sociale (euros)
Dépenses préopératoires	101,60	111
Dépenses Hospitalisation	4182,32	2039,91 + 1408,55*
Dépenses postopératoires	438,35	10720
TOTAL des dépenses	4936,44	14279,46

Tableau 40. Exemple du coût total de la prise en charge de Mr L. pour la Sécurité Sociale et pour l'établissement. * GHS des 2 séjours (arthrodèse et ablation de matériel).

Bilan financier pour le Centre Chirurgical Emile Gallé	Chiffres (euros)
Dépenses préopératoires	101,60
Dépenses Hospitalisation	4162,85
Dépenses postopératoires	438,35
TOTAL Dépenses	4702,80 euros
Recettes préopératoires	76
Recettes Hospitalisation	2039,91 + 1408,55
Recettes postopératoires	392
TOTAL Recettes	3916,46 euros
SOLDE FINAL	- 786,34 euros

Tableau 41. Exemple du bilan financier de la prise en charge de Mr L. pour le Centre chirurgical Emile Gallé.

2.2.5. Analyse statistique.

L'analyse statistique et l'interprétation des résultats ont été réalisées conjointement avec Madame Kossar Hosseini, économiste de la santé du Service d'Epidémiologie et Evaluation Cliniques du CHU de Nancy et Madame le Docteur Michèle De Gasperi, responsable du Département d'Informatique Médicale du SINCAL à l'aide des logiciels STATVIEW® et SAS®.

Le test t de Student a été utilisé pour comparer les moyennes des coûts entre les deux groupes (« Agrafes » versus « Plaque Fusion® ») avec un risque alpha de 5% ($p=0,05$).

Le Ratio Coût-Efficacité (RCE) de l'utilisation d'une plaque Fusion® a également été calculé. L'analyse coût-efficacité est une technique d'aide au jugement basée sur la comparaison de plusieurs interventions en termes d'effet obtenu et de coût de mise en œuvre. Elle permet d'évaluer l'efficacité d'un programme en reportant les dépenses engagées aux résultats obtenus. Elle répond à des questions du type « en avons-nous pour notre argent ? » en comparant des ratios de coût par unité de résultat, par exemple : coût par emploi créé, coût par vie sauvée, etc.

Ce type d'analyse exige de définir au préalable, le critère d'efficacité pour comparer les stratégies, et le point de vue (ou perspective) pour le calcul et la prise en compte des coûts. Dans notre cas, l'efficacité recherchée et obtenue était une reprise plus rapide des activités évaluée objectivement par la recherche d'une diminution des Indemnités Journalières (IJ). L'unité d'efficacité choisie ici était donc l'indemnité journalière puisque la principale différence entre les deux modes de fixation des arthrodeses était la durée d'arrêt de travail, le point de vue étant celui de la Sécurité Sociale. Ce ratio permettait ainsi de comparer les deux moyens de fixation selon un critère d'efficacité, l'idéal étant d'obtenir un traitement moins cher et plus efficace. Pour l'analyse de sensibilité du RCE, c'est à dire la vérification de la robustesse du résultat, un rééchantillonnage multiple de type Bootstrap a été réalisé afin de s'affranchir d'une distribution des coûts ne répondant pas à la « loi normale » comme nous le verrons dans les résultats (écart-types élevés).

3. RÉSULTATS.

3.1. Analyse comparative des coûts moyens dans les 2 groupes (Plaque Fusion® vs Agrafes).

3.1.1. Coûts préopératoires.

3.1.1.1. Sécurité Sociale.

Le coût moyen du bilan préopératoire pour la Sécurité Sociale était comparable entre les deux groupes (tableau 42). La différence était liée à la différence de prise en charge des patients en accident de travail (remboursés à 100%) qui étaient légèrement plus nombreux dans le groupe « plaque Fusion® ».

	Plaque Fusion®	Agrafes	p
Coûts moyens préopératoires Sécurité Sociale (euros)	90,16	82,82	0,051

Tableau 42. Coûts moyens préopératoires pour la Sécurité Sociale, comparaison des 2 groupes.

3.1.1.2. Etablissement.

Le coût moyen du bilan préopératoire pour l'établissement ayant été le même pour tous les patients, ce dernier était identique dans les 2 groupes. Les recettes pour l'établissement étaient également comparables dans les 2 groupes (tableau 43).

	Plaque Fusion®	Agrafes
Coûts moyens préopératoires Etablissement (euros)	101,60	101,60
Recettes préopératoires moyennes (euros)	76	76

Tableau 43. Coûts et recettes préopératoires pour l'établissement, comparaison des 2 groupes.

3.1.2. Coûts liés à l'hospitalisation.

3.1.2.1. Sécurité Sociale.

Les coûts moyens liés à l'hospitalisation pour la Sécurité Sociale étaient significativement moins élevés pour le groupe « plaque Fusion® » par rapport au groupe « Agrafes » en raison des interventions complémentaires plus nombreuses dans le groupe « Agrafes » (ablation de matériel, cure de pseudarthrodèse, etc.). Cette différence s'estompait, mais restait significative si on intégrait les DMI dans les coûts comme pour les établissements privés à but lucratif (tableau 44).

	Plaque Fusion®	Agrafes	p
Coûts moyens liés à l'hospitalisation <u>hors</u> DMI pour la Sécurité Sociale (euros)	2328,19	2992,53	0,0003
Coûts moyens liés à l'hospitalisation <u>avec</u> DMI pour la Sécurité Sociale (euros)*	2998,42	3421,14	0,034

Tableau 44. Coûts moyens liés à l'hospitalisation pour la Sécurité Sociale, comparaison des 2 groupes. * situation des Hôpitaux privés à but lucratif.

3.1.2.2. Etablissement.

Les coûts moyens liés à l'hospitalisation pour l'établissement étaient significativement moins élevés pour le groupe « plaque Fusion® » par rapport au groupe « Agrafes » là-encore en raison des réinterventions plus fréquentes dans le groupe « Agrafes ». Cette différence se majorait si on retirait les coûts liés au DMI comme dans les établissements privés à but lucratif où ils sont pris en charge par la Sécurité Sociale (tableau 45). Les recettes moyennes liées à l'hospitalisation, pour l'établissement, apparaissent également dans le tableau 45, elles étaient significativement moins élevées pour le groupe « plaque Fusion® ».

	Plaque Fusion®	Agrafes	p
Coûts moyens liés à l'hospitalisation <u>avec</u> DMI pour l'établissement (euros)	2946,47	3585,84	0,0038
Coûts moyens liés à l'hospitalisation <u>sans</u> DMI pour l'établissement (euros)*	2276,25	3157,24	0,0002
Recettes moyennes liés à l'hospitalisation pour l'établissement (euros)	2328,19	2992,53	0,0003

**Tableau 45. Coûts moyens liés à l'hospitalisation pour l'établissement, comparaison des 2 groupes.*
situation des Hôpitaux privés à but lucratif.**

3.1.2.3. DMI.

Le coût moyen lié aux DMI a été individualisé. Ce dernier était significativement moins élevé pour le groupe « Agrafes » (tableau 46).

	Plaque Fusion®	Agrafes	p
Coût moyen DMI (hors reprise chirurgicale)	649,45	370,88	<0,0001
Coût moyen DMI incluant reprises chirurgicales	670,22	428,6	<0,0001

Tableau 46. Coûts moyens liés aux DMI, comparaison des 2 groupes.

3.1.3. Coûts postopératoires.

3.1.3.1. Sécurité Sociale.

Les coûts moyens pour la Sécurité Sociale étaient plus élevés dans le groupe « Agrafes » (tableau 47). Cette différence était liée en majorité aux indemnités journalières moyennes versées qui étaient plus élevées au sein du groupe « Agrafes ». Ces différences bien qu'importantes entre les deux groupes n'étaient pas significatives, en raison d'un écart type élevé pour ces 2 données au sein des deux groupes.

	Plaque Fusion®	Agrafes	p
Coûts moyens postopératoires pour la Sécurité Sociale (euros)	5080	7275,34	0,2578
Indemnités journalières moyennes versées par la Sécurité Sociale*	4151,50	6447,03	0,1090

Tableau 47. Coûts moyens postopératoires pour la Sécurité Sociale, comparaison des 2 groupes. *y
compris les indemnités versées pour compensation de travail à temps partiel.

3.1.3.2. Etablissement.

Les coûts moyens postopératoires pour l'établissement étaient comparables dans les 2 groupes (tableau 48). Les recettes moyennes postopératoires étaient également comparables entre les 2 groupes.

	Plaque Fusion®	Agrafes	p
Coûts moyens postopératoires pour l'établissement (euros)	274,81	270,89	0,8613
Recettes moyennes postopératoires pour l'établissement (euros)	253,81	255	0,9516

Tableau 48. Coûts moyens et recettes moyennes postopératoires pour l'établissement, comparaison des 2 groupes.

3.1.4. Coûts globaux.

3.1.4.1. Sécurité Sociale.

Le coût global moyen de prise en charge par la Sécurité Sociale d'une arthrodèse des 4 os par plaque Fusion® était moins élevé par rapport à une arthrodèse par agrafes. Les coûts moyens, sans remboursement des DMI (comme actuellement pour les établissements publics de santé) et avec remboursement des DMI (comme pour les établissements privés à but lucratifs), sont représentés dans le tableau 49. L'influence de l'exercice d'une activité professionnelle rémunérée sur ces chiffres a également été recherchée. Il apparaissait que la différence de coût pour la Sécurité Sociale entre les 2 groupes s'amplifiait lorsqu'on ne considérait que les

patients en activité. Cependant, chez les patients sans emploi, le coût global moyen pour la Sécurité Sociale était moins élevé pour le groupe « Agrafes ». On notait que là-encore les différences n'étaient pas significatives, probablement en raison du manque d'effectif et d'une distribution des coûts non normale.

	Plaque Fusion®		Agrafes		p	
	En activité (n=20)	Sans emploi (n=11)	En activité (n=24)	Sans emploi (n=11)	En activité	Sans emploi
Coûts globaux moyens <u>hors</u> remboursement des DMI pour la Sécurité Sociale (euros)	7498,36		10350,71		0,1504	
	9725,83	3448,40	13545,79	3379,62	0,1404	0,8753
Coûts globaux moyens <u>avec</u> remboursement des DMI pour la Sécurité Sociale (euros)*	8168,58		10779,31		0,1929	
	10380,48	4146,94	14030,08	3686,71	0,1636	0,3311

Tableau 49. Coûts globaux moyens pour la Sécurité Sociale, comparaison des 2 groupes. * situation des Hôpitaux privés à but lucratif.

3.1.4.2. Etablissement.

Les coûts globaux moyens (avec DMI) pour l'établissement étaient significativement moins élevés pour le groupe « plaque Fusion® » que pour le groupe « Agrafes » (tableau 50). La différence s'accroissait lorsqu'on retirait le coût des DMI à l'établissement comme pour les établissements privés à but lucratif. Les recettes globales moyennes pour l'établissement étaient cependant également plus élevées pour le groupe « Agrafes ». Concernant le bilan financier final, le solde final moyen était négatif pour les 2 groupes lorsque le coût des DMI était imputé à l'établissement, la perte ayant été légèrement moins importante pour l'établissement avec le groupe « Agrafes ». En ayant imputé la prise en charge des DMI à la Sécurité Sociale, le solde moyen devenait tout juste positif pour le groupe « Plaque Fusion® » et la différence devenait alors significative avec le groupe « Agrafes ».

	Plaque Fusion®	Agrafes	p
Coûts globaux moyens avec DMI pour l'établissement (euros)	3322,88	3958,33	0,0064
Coûts globaux moyens hors DMI pour l'établissement* (euros)	2652,66	3529,73	<0,0001
Recettes globales moyennes pour l'établissement (euros)	2658	3323,54	0,0006
Solde final moyen pour l'établissement (avec DMI)	-664,88	-634,80	0,7393
Solde final moyen pour l'établissement* (sans DMI)	+5,34	-206,19	0,0087

Tableau 50. Coûts globaux moyens et recettes globales moyennes pour l'établissement, comparaison des 2 groupes. * situation des Hôpitaux privés à but lucratif.

3.2. Ratio Coût Efficacité de la plaque Fusion®.

Nous avons montré que le nombre moyen d'IJ par poignet opéré était de 175,1 dans le groupe « Agrafes » contre 88,1 dans le groupe « plaque Fusion® » (p = 0,0279). Donc la nouvelle stratégie « plaque Fusion® » permet de diminuer de 87 jours le nombre moyen d'IJ.

Le RCE correspondait ici au coût engagé par Indemnité Journalière gagnée en cas de ratio négatif ou au coût économisé par IJ gagnée en cas de résultat positif.

Le calcul était le suivant (SS = Sécurité Sociale):

$$RCE = \frac{\text{Coût global moyen SS "plaque Fusion"} - \text{Coût global moyen SS "Agrafes"}}{\text{IJ moyennes "plaque Fusion"} - \text{IJ moyennes "Agrafes"}}$$

Ce ratio a été calculé du point de vue de la Sécurité Sociale pour les coûts globaux moyens avec et sans prise en charge du DMI.

Afin de nous assurer de la robustesse du résultat obtenu par le RCE, nous avons pratiqué une analyse de sensibilité du RCE en réalisant un rééchantillonnage multiple (méthode dite de « bootstrap » avec 500 tirages aléatoires) des coûts moyens afin de s'affranchir de l'absence

de distribution normale des coûts dans les deux populations « plaque Fusion® » et « Agrafes ». Le principe du rééchantillonnage était d'obtenir un nouvel échantillon par tirage aléatoire au sein de l'échantillon initial afin de recalculer les statistiques recherchées. En répétant cette étape un grand nombre de fois (ici, 500 fois), on a pu obtenir une distribution empirique de la statistique étudiée. Ainsi, on obtenait l'écart-type et un intervalle de confiance associé à n'importe quelle statistique en utilisant du rééchantillonnage sans aucune hypothèse de distribution.

Ce rééchantillonnage à partir de l'échantillon initial a permis de calculer de nouveaux coûts globaux moyens pour la Sécurité Sociale (avec et sans DMI) avec leur intervalle de confiance à 95%, au sein des deux groupes (tableau 51).

	Plaque Fusion®	Agrafes
Coûts globaux moyens <u>hors</u> remboursement des DMI pour la Sécurité Sociale (euros [5-95%*])	7499,46 [5840,60 – 9234,69]	10369,31 [7869,77 – 13216,61]
Coûts globaux moyens <u>avec</u> remboursement des DMI pour la Sécurité Sociale (euros [5-95%*])	8168,77 [6516,15 - 9918,54]	10797,34 [8258,24 – 13679,21]

Tableau 51. Coûts globaux moyens pour la Sécurité Sociale, comparaison des 2 groupes après rééchantillonnage par bootstrap. * Valeur des 5^{ème} et 95^{ème} percentiles.

Les valeurs des RCE de la plaque Fusion calculées sur les coûts moyens initiaux et après bootstrap sont présentées dans le tableau 52. Dans le cas de la plaque Fusion®, les résultats étaient positifs pour les coûts initiaux et recalculés, même pour les 5^{ème} et 95^{ème} percentiles ce qui vérifiait la robustesse du résultat et compensait le manque de puissance créé par la faiblesse de l'effectif et l'absence de distribution normale des coûts. Ils représentaient donc l'économie en euro réalisée par la Sécurité Sociale pour gagner une IJ. Autrement dit, la Sécurité Sociale n'avait pas besoin d'engager des coûts pour être plus efficace, au contraire elle aurait même fait des économies en remboursant intégralement le DMI.

Ratios CE	Sans prise en charge du DMI	Avec prise en charge du DMI
Ratio CE calculé sur échantillon initial*	32,78	30
Ratio CE calculé sur moyennes après bootstrap*	32,98	30,21
Ratio CE calculé sur le 5^{ème} percentile moyen après bootstrap*	23,32	20,02
Ratio CE calculé sur le 95^{ème} percentile moyen après bootstrap*	45,76	43,22

Tableau 52. Ratio Coût – Efficacité de la plaque Fusion. *Résultats en euros économisés par la Sécurité Sociale pour gagner une IJ.

La figure 71 représente la position de la nouvelle technique « plaque Fusion® » comparée à la référence « Agrafes » et permet d’interpréter l’acceptabilité de cette nouvelle technique. Dans le cadre de notre étude et au vu de l’avantage en terme d’efficacité apporté par la plaque Fusion®, l’analyse médico-économique se limitait aux deux quadrants de droite.

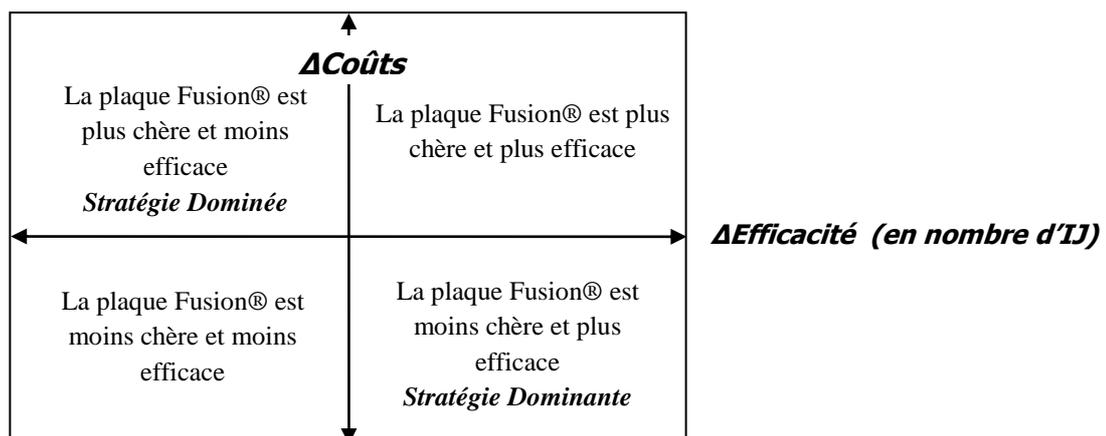


Figure 71. Comparaison de la nouvelle technique à la technique de référence.

La figure 72 montre la répartition des différents ratios CE calculés. Ils se situaient tous du côté « rentable » du graphique pour la Sécurité Sociale. Le choix de la Plaque Fusion® était donc défini comme idéal en matière d’efficacité clinique et économique.

Ratio Coût Efficacité Plaque Fusion

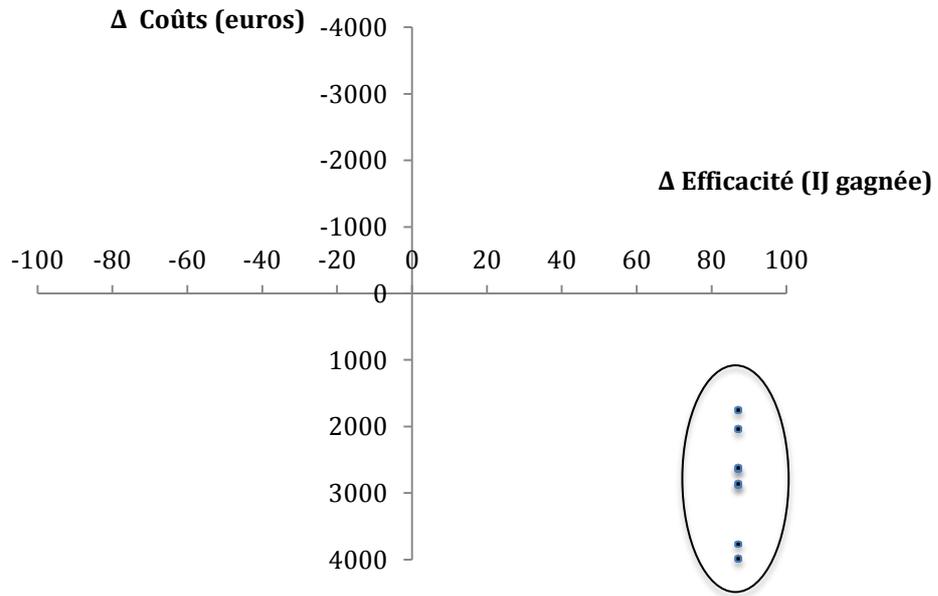


Figure 72. Répartition des ratios CE de la plaque Fusion.

QUATRIEME PARTIE :
DISCUSSION.

1. CADRE DE LA DISCUSSION

L'historique et les évolutions techniques de l'arthrodèse des 4 os dans la littérature ont été abordés en 1^{ère} partie de ce travail.

L'objectif de cette étude était de déterminer le bienfondé de l'utilisation d'une plaque verrouillée dorsale comme moyen de fixation dans l'arthrodèse des 4 os. Les premières études publiées sur les résultats de ces plaques ne montraient a priori pas de meilleurs résultats cliniques que les moyens de fixation traditionnels, aucune n'était cependant comparative [1 ; 2 ; 3 ; 4]. De plus, 2 de ces séries [1 ; 2] étaient grevées de conflits d'intérêt. Enfin, elles concernaient toutes le même implant XPODE®.

Notre étude concernait une autre plaque verrouillée de la société MEDARTIS®, l'Aptus Fusion®, que nous avons choisie devant une plus grande modularité de fixation des 4 os grâce à ces 2 rangées de vis ; de plus, ces 2 rangées étant situées dans deux plans de l'espace différents, elles offrent à notre avis une stabilité primaire supérieure, tout comme sa composition en titane. Nous n'avons pas de conflit d'intérêt à déclarer concernant cette étude.

Nous avons souhaité comparer nos résultats cliniques à une cohorte de patients déjà évaluée au sein du service par un autre examinateur selon les mêmes modalités. Cette évaluation bi examinateur des 2 groupes constitue un biais qui doit être pris en compte dans la discussion des résultats et qui altère la comparabilité des groupes mais elle ne concerne que des mesures objectives mesurables. De plus, une grande partie des données nécessaires à l'étude économique ont fait l'objet d'un rappel téléphonique des patients (antalgiques, séances de kinésithérapie, arrêt de travail, transports, etc.) ou ont fait l'objet d'une nouvelle étude du dossier. L'absence de comparabilité du recul moyen à la révision entre les 2 groupes constitue également une des limites de cette étude, l'apparition récente de ces plaques en est la raison principale, ainsi que l'arrêt rapide de l'utilisation des agrafes par notre équipe chirurgicale devant une satisfaction immédiate procurée par ce nouveau moyen de fixation. Enfin, le caractère rétrospectif de cette analyse altère la puissance de l'étude mais nous n'avons pas pu disposer de l'ensemble des données préopératoires.

Ce groupe de comparaison était nécessaire à notre étude car les résultats cliniques des plaques verrouillées n'étant a priori pas supérieurs à terme au vu des précédentes études publiées, le seul avantage semblait être une immobilisation plus courte et un retour plus rapide aux

activités par rapport aux moyens de fixation traditionnels. Compte tenu du tarif de ces plaques verrouillées, considéré comme prohibitif par de nombreux chirurgiens de la main, une étude de coûts rétrospective nous a semblé impérative dans l'élaboration de notre discussion. La seule possibilité d'effectuer une étude de coûts comparative était de disposer d'un groupe de comparaison dont l'arthrodèse avait été fixée par des agrafes, principal mode de fixation de nos arthrodèses avant l'utilisation de cette plaque.

Nous aborderons d'abord l'intérêt clinique de la plaque verrouillée Fusion® par rapport au groupe de comparaison de notre étude et par rapport aux résultats de la littérature. Devant le nombre important de séries publiées dans la littérature, nous avons limité la comparaison aux séries les plus importantes en terme d'effectif : Ashmead et al. (broches, série historique de Watson) [5], Bain et al. (agrafes) [6], Vance et al. (broches, agrafes, vis) [7], Rhee et al. (plaque verrouillée) [1], Luegmair et al. (plaque verrouillée) [2], Tchurukdichian et al. (plaque verrouillée) [3], Roux et al. (plaque verrouillée) [4], Ozyurekoglu et al. (vis à compression) [8], Espinoza et al. (plaque rectangulaire dorsale) [9]. Les séries relatant les résultats des plaques non verrouillées n'ont pas été pris en compte devant l'extrême hétérogénéité des résultats, la fréquence des complications (pseudarthrodèse) et l'absence de supériorité déjà démontrée dans la littérature (cf. 1^{ère} partie).

Nous aborderons ensuite l'intérêt économique de la plaque verrouillée Fusion® par rapport au groupe de comparaison de notre étude. Nous tenterons de déterminer ainsi les réels bénéficiaires de l'utilisation de cette technique sur un plan économique.

2. INTÉRÊT CLINIQUE DE LA PLAQUE VERROUILLÉE DORSALE

2.1. Analyse clinique.

2.1.1. Amplitudes articulaires

Les résultats des amplitudes articulaires postopératoires des différentes séries sont reportés dans le tableau 53.

Séries	Recul (années)	Effectif (n)	Type montage	Arc de flexion-extension (°)	Arc d'inclinaison radio-ulnaire (°)
Ashmead et al. [5]	4	100	broches	74	37
Bain et al. [6]	10	31	agrafes	57	30
Vance et al. [7]	4,9	31	Broches, agrafes, vis	65	35
Rhee et al. [1]	1,33	23	Xpode®	/	/
Luegmair et al. [2]	5,25	24	Xpode®	64	30
Tchurukdichian [3]	1,4	24	Xpode®	61	/
Roux [4]	0,75	11	Xpode®	63	35
Ozyurekoglul et al.[8]	2,33	33	Vis sans tête à compression	71	35
Espinoza et al. [9]	4,6	35	Plaque rectangulaire	64	37
Notre série « groupe Fusion »	1,09	30	Fusion®	67,3	30,5
Notre série « groupe agrafes »	6,7	33	agrafes	60,6	30,7

Tableau 53. Résultats comparatifs des amplitudes articulaires dans les différentes séries de la littérature et dans notre étude.

Ces résultats ne montrent pas de réelles différences entre les différentes séries publiées, peu importe le moyen de fixation utilisé.

Nous observons entre nos deux groupes une différence de répartition sur le volant de flexion-extension, directement liée selon nous à une meilleure correction du DISI dans le groupe « Plaque Fusion® » (ACL post opératoire à 2,2° contre 8,3° dans le groupe « agrafes ») qui favorise une redistribution des mobilités vers l'extension (34,7° contre 22,4° dans le groupe « agrafes ») en perdant de la flexion (32,8° contre 38,2° dans le groupe « agrafes »). Selon Palmer [10], l'extension est d'ailleurs plus utile fonctionnellement que la flexion dans la réalisation des activités quotidiennes puisqu'il considère que le secteur utile de mobilité est de 5° de flexion et 30° d'extension. Dans le groupe « plaque Fusion® », les amplitudes articulaires sur l'arc de flexion-extension sont supérieures de 7° environ, bien que la

différence ne soit pas statistiquement significative. L'absence de conflit dorsal par enfouissement de la plaque et la rééducation plus précoce peuvent avoir amélioré ce volant de flexion-extension. Le recul moyen étant déjà d'un an pour le groupe « plaque Fusion® », nous ne pensons pas que les amplitudes articulaires puissent encore progresser, cependant un effectif plus important pourrait permettre de rendre cette différence significative. A l'inverse, on peut aussi émettre l'hypothèse d'une régression du volant moyen de flexion-extension avec le temps en raison de l'altération de l'articulation radio-lunaire chez certains patients pour expliquer cette différence.

Au final, l'utilisation de la plaque Fusion® ne semble pas apporter de meilleurs résultats que les autres modes de fixation (traditionnels ou autres plaques verrouillées) concernant les amplitudes articulaires post opératoires dont les volants moyens de mobilité vont de 57 à 74° en flexion-extension et de 30 à 37° en inclinaison radio-ulnaire.

2.1.2. Force.

Les résultats de force postopératoires des différentes séries mesurées au dynamomètre de Jamar sont reportés dans le tableau 54.

Nos résultats se situent dans la norme basse des résultats de la littérature concernant la force exprimée en pourcentage du côté opposé mais sont tout à fait semblables aux résultats bruts exprimés en Kg.F.

Le fait que nous ayons comparé la force au côté opposé seulement si ce dernier était sain a probablement une influence sur nos résultats puisque ceci n'est pas spécifié dans les autres études et on peut imaginer que des poignets opposés pathologiques ont été inclus. Les chiffres de force exprimés en pourcentage du côté opposé deviennent ainsi meilleurs (puisque la force d'un poignet opposé pathologique est moins élevée en valeur absolue).

Séries	Recul (années)	Effectif (n)	Type montage	Force (Kg.F)	Force (% côté opposé)
Ashmead et al. [5]	4	100	broches	/	81
Bain et al. [6]	10	31	agrafes	30	78
Vance et al. [7]	4,9	31	Broches, agrafes, vis	33	79
Rhee et al. [1]	1,33	23	Xpode®	/	/
Luegmair et al. [2]	5,25	24	Xpode®	/	70
Tchurukdichian [3]	1,4	24	Xpode®	/	69
Roux [4]	0,75	11	Xpode®	/	65
Ozyurekoglul [8]	2,33	33	Vis sans tête à compression	29	80
Espinoza et al. [9]	4,6	35	Plaque rectangulaire	27	79
Notre série « groupe Fusion »	1,09	30	Fusion®	29,6	70,7
Notre série « groupe agrafes »	6,7	33	agrafes	28	64,15

Tableau 54. Résultats comparatifs de la force postopératoire dans les différentes séries de la littérature et dans notre étude.

Quoiqu'il en soit, l'utilisation d'une plaque Fusion® ne semble pas apporter de résultats différents sur la force post opératoire par rapport aux moyens traditionnels de fixation et aux autres plaques verrouillées dorsales. La force postopératoire se situe entre 27 et 33 Kg.F en moyenne et entre 64 et 81% de la force du poignet opposé.

2.1.3. Douleur, incapacité du poignet opéré et satisfaction du patient.

La douleur est un paramètre subjectif pour lequel les comparaisons entre les différentes séries sont difficiles à établir. Le tableau 55 rassemble les données de douleur et incapacité postopératoire dans les différentes séries. Malheureusement, l'évaluation de ces paramètres subjectifs est mal standardisée dans la littérature et les séries sont donc difficilement comparables au vu de l'hétérogénéité des moyens de mesure.

Le taux de satisfaction des patients du groupe « plaque Fusion® » (93,5%) est relativement semblable aux différentes séries, variant de 90 à 100%. Les insatisfactions semblaient directement liées à des échecs de l'arthrodèse des 4 os avec persistance de douleurs puisque correspondant dans le groupe « plaque Fusion® » à 1 patiente révisée par arthrodèse totale et 1 patiente avec une arthrose radiolunaire évolutive et dans le groupe « agrafes » à 2 révisions pour arthrodèses totales et 1 patient réopéré pour cure de pseudarthrodèse avec arthrose radiolunaire évolutive et douleurs persistantes.

On ne retrouve cependant que 43,3% des poignets opérés strictement indolores dans le groupe « plaque Fusion® » contre 57% dans la série de Vance (moyens traditionnels) [7], 73% et 92% dans les séries de Roux [4] et Luegmair [2] (plaques Xpode®). Ce chiffre reste cependant légèrement supérieur au groupe « Agrafes » (33,3%) sans être significatif. Là-encore, la subjectivité de l'expression de la douleur par le patient et de son recueil par l'examineur peut avoir altéré la comparaison des différentes séries.

Le score du QuickDASH (19,83/100) est semblable à celui de Luegmair et al. [2] (19,11/100) et Espinoza et al. [9] (23/100) mais reste supérieur aux chiffres de Vance et al. [7] (8/100) et Ozyurekoglu et al. [8] (13/100) dont le recul est toutefois supérieur. On retrouve une différence significative entre les scores QuickDASH des 2 groupes de notre étude en faveur du groupe « plaque Fusion® » (19,83/100 contre 30/100 pour le groupe « agrafes »). Cette différence significative peut être en partie expliquée par le fait qu'il s'agit d'un score fonctionnel évaluant la fonction bimanuelle. On retrouve effectivement dans le groupe « Agrafes » 4 patients opérés des 2 poignets contre 1 seul dans le groupe « Plaque Fusion® ». L'absence de différence significative entre les scores PRWE des deux groupes tend à corroborer cette hypothèse.

Au total, le mode de fixation des arthrodèses ne semble pas avoir de réelle influence sur les douleurs et l'incapacité postopératoires bien que ces paramètres soient difficilement comparables objectivement.

Séries	Recul (années)	Effectif (n)	Type montage	Douleur	satisfaction	PRWE (/150)	QuickDASH (/100)
Ashmead et al. [5]	4	100	broches	75 très améliorés 16 améliorés 8 inchangés	91%	/	/
Bain et al. [6]	10	31	agrafes	EVA moyenne 1/10	90%	/	/
Vance et al. [7]	4,9	31	Broches, agrafes, vis	57% pas de douleur 21% douleur légère 21% douleur modérée 0 douleur sévère	100%	/	8
Rhee et al. [1]	1,33	23	Xpode®	/	/	/	/
Luegmair et al. [2]	5,25	24	Xpode®	92% pas de douleur 8% douleur modérée	100%	/	19,11
Tchurukdichian [3]	1,4	24	Xpode®	85% diminution de la douleur	/	/	/
Roux [4]	0,75	11	Xpode®	73% pas de douleur 27% douleur d'effort	/	/	/
Ozyurekoglul et al. [8]	2,33	33	Vis sans tête à compression	76% pas de douleur EVA moyenne= 0,6/10	/	/	13
Espinoza et al. [9]	4,6	35	Plaque rectangulaire	EVA moyenne = 2,1/10	100%	/	23
Notre série « groupe Fusion »	1,09	30	Fusion®	43,3% pas de douleur 33,3% douleur légère 23,3% douleur modérée 0 douleur sévère	93,5	34,8	19,83
Notre série « groupe agrafes »	6,7	33	agrafes	33,3% pas de douleur 51,5% douleur légère 15,5% douleur modérée 0 douleur sévère	91,4	40,88	30

Tableau 55. Résultats comparatifs des paramètres de douleur et incapacité postopératoire dans les différentes séries de la littérature et dans notre étude.

2.1.4. Données liées au travail.

Le tableau 56 regroupe les données liées au travail des différentes séries étudiées.

Séries	Recul (années)	Effectif (n)	Type montage	Taux de travailleurs manuels lourds rapporté aux actifs	Taux de retour au travail	Taux d'adaptation du poste	Durée moyenne arrêt de travail
Watson et al. [9]	3,7	252	broches	/	80%	/	3,2 mois
Bain et al. [6]	10	31	agrafes	58%	61%	16%	/
Vance et al. [7]	4,9	31	Broches, agrafes, vis	13 travailleurs manuels lourds nombre d'actifs ?	93%	/	/
Rhee et al. [1]	1,33	23	Xpode®	/	/	/	/
Luegmair et al. [2]	5,25	24	Xpode®	82%	88%	18%	7 mois
Tchurukdichian [3]	1,4	24	Xpode®	/	/	/	/
Roux [4]	0,75	11	Xpode®	/	/	/	/
Ozyurekoglu [8]	2,33	33	Vis sans tête à compression	71%	/	/	/
Espinoza et al. [9]	4,6	35	Plaque rectangulaire	63%	88%	23%	4 mois
Notre série « groupe Fusion »	1,09	31	Fusion®	70%	90%	22,2%	4,5 mois
Notre série « groupe agrafes »	6,7	35	agrafes	77,2%	77,2%	17,6%	7,9 mois

Tableau 56. Résultats comparatifs des données liées au travail dans les différentes séries de la littérature et dans notre étude. N'ayant pas de données concernant la reprise du travail dans la série d'Ashmead et al. [5], la série de Watson et al. [11] qui reprend entre autres ses patients a été utilisée pour l'exploitation des données.

Concernant l'interprétation des chiffres de notre étude, il existe une différence significative dans la durée moyenne d'arrêt de travail entre les 2 groupes. Celle-ci est significativement inférieure dans le groupe « plaque Fusion® » (4,5 mois contre 7,9 mois dans le groupe « agrafes »). L'hypothèse selon laquelle une fixation de l'arthrodèse par agrafes permettrait une reprise plus précoce des activités serait donc vérifiée.

Cette durée d'arrêt de travail plus longue dans le groupe « agrafes » doit cependant être nuancée par la proportion légèrement plus importante de travailleurs manuels lourds dans ce groupe (77% des travailleurs contre 70% dans le groupe « plaque Fusion® ») mais surtout par la fréquente nécessité de réaliser une ablation du matériel dans le groupe « agrafes » et donc un arrêt de travail supplémentaire. L'impression immédiate de stabilité fournie par la plaque Fusion® peut également influencer le chirurgien dans sa prescription de l'arrêt de travail, celui-ci ayant peut être tendance à autoriser plus vite la reprise des travaux de force dans le groupe « plaque Fusion® ». En interrogeant les patients du groupe « agrafes », nous n'avons relevé aucun cas où la reprise du travail a été freinée par le chirurgien alors que le patient se sentait capable de reprendre.

Ces chiffres doivent également être tempérés par la présence dans les deux séries de quelques patients dont la reprise du travail s'avérait difficile avec des arrêts de travail prolongés. En effet, 2 patients dans le groupe « plaque Fusion® » n'ont pu reprendre leur travail devant l'absence de possibilité d'adaptation du poste ou de reclassement professionnel avec un licenciement dans les 2 cas après 9 et 13 mois d'arrêt de travail. Dans le groupe « agrafes », 4 patients ont bénéficié d'un arrêt de travail supérieur à 12 mois, notamment les 2 patients ayant du subir une arthrodèse totale qui n'avaient pas pu reprendre le travail entre les deux interventions. Sur ces 4 patients, 3 étaient d'ailleurs sous le régime des accidentés du travail et pouvaient bénéficier d'indemnités journalières plus importantes. D'autre part, 3 patients sur les 5 qui n'ont pas repris le travail dans le groupe « Agrafes » ont accédé à leur retraite professionnelle au décours de l'intervention, non sans avoir bénéficié d'un arrêt de travail pouvant aller jusqu'à 6 mois pour un des patients.

Enfin, le contexte économique était différent à l'époque de prise en charge de ces patients et une intensification du contrôle des assurés est observée depuis 2003 en raison d'une explosion des indemnités journalières entre 1997 et 2003 (plus de 8,6% par an d'augmentation, rapport des comptes de la sécurité sociale de septembre 2011) ; 31 des 35 arthrodèses par agrafes ont

d'ailleurs été réalisées sur cette période et on peut imaginer que les efforts réalisés sur le contrôle des assurés peut avoir eu un rôle dans la différence existante entre ces 2 chiffres.

Si on compare nos données aux autres études, la durée moyenne d'arrêt de travail du groupe « plaque Fusion® » est légèrement supérieure aux 4 mois d'arrêt de la série d'Espinoza et al. (plaque rectangulaire) [9] mais le taux de travailleurs manuels lourds est moins important dans sa série (63% contre 70%). Luegmair et al. (plaque verrouillée dorsale Xpode®) [2] relatent une durée moyenne d'arrêt de travail supérieure à la notre (7 mois) mais le taux de travailleurs manuels lourds est également supérieur (82%). Enfin Watson et al. [11] affichent une durée moyenne d'arrêt de travail de 14 semaines (3,2 mois), donc bien inférieure à la notre malgré une synthèse par broches, mais le taux de retour au travail est inférieur au notre (80% contre 90%) et aucune autre donnée ne nous est présentée (taux de travailleurs manuels lourds, circonstances de reprise de travail, adaptation de postes), ne nous permettant pas de conclure. De plus il est difficile de comparer les durées d'arrêt de travail chez des patients originaires de pays et de cultures différents, notre modèle de protection sociale n'incitant pas à une reprise aussi rapide qu'aux Etats-Unis par exemple pour la série de Watson.

En conclusion, on retient donc que la durée d'arrêt de travail est significativement moins élevée dans le groupe « plaque Fusion® » par rapport au groupe « agrafes ». Cette différence entre les 2 groupes est due à plusieurs facteurs : une immobilisation plus courte et une récupération clinique plus rapide pour le groupe « plaque Fusion® », un arrêt de travail pour ablation de matériel fréquent dans le groupe « agrafes », une absence de comparabilité stricte des 2 groupes opérés concernant les données liées au travail, des circonstances économiques différentes dans les 2 groupes pouvant avoir favorisé une reprise plus rapide du travail dans le groupe « plaque Fusion® ». Le rôle proportionnel de ces différents facteurs est difficile à établir mais au vu de l'importance de cette différence (3,4 mois), il semble bien exister une récupération clinique et fonctionnelle plus rapide dans le groupe « plaque Fusion® », favorisée par le raccourcissement de la durée d'immobilisation.

D'autre part, la durée moyenne d'arrêt de travail du groupe « plaque Fusion® » est plutôt située dans la norme basse des données de la littérature (y compris par rapport aux autres plaques verrouillées dorsales Xpode®), cependant elle doit être interprétée en fonction du taux de travailleurs manuels lourds (plus ce taux est important, plus la durée moyenne d'arrêt de travail s'allonge), et en fonction du taux de reprise du travail (il vaut mieux économiquement une durée d'arrêt plus longue et un taux de reprise du travail important

qu'une durée d'arrêt de travail faible et un taux de reprise du travail faible, source d'augmentation du chômage).

2.1.5. Rééducation postopératoire.

Aucune des séries disponibles dans la littérature internationale n'a fait l'objet d'une recherche de données concernant la rééducation postopératoire. Nous n'avons donc pu comparer que nos deux groupes de patients.

Le nombre moyen de séances de rééducation postopératoire était significativement moins élevé au sein du groupe « plaque Fusion® » (33,2 contre 42,6) et 64% des patients de ce groupe ont réalisé 20 séances ou moins de rééducation contre seulement 20% dans le groupe « agrafes ».

La diminution du nombre moyen de séances de rééducation postopératoires nécessaires corrobore la thèse d'une récupération fonctionnelle plus rapide lors d'une fixation de l'arthrodèse par plaque verrouillée dorsale. Le raccourcissement de la durée d'immobilisation permet probablement de limiter l'enraidissement articulaire et d'accélérer la récupération fonctionnelle.

2.1.6. Ablation de matériel.

Séries	Recul (années)	Effectif (n)	Type montage	Ablation de matériel (n)*	Causes de l'AMO
Watson [11]	3,6	252	broches	83%	systematique
Bain et al. [6]	10	31	agrafes	0 (0%)	
Vance et al. [7]	4,9	31	Broches, agrafes, vis	1 (3%)	1 conflit dorsal
Rhee et al. [1]	1,33	23	Xpode®	1 (4%)	1 vis pisotriquétrale
Luegmair et al. [2]	5,25	24	Xpode®	0	
Tchurukdichian [3]	1,4	24	Xpode®	0 (0%)	
Roux [4]	0,75	11	Xpode®	0 (0%)	
Ozyurekoglul [8]	2,33	33	Vis sans tête à compression	1 (3%)	1 effraction radiolunaire
Espinoza et al. [9]	4,6	35	Plaque rectangulaire	4 (11%)	4 Conflits dorsaux
Notre série « groupe Fusion »	1,09	31	Fusion®	2 (6%)	1 conflit dorsal 1 vis pisotriquétrale
Notre série « groupe agrafes »	6,7	35	agrafes	20 (57%)	7 ablations broches 2 migrations d'agrafes 11 conflits dorsaux

Tableau 57. Analyse comparative des ablations de matériel dans les différentes séries de la littérature et dans notre étude. *Seules les ablations de matériel isolées de tout autre geste ont été relevées.

Les ablations de matériel sont plus ou moins fréquentes selon les séries en fonction du dispositif utilisé mais également des indications de l'équipe chirurgicale (tableau 57). En effet l'ablation des broches est systématique dans les séries d'Ashmead et al. [5] et Watson et al. [11] devant la gêne fréquente sous cutanée et se fait la plupart du temps en consultation sous

anesthésie locale, car volontairement laissées longues par l'opérateur. Dans notre groupe « agrafes », les broches parfois laissées en place pour parfaire la stabilité initiale du montage ont fréquemment du être retirées du fait de cette gêne sous cutanée (7 fois, toujours au bloc opératoire). Le matériel peut également générer un conflit dorsal avec la berge postérieure du radius et nécessiter son ablation, il s'agissait de la principale cause d'ablation du matériel dans notre groupe « agrafes » (11 cas), du fait du caractère non enfoui et encombrant du matériel. D'autres auteurs utilisant les agrafes rapportent cet inconvénient comme Bellemère [12] et Van Amerongen et al. [13] avec une ablation du matériel pouvant être réalisée jusque dans 20% des cas. Bain et al. [6] ne relèvent aucune ablation de matériel dans leur série d'arthrodèse par agrafes, ces auteurs réalisaient systématiquement une résection de la berge postérieure du radius pour prévenir tout conflit avec le matériel. Ces ablations de matériel pour conflit sont également retrouvées avec les plaques, 11% dans la série d'Espinoza et al. [9] et un cas dans notre groupe « plaque Fusion® », liés à un positionnement trop proximal ou à un défaut d'enfouissement du matériel.

On retrouve significativement moins d'ablation de matériel dans le groupe « plaque Fusion® » par rapport au groupe « agrafes », probablement du fait d'un matériel moins encombrant, enfoui grâce à un fraisage approprié, et dont le positionnement est facilité par la modularité offerte par les différents trous de vis. Le positionnement est en effet plus complexe pour les agrafes simples et quadripodes devant l'impossibilité de choisir la direction des jambages.

Toutefois, ces chiffres d'ablation de matériel pour conflit dorsal doivent être relativisés par la difficulté d'authentifier avec précision ces conflits cliniquement et radiologiquement. Certains auteurs peuvent avoir sous estimé le caractère gênant du matériel (il est étonnant de ne pas avoir d'ablation de matériel dans certaines séries d'arthrodèse par agrafes quadripodes) et nous pourrions avoir surestimé la présence de ces conflits dans notre groupe « agrafes » devant un nombre très élevé d'ablations de matériel par rapport aux autres séries de la littérature. D'autre part, la radiotransparence des plaques Xpode® peut également amener à sous diagnostiquer et méconnaître ces conflits dorsaux liés au matériel.

Enfin, la longueur des vis en cas d'arthrodèse par plaque doit bien être vérifiée par un cliché radioscopique peropératoire afin d'éviter toute effraction de l'articulation pisotriquétrale source de douleur et d'ablation nécessaire de la vis dans un cas de notre série et de celle de Rhee et al. [1]. Il s'agit d'une complication spécifique aux arthrodèses par plaque.

En conclusion, l'encombrement réduit de la plaque Fusion® permet un meilleur enfouissement du matériel rendant l'ablation de matériel obsolète par rapport aux agrafes sous réserve d'un bon positionnement du matériel, d'un fraisage assez profond (quitte à réduire la surface de contact de l'arthrodèse) et de la vérification systématique de la longueur des vis par radioscopie peropératoire.

2.2. Analyse radiologique.

2.2.1. Consolidation et durée d'immobilisation.

La durée d'immobilisation est une variable importante pour la rapidité de récupération et reprise des activités. Son analyse ne peut être dissociée du taux de consolidation. Elle est cependant déterminée arbitrairement par les équipes chirurgicales en fonction de l'impression de stabilité primaire donnée par le moyen de fixation de l'arthrodèse. Elle peut être prolongée lorsque les signes de consolidation radiologiques sont faibles, mais l'encombrement lié au matériel radio opaque altère l'évaluation de la consolidation. Le tableau 58 rassemble les durées d'immobilisation des différentes séries de la littérature ainsi que le taux de pseudarthroses.

Séries	Recul (années)	Effectif (n)	Type montage	Pseudarthrodèse (n)	Durée d'immobilisation stricte (+amovible*)(semaines)
Watson et al. [11]	3,6	252	broches	8 (3%)	6,7
Bain et al. [6]	10	31	agrafes	3 (10%)	8
Vance et al. [7]	4,9	31	Broches, agrafes, vis	1 (3%)	/
Rhee et al. [1]	1,33	23	Xpode®	1 (4%)	6
Luegmair et al. [2]	5,25	24	Xpode®	2 (8%)	2 (+4)
Tchurukdichian [3]	1,4	24	Xpode®	2 (8%)	2 (+4)
Roux [4]	0,75	11	Xpode®	1 (9%)	1 (+4)
Ozyurekoglul [8]	2,33	33	Vis sans tête à compression	2 (6%)	7
Espinoza et al. [9]	4,6	35	Plaque rectangulaire	0 (0%)	4 (+2)
Notre série « groupe Fusion »	1,09	31	Fusion®	0 (0%)	4,8
Notre série « groupe agrafes »	6,7	35	agrafes	2 (5,7%)	8,9

Tableau 58. Analyse comparative des durées d'immobilisation et des pseudarthrodèses dans les différentes séries de la littérature et dans notre étude. *entre parenthèses figurent la durée de port d'orthèse amovible en permettant le retrait uniquement pour des séances d'automobilisation active.

On constate que seuls Ozyurekoglul et al. [8] ont appliqué pour chaque patient une immobilisation stricte jusqu'à consolidation radiologique obtenue, sans protocole préétabli ; le matériel utilisé (vis à compression) permettait d'ailleurs une bonne analyse des radiographies. Un scanner a d'ailleurs été demandé pour chaque patient dans la seconde partie

de son étude après avoir obtenu une pseudarthrodèse chez un patient dont l'arthrodèse était considérée solide aux radiographies.

Dans notre groupe « agrafes », l'immobilisation était en moyenne de 8,9 semaines, car nous considérons que la stabilité primaire n'était pas suffisante pour mobiliser le poignet avant consolidation contrairement à notre groupe « plaque Fusion® ». Au début de notre expérience avec cette plaque, nous avons poursuivi ce protocole d'immobilisation longue de 6 à 8 semaines ; cependant, l'excellente stabilité primaire du montage constatée en peropératoire nous a rapidement amené à réduire cette immobilisation stricte à 4 semaines. Cette durée correspond à l'installation d'un cal fibreux, et nous considérons le montage assez stable pour supporter les automobilisations actives à ce délai. La kinésithérapie pour mobilisations passives n'est prescrite en général qu'à partir de la 6^{ème} semaine, délai d'apparition d'un cal osseux. Depuis la fin de cette étude, certains chirurgiens débutent même les mobilisations actives dès la première semaine sous couvert d'une orthèse pendant 4 semaines, sans que nous ayons constaté de pseudarthrodèse pour le moment. Cette différence de protocole d'immobilisation entre les deux groupes aurait pu constituer un biais dans notre évaluation finale mais l'équipe chirurgicale a opté pour un respect des durées d'immobilisation préconisées dans la littérature. Pour les arthrodèses fixées par agrafes, même à mémoire de forme, toutes les études comportent une immobilisation variant entre 6 et 10 semaines, un raccourcissement de cette durée en l'absence de données existantes aurait pu être source de complications pour nos patients (augmentation du taux de pseudarthrodèses). Dans l'analyse des données de la littérature concernant les plaques verrouillées, on constate par ailleurs que Luegmair [2], Tchurukdichian [3] et Roux [4] débutent les automobilisations de façon encore plus précoce, entre 7 et 15 jours après l'intervention.

On peut toutefois se demander quel est l'objectif de cette course à la mobilisation précoce. En effet, bien qu'ayant des durées d'immobilisation très variées, les différentes séries étudiées ci-dessus ne présentent à terme pas de différence sur la valeur des amplitudes articulaires, les meilleures étant observées dans les séries de Watson et al. [11] et Ozyurekoglu et al. [8] qui ont immobilisé leurs patients successivement 6,7 et 7 semaines. Il semble en effet qu'à terme, les amplitudes articulaires soit fixées au même niveau pour toutes les séries et se rapprochent des amplitudes observées dans les études biomécaniques cadavériques, l'influence des parties molles étant très faible. D'autre part, nous pensons qu'une bonne cicatrisation capsuloligamentaire est importante dans la préservation de l'articulation radiolunaire à long terme en évitant toute translation ulnaire du carpe altérant la congruence de cette articulation

comme le soulignent Ashmead et al. [5]. C'est pourquoi nous pensons qu'une durée minimale de 3 à 4 semaines d'immobilisation stricte doit être observée. Ce problème peut être contourné en réalisant une capsulotomie médiocarpienne unique sans ouvrir l'articulation radiolunaire, préservant ainsi ses attaches capsuloligamentaires mais aussi la vascularisation dorsale du lunatum, au prix de méconnaître une arthrose radiolunaire non diagnostiquée par l'imagerie préopératoire qui contre indique l'arthrodèse des 4 os.

L'objectif d'une mobilisation précoce peut également s'inscrire dans un projet de réhabilitation plus rapide sans vouloir influencer sur les amplitudes articulaires finales. C'est pourquoi nous avons étudié l'influence de la durée d'immobilisation sur les résultats cliniques et la consolidation en constituant 2 groupes de patients (le groupe A immobilisé 4 semaines ou moins et le groupe B immobilisé plus de 4 semaines). Entre ces 2 groupes, on ne constate une différence significative que sur l'extension postopératoire qui est meilleure pour le groupe A (39,7° contre 28,6°) et sur le nombre de séances de kinésithérapie qui est plus élevé dans le groupe A (37,5 contre 19,5). La durée d'immobilisation pourrait donc avoir un effet sur la raideur postopératoire, nous pensons cependant que le recul est encore faible sur ces 2 groupes et qu'à long terme, cet écart devrait diminuer. Concernant le nombre de séances de kinésithérapie significativement plus élevé dans le groupe A, la forte proportion dans ce groupe de travailleurs manuels lourds doit entraîner un biais car ces patients nécessitent une rééducation plus intense. Cette observation est également valable pour la durée d'arrêt de travail qui est plus importante dans le groupe A (non significatif). Par ailleurs, la force, le PRWE et le QuickDASH sont meilleurs dans le groupe A mais de manière non significative. Au final, le taux de consolidation étant comparable dans les 2 groupes (100%), ces résultats plaident en faveur d'un protocole court d'immobilisation de 3 à 4 semaines (3,6 semaines dans le groupe A en moyenne) qui pourrait permettre une récupération clinique plus rapide.

Le taux de consolidation ou celui de pseudarthrodèse doit en effet impérativement être pris en compte dans l'analyse des durées d'immobilisation. Le raccourcissement de l'immobilisation ne doit pas se faire au prix d'une non consolidation. Le taux de pseudarthrodèse des différentes séries étudiées varie entre 0 et 10%. On peut donc considérer tous ces moyens de fixation comme fiables contrairement aux plaques dorsales non verrouillées (Spider plate®) dont le taux de pseudarthrodèse peut grimper jusqu'à 39 % selon les séries [14]. Notre groupe « plaque Fusion® » affiche le meilleur taux de consolidation (100%) avec Espinoza et al. [9] bien que la durée d'immobilisation soit parmi les plus faibles (4,8 semaines, et même 3,6 semaines si on prend en compte notre sous groupe A), elle montre à ce niveau sa supériorité

au groupe « agrafes » dont la durée d'immobilisation était significativement plus élevée (8,9 semaines) et dans lequel 2 pseudarthroses ont été constatées (5,7%). Les séries utilisant la plaque verrouillée dorsale Xpode® affichent toutes des taux de pseudarthrose supérieurs, allant de 4 à 8%, les causes retenues étant fréquemment une insuffisance du montage (moins de 2 vis par os). L'utilisation de ces nouveaux matériels ne doit en effet pas compenser des inexactitudes techniques car la consolidation ne peut être obtenue que par un avivement de qualité des interlignes du carrefour des 4 os, jusqu'en os spongieux de bonne qualité, la greffe spongieuse doit être suffisante et de bonne qualité (ne pas hésiter à prélever au radius en cas de scaphoïde pseudarthrosé) et le montage doit respecter les recommandations du fabricant. Nous avons constaté dans notre groupe « plaque Fusion® » un retard de consolidation capitulaire qui a même fait réaliser une reprise chirurgicale infirmant la pseudarthrose. Dans ce cas, le montage n'a pas respecté la fixation de chacun des os par deux vis, ni le principe de pose de 4 vis centrales non verrouillées afin d'appliquer une compression dans le foyer d'arthrose (exemple figure 16, 2^{ème} partie). La stabilité et la solidité du montage par plaque verrouillée dorsale permet en effet de supporter environ 5000 cycles de flexion-extension contrairement aux autres moyens de fixation (Spider®, broches) [15]. Ceci permet d'autoriser les automobilisations avant consolidation (5000 cycles = environ 6 semaines de mouvements du poignet), mais en l'absence des conditions nécessaires à l'obtention d'une consolidation, ce matériel est par la suite mis en défaut.

Notre incapacité à standardiser le type de greffon aurait pu constituer une des limites de notre étude, mais la consolidation a été observée dans tous les cas, soulignant ainsi la qualité de fixation de la « plaque Fusion® », même en cas de greffon scaphoïdien.

Enfin, au vu de la difficulté à déterminer dans certains cas la consolidation au bilan radiographique standard, le recours au scanner doit être systématique en cas de doute radiologique ou clinique avant de faire débiter les mobilisations passives.

En conclusion, l'arthrose par plaque Fusion® est un moyen de fixation fiable, permettant d'obtenir un taux de consolidation important, au moins égal voire supérieur aux moyens traditionnels, tout en raccourcissant la durée d'immobilisation. L'arthrose doit cependant être réalisée avec la même rigueur chirurgicale qu'avec les moyens traditionnels de fixation.

2.2.2. Mobilisation et bris de matériel.

Séries	Recul (années)	Effectif (n)	Type montage	Bris de matériel
Watson et al. [11]	3,6	252	broches	/
Bain et al. [6]	10	31	agrafes	/
Vance et al. [7]	4,9	31	Broches, agrafes, vis	2 mobilisations de broche avec infection superficielle
Rhee et al. [1]	1,33	23	Xpode®	4 vis cassées
Luegmair et al. [2]	5,25	24	Xpode®	0
Tchurukdichian [3]	1,4	24	Xpode®	0
Roux [4]	0,75	11	Xpode®	0
Ozyurekoglul [8]	2,33	33	Vis sans tête à compression	1 effraction radiolunaire de vis
Espinoza et al. [9]	4,6	35	Plaque rectangulaire	0
Notre série « groupe Fusion »	1,09	31	Fusion®	2 reculs de vis
Notre série « groupe agrafes »	6,7	35	agrafes	3 bris d'agrafes 2 reculs d'agrafes

Tableau 59. Analyse comparative des mobilisations et bris de matériel dans les différentes séries de la littérature et dans notre étude.

Des mobilisations ou bris de matériel sont observés dans la plupart des séries sans pour autant avoir de conséquences la plupart du temps sur la consolidation de l'arthrodèse (tableau 59).

Les broches peuvent se mobiliser et créer une gêne sous cutanée, nécessitant une ablation quasi systématique ; parfois une infection superficielle peut survenir, disparaissant avec le retrait des broches. Aucune infection profonde n'a été décrite par les auteurs utilisant des broches [5 ; 7 ; 11].

Les agrafes peuvent se rompre avec ou sans conséquence sur la consolidation (1 pseudarthrodèse faisant suite à une rupture du matériel précoce dans notre groupe « agrafes ») ou se mobiliser, même après consolidation, entraînant une gêne fréquente nécessitant l'ablation du matériel.

Les séries de vis à compression [8] mentionnent des difficultés techniques pour déterminer la longueur des vis et leur degré d'enfouissement. Une effraction de la vis dans l'espace radiolunaire peut même apparaître secondairement aux radiographies (mobilisation de la vis ? tassement secondaire du foyer d'arthrodèse ?)

Aucune rupture de plaque verrouillée dorsale n'a été observée dans notre série de plaque Fusion®. On a observé par contre un recul de vis verrouillées dans 2 cas, probablement par mauvaise utilisation du matériel, avec un non respect de l'axe de verrouillage (15° de débattement autour du plan orthogonal au trou de vis). On regrettera l'absence de guide-mèche dans l'ancillaire de la plaque Fusion® permettant de limiter ce débattement afin d'obtenir un verrouillage constant des vis. Ces reculs de vis n'ont cependant eu aucune conséquence sur le résultat final. Notons qu'aucun recul de vis n'a été mentionné avec plaque Xpode® mais la radiotransparence de la plaque ne permet pas de diagnostiquer des reculs millimétriques comme dans nos observations.

Au total, la plaque Fusion® et ses vis ne montrent pas de fragilité supplémentaire par rapport aux autres moyens de fixation malgré une mobilisation précoce. Une attention particulière doit cependant être observée lors de la mise en place des vis verrouillées afin de respecter le débattement angulaire permis par la plaque.

2.2.3. Angle capitulaire et hauteur du carpe.

Séries	Recul (années)	Effectif (n)	Type montage	ACL pré op (°)	ACL post op (°)	YMM pré op (°)	YMM post op (°)
Watson et al. [11]	3,6	252	broches	/	/	/	/
Bain et al. [6]	10	31	agrafes	/	/	/	/
Vance et al. [7]	4,9	31	Broches, agrafes, vis	/	/	/	/
Rhee et al. [1]	1,33	23	Xpode®	/	10	/	/
Luegmair et al. [2]	5,25	24	Xpode®	23 (ARL)	6 (ARL)	/	/
Tchurukdichian [3]	1,4	24	Xpode®	/	/	/	/
Roux [4]	0,75	11	Xpode®	/	Aucun DISI	/	/
Ozyurekoglu [8]	2,33	33	Vis sans tête à compression	/	5°	0,45	0,47
Espinoza et al. [9]	4,6	35	Plaque rectangulaire	/	-3	/	0,46
Notre série « groupe Fusion »	1,09	31	Fusion®	18,5	2,2	0,492	0,455
Notre série « groupe agrafes »	6,7	35	agrafes	13	8,3	0,497	0,457

Tableau 60. Analyse comparative des mesures angulaires dans les différentes séries de la littérature et dans notre étude. ACL= angle capitulaire. YMM= indice de Youm et Mac Murtry. ARL= angle radiolunaire.

Peu de mesures angulaires et de la hauteur du carpe apparaissent dans les différentes publications étudiées (tableau 60).

La hauteur du carpe a faiblement diminué dans nos deux groupes, l'indice de Youm et Mac Murtry (YMM) postopératoire étant comparable à ceux annoncés par Ozyurekoglu et al. [8] et Espinoza et al. [9] (0,455 pour le groupe « plaque Fusion® » ; 0,457 pour le groupe « agrafes » ; 0,46 pour Espinoza et al. ; 0,47 pour Ozyurekoglu et al.). Dans 12 cas du groupe « plaque Fusion® », l'YMM postopératoire était diminué de 5% ou plus par rapport à la

valeur préopératoire. Parmi ces 12 patients, on retrouvait notamment les 3 cas de conflit radiocarpien dorsal lié au matériel; la diminution de la hauteur carpienne rendant probablement le positionnement de la plaque plus difficile avec le risque de la fixer de manière trop proximale.

Dans toutes les séries, les auteurs se sont attachés à réduire le DISI (dorsal intercalated segment instability = dorsiflexion lunarienne) avec des angles capitulaires (ACL) ou radiolunaires tous inférieurs à 10°. Comme nous l'avons vu en 1^{ère} partie (figure 16), la réduction du DISI permet d'éviter tout conflit radiocarpien dorsal et d'améliorer l'extension. La dorsiflexion lunarienne a été mieux corrigée dans le groupe « plaque Fusion® » que dans le groupe « agrafes » malgré un angle capitulaire préopératoire supérieur. Cette différence s'est manifestée sur les amplitudes articulaires qui étaient meilleures en extension dans le groupe « plaque Fusion » mais plus importantes en flexion dans le groupe « agrafes ». Ce DISI résiduel peut également avoir favorisé les conflits dorsaux liés au matériel, fréquents dans le groupe « agrafes ». Nous pensons qu'une réduction stricte du DISI est probablement plus facile à garder techniquement avec une fixation par plaque dont la direction des vis est choisie par l'opérateur, contrairement à la fixation par agrafes où le trajet d'une patte lui est imposé par les autres pattes. De plus, la mémoire de forme appliquée tend à s'opposer à la réduction du DISI. Enfin, la mesure de l'angle capitulaire est plus difficile dans le groupe « plaque Fusion® » en raison du fraisage de la corne postérieure et un biais peut survenir à ce niveau; cependant, la bonne correspondance radio clinique des résultats semble indiquer une faible incidence de ce biais.

Au total, l'arthrodèse par plaque Fusion® permet une bonne réduction du DISI et de conserver une hauteur carpienne comparable aux autres moyens de fixation. En cas d'avivement important du carrefour des 4 os de nécessité (géodes volumineuses, os de mauvaise qualité, etc.), une greffe spongieuse abondante doit être apportée afin de restaurer la hauteur carpienne. Le positionnement de la plaque est ainsi facilité et prévient d'un conflit radiocarpien dorsal lié au matériel.

2.3. Analyse des échecs et complications.

Séries	Recul (années)	Effectif (n)	Type montage	Arthrodèse totale (n)	Arthrose radiolunaire	Autres complications symptomatiques
Ashmead et al. [5]	4	100	broches	0	2 (2%)	12 conflits radiocarpieus dorsaux infections superficielles 3 pseudarthroses
Bain et al. [6]	10	31	agrafes	2 (6,4%)	2 (6,4%)	3 pseudarthroses 1 retard de consolidation
Vance et al. [7]	4,9	31	Broches, agrafes, vis	1 (3%)	1 (3%)	1 conflit radiocarpieus dorsal 1 pseudarthrose 2 infections superficielles
Rhee et al. [1]	1,33	23	Xpode®	0	0	1 pseudarthrose 1 vis pisotriquetrale
Luegmair et al. [2]	5,25	24	Xpode®	0	0	2 pseudarthroses
Tchurukdichian [3]	1,4	24	Xpode®	0	0	2 pseudarthroses
Roux [4]	0,75	11	Xpode®	1 (9%)	0	1 vis pisotriquetrale 1 pseudarthrose
Ozyurekoglul [8]	2,33	33	Vis sans tête à compression	1 (3,3%)	1 (3,3%)	1 effraction radiolunaire de vis 2 pseudarthroses
Espinoza et al. [9]	4,6	35	Plaque rectangulaire	0	0	1 fracture du capitatum 4 conflits radiocarpieus dorsaux
Notre série « groupe Fusion »	1,09	31	Fusion®	1 (3%)	1 (3%)	1 vis pisotriquetrale 3 conflits radiocarpieus dorsaux 1 conflit radioscaploidien 1 retard de consolidation
Notre série « groupe agrafes »	6,7	35	agrafes	2 (5,7%)	3 (8,5%)	1 arthrolyse 11 conflits radiocarpieus dorsaux 2 SDRC* 2 pseudarthroses 1 retard de consolidation 2 migrations d'agrafes

Tableau 61. Analyse comparative des échecs et complications des arthrodèses des 4 os dans les différentes séries de la littérature et dans notre étude. *SDRC= Syndrome Dououreux Régional Complexe.

Nos échecs et complications sont comparés aux autres séries d'arthrodèse des 4 os dans le tableau 61.

Malgré un recul encore faible au sein de notre groupe « plaque Fusion® », on retrouve un échec complet avec arthrodèse totale de poignet. L'arthrodèse totale a été réalisée dans un contexte de translation ulnaire du carpe qui existait en préopératoire, cette patiente était atteinte d'une maladie de Marfan et l'arthrodèse des 4 os n'était dans ce cas probablement pas une bonne indication, comme le soulignent Ashmead et al. [5] ; de plus, cette complication n'a aucune relation avec le moyen de fixation utilisé. D'autres complications mineures, dues à des erreurs techniques, auraient pu être évitées : 1 conflit radioscapoïdien par résection incomplète du scaphoïde (complication indépendante du matériel utilisé), 2 conflits radiocarpiaux dorsaux liés à un positionnement trop proximal de la plaque et 1 vis pisotriquetrale. Ces 3 derniers patients font partie des premiers cas pris en charge avec ce type de matériel dans le service, l'utilisation d'une plaque verrouillée dorsale nécessite donc également une courbe d'apprentissage, notamment dans le positionnement de la plaque et des vis afin d'éviter tout conflit. Enfin, une arthrose radiolunaire précoce a été observée à 1 an de l'arthrodèse malgré l'absence d'arthrose radiolunaire initiale et un matériel bien positionné (2^{ème} partie, figure 65). Nous pensons dans ce dernier cas qu'une souffrance ischémique du lunatum peut être impliquée au vu de la progression rapide de la destruction articulaire. Comme nous l'avons vu en 1^{ère} partie, la vascularisation du lunatum est pauvre et dans 30% des cas, elle ne se résume qu'à un faible réseau dorsal intracapsulaire [16], nous veillons donc à conserver le maximum des attaches capsulaires lunariennes lors de la capsulotomie afin d'éviter toute dévascularisation.

Ces complications du groupe « plaque Fusions® » sont par ailleurs classiques dans les arthrodèses des 4 os et ne sont pas plus fréquentes que dans les autres séries utilisant des plaques ou des moyens traditionnels d'autant qu'aucune pseudarthrodèse n'a été constatée dans ce groupe (tableau 61).

Les complications ont par contre été plus nombreuses dans le groupe « agrafes » dominées par le nombre de conflits radiocarpiaux dorsaux liés au matériel (11 soit 31,4%). Les 2 pseudarthrodèses, le retard de consolidation et les 2 migrations d'agrafes peuvent également être attribuées au matériel de fixation. La présence de 2 arthrodèses totales et de 3 arthroses radiolunaires évolutives est directement due au recul plus important de cette série. Les deux syndromes douloureux régionaux complexes de type 1 semblent indépendants du matériel

utilisé et peu évitables si ce n'est par une prise en charge maximale de la douleur postopératoire qui a été réalisée chez tous les patients.

Nos chiffres sont dans la moyenne des complications énumérées dans les autres séries avec un taux de conversion en arthrodèse totale variant de 0 à 9 % et un taux d'arthrose radiolunaire évolutive allant de 0 à 8,5%. Les séries comportant des plaques verrouillées dorsales semblent comporter moins de conflits dorsaux liés au matériel, moins d'arthroses radiolunaires et moins de conversions en arthrodèse totale mais leur recul est plus faible.

3. INTÉRÊT ÉCONOMIQUE DE LA PLAQUE VERROUILLÉE DORSALE

Les résultats de la comparaison du coût social des 2 groupes « plaque Fusion® » et « Agrafes » ont été rapportés dans la troisième partie.

3.1. Evolution des coûts préopératoires avec l'utilisation de la plaque verrouillée dorsale Fusion®.

L'utilisation de la plaque verrouillée n'a pas modifié les coûts préopératoires pour l'établissement de santé comme pour la Sécurité Sociale puisque le bilan préopératoire était identique dans les 2 groupes.

3.2. Evolution des coûts liés à l'hospitalisation avec l'utilisation de la plaque verrouillée dorsale Fusion®.

Les coûts liés à l'hospitalisation étaient moins élevés pour l'établissement et pour la Sécurité Sociale lors de l'utilisation de la plaque Fusion® malgré un surcoût lié au DMI (DMI à 649,45 euros en moyenne pour les plaques versus 370,88 euros pour les agrafes). Ces coûts intégraient en effet l'ensemble des dépenses mises en jeu lors des différentes reprises chirurgicales subies en plus des dépenses liées au geste initial d'arthrodèse (cure de pseudarthrodèse, arthrodèse totale, ablation de matériel, etc.). Ces gestes de reprise étaient plus nombreux dans le groupe « agrafes » notamment du fait de l'ablation fréquente du matériel et des complications plus nombreuses (25 interventions complémentaires dans le groupe « Agrafes » contre 5 dans le groupe « plaque Fusion® »). La différence de coûts moyens liés à l'hospitalisation entre les 2 groupes s'accroissait lorsqu'on retirait le coût des DMI comme dans les établissements privés, passant de 639,37 euros à 880,99 euros.

3.3. Evolution des coûts postopératoires avec l'utilisation de la plaque verrouillée dorsale Fusion®.

La plus grande différence entre les 2 groupes concernait le coût social de la période postopératoire qui était largement en faveur de la plaque Fusion®. En effet, il existait une différence de coût moyen par patient pour la Sécurité Sociale de 2195,34 euros entre les 2 groupes sur cette période (7275,34 euros pour le groupe « Agrafes » contre 5080 euros pour le groupe « plaque Fusion® »). La quasi totalité de cet écart était due à une reprise du travail plus rapide dans le groupe « plaque Fusion® », les indemnités journalières moyennes versées (indemnités de compensation pour reprise à temps partiel incluses) représentant 4151,50 euros pour les plaques et 6447,03 euros pour les agrafes soit une différence de 2295,53 euros entre les 2 groupes. Les limites évoquées auparavant concernant les circonstances économiques ayant pu influencer sur la durée moyenne d'arrêt de travail du groupe « plaque Fusion® » doivent être rappelés ici, l'intensification récente du contrôle des assurés peut en effet avoir constitué un biais à cette étude économique. Quant au coût moyen postopératoire par patient pour l'établissement de santé, il ne différait pas significativement entre les 2 groupes, le suivi ayant été comparable en termes de nombre de consultations et radiographies postopératoires.

3.4. Evolution des coûts globaux avec l'utilisation de la plaque verrouillée dorsale Fusion®.

Au total, le coût global moyen par patient pour la Sécurité Sociale était inférieur pour la plaque Fusion® (7498,36 euros contre 10350,51 euros hors remboursement des DMI **soit une différence moyenne de 2852,15 euros par patient**). L'utilisation d'une plaque Aptus Fusion® permettrait donc de réduire le coût moyen de prise en charge d'un patient pour arthrodèse des 4 os par rapport à un mode de fixation plus traditionnel comme les agrafes. Cette différence de coûts serait liée à un retour plus rapide au travail permettant de réduire les indemnités journalières versées mais aussi à des interventions complémentaires moins fréquentes pour la plaque verrouillée (notamment pour ablation de matériel).

Actuellement, les DMI ne sont pas pris en charge par la Sécurité Sociale dans le cadre de ces arthrodèses pour les établissements publics de santé. L'utilisation de ce matériel fait pourtant l'objet d'un surcoût (649,45 euros en moyenne pour la plaque Fusion® et les vis versus 370,88 euros en moyenne pour les agrafes, et même 224 euros depuis l'arrivée des agrafes quadripodes) et les établissements pourraient être tentés d'opter pour l'utilisation des agrafes ou autres moyens moins coûteux dans un but de réduction des dépenses, critère qui prend actuellement le pas sur la mission de service public. En effet, les coûts liés à l'hospitalisation

plus élevés dans le groupe « Agrafes » sont compensés par des recettes plus importantes à travers les GHS des interventions complémentaires. La pose d'agrafes semble donc un peu plus intéressante financièrement comme en témoigne le solde final moyen pour l'établissement (-634,80 euros pour les agrafes contre -664,88 euros pour la plaque). Or, le remboursement des DMI par la Sécurité Sociale (comme c'est le cas actuellement pour les établissements privés) inverserait cette tendance et donnerait un solde final pour l'établissement en faveur de la plaque (+5,34 euros en moyenne pour la plaque Fusion® contre -206,19 euros pour les agrafes). La Société gagnerait donc à ce que la Sécurité Sociale rembourse ces plaques aux établissements publics de Santé puisqu'elle leur permettrait d'observer un solde bénéficiaire et supérieur à celui observé lors de l'utilisation d'agrafes ; les établissements seraient ainsi encouragés à utiliser ce moyen de fixation qui permettrait un retour sur investissement à la Sécurité Sociale en postopératoire, notamment par la diminution des indemnités journalières versées. Le coût global moyen par patient pour la Sécurité Sociale incluant le remboursement des DMI reste par ailleurs inférieur pour les plaques verrouillées (8168,58 euros contre 10779,31 euros pour les agrafes soit une différence moyenne de 2610,73 euros), ce qui démontre l'intérêt pour la Sécurité Sociale de promouvoir l'utilisation de ces plaques verrouillées dans l'arthrodèse des 4 os. L'analyse coût – efficacité que nous avons réalisée confirme ces données en montrant que même en cas de remboursement du DMI par la Sécurité Sociale, le choix de la plaque Fusion® reste le plus rentable pour la Sécurité Sociale.

Cette différence importante de coût de prise en charge entre les 2 groupes est encore plus marquée lorsqu'on calcule ces moyennes uniquement sur les patients en activité. En effet, ce sont principalement les indemnités journalières qui créent la différence entre les 2 groupes et le coût total moyen pour la Sécurité Sociale (hors DMI) passe de 13545,79 euros pour les patients en activité du groupe « Agrafes » à 9725,83 euros pour les patients en activité du groupe « plaque Fusion® » soit une différence moyenne de 3819,96 euros entre les 2 groupes. Cependant, si on ne considère que les patients sans emploi, le coût global moyen pour la Sécurité Sociale (hors et avec DMI) est moins élevé pour le groupe « Agrafes ». Le critère économique n'est donc pas respecté pour cette catégorie de patient sans emploi. Toutefois, cette différence de coût global moyen pour la Sécurité Sociale entre ces deux groupes est faible (inférieure à 100 euros, hors remboursement des DMI) et le bénéfice lié au raccourcissement de la durée d'immobilisation et à une reprise des activités de loisirs probablement plus précoce (bien que non mesurée dans cette étude, la reprise plus rapide du

travail nous fait extrapoler à la reprise plus rapide des loisirs) sont des arguments sérieux en faveur de l'utilisation de cette plaque verrouillée chez les patients « professionnellement non actifs », d'autant qu'il est difficilement concevable d'un point de vue éthique de proposer des moyens de fixation différents en fonction du seul critère de l'exercice d'une activité professionnelle.

Il faut toutefois nuancer cette discussion en rappelant que cette étude économique est monocentrique et que nous extrapolons des conclusions tirées sur les données cliniques de nos patients et des données économiques propres aux Centre Chirurgical Emile Gallé. D'autres équipes chirurgicales peuvent en effet présenter des résultats différents susceptibles d'affecter les conclusions de notre étude économique. Par exemple, les résultats de notre groupe « agrafes » sont critiquables quant au nombre d'ablations de matériel réalisées par rapport aux autres séries, ceci peut être dû à un défaut itératif de positionnement du matériel voire à une surestimation des gênes liées au matériel ; quoi qu'il en soit, le nombre d'hospitalisations secondaires et la durée d'arrêt de travail en ont été affectés. De plus, ces conclusions cliniques et économiques sont valables uniquement pour la comparaison de l'utilisation de la plaque Aptus Fusion® de Medartis par rapport à l'utilisation d'agrafes bipodes et quadripodes Arex®. L'utilisation d'autres modes de fixation comme des broches simples auraient pu aboutir à des résultats cliniques et économiques différents, nous ne disposions malheureusement pas d'un effectif suffisant pour réaliser cette comparaison.

CINQUIEME PARTIE :
CONCLUSION.

Au total, l'utilisation de la plaque verrouillée dorsale Fusion® de Medartis comme moyen de fixation des arthrodèses des 4 os ne semble pas améliorer les résultats finaux en termes d'amplitudes articulaires, force, douleur et capacité fonctionnelle par rapport aux moyens traditionnels de fixation (broches, agrafes, etc.) et aux autres plaques. Cependant, elle semble permettre une récupération clinique et fonctionnelle plus rapide comme l'attestent la diminution du nombre de séances de rééducation postopératoires et de la durée moyenne d'arrêt de travail par rapport aux moyens de fixation traditionnels comme les agrafes. Cette récupération plus rapide est sans doute facilitée par un bon enfouissement du matériel diminuant les conflits dorsaux et rendant obsolète l'ablation du matériel contrairement aux agrafes. De plus, elle confère une stabilité primaire et une fiabilité permettant une mobilisation précoce tout en conservant un taux de consolidation au moins égal, voire supérieur aux moyens traditionnels de fixation et aux autres plaques verrouillées dorsales. Malgré certains points techniques importants lors de la mise en place de cette plaque (enfouissement suffisant, positionnement de la plaque et des vis), la courbe d'apprentissage reste rapide et l'adaptabilité de sa fixation (choix des orifices, de la direction et de la longueur des vis) rend son utilisation plus facile que les agrafes quadripodes dans les contextes opératoires difficiles (os friable ou refends, tailles extrêmes, etc.)

Il apparaît au vu de l'étude économique menée sur notre centre chirurgical que l'utilisation d'une plaque Fusion® dans l'arthrodèse des 4 os est également plus rentable pour la Sécurité Sociale que celle des agrafes puisque la prise en charge complète d'un patient devant subir une arthrodèse des 4 os coûtera en moyenne 2852,15 euros de moins à la Sécurité Sociale en cas d'utilisation d'une plaque Fusion® plutôt que des agrafes. Cette rentabilité est favorisée par la reprise plus rapide des activités professionnelles et donc la diminution des indemnités journalières et par des interventions complémentaires moins fréquentes. Cependant, l'utilisation de ce dispositif entraîne un surcoût pour les établissements publics de santé comme le nôtre puisqu'il ne leur est actuellement pas remboursé, contrairement aux établissements privés à but lucratifs. La Sécurité Sociale aurait donc intérêt à prendre en charge ce dispositif afin de promouvoir son utilisation dans les établissements publics confrontés à des problèmes de réduction budgétaire, d'autant que la disparité de remboursement entre secteurs public et privé sur ce type de dispositif est absconse, inhérente au précédent système de remboursement par dotation des établissements.

Au final, l'utilisation de cette plaque verrouillée dorsale Fusion® est avant tout bénéfique au patient, dont l'immobilisation est limitée et la reprise des activités plus précoce, mais est

également avantageuse pour la Société, en réduisant les sommes engagées par la Sécurité Sociale au cours de la prise en charge de ces patients.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

PREMIERE PARTIE.

1. Kuo CE, Wolfe SW. Scapholunate instability: current concepts in diagnosis and management. *J Hand Surg* 2008;33A:998–1013.
2. Kawamura K, Chung KC. Management of wrist injuries. *Plast Reconstr Surg* 2007;120:73e–89e.
3. Taleisnik J. The ligaments of the wrist. *J Hand Surg* 1976;1:110–118.
4. Kijima Y, Viegas SF. Wrist anatomy and biomechanics. *J Hand Surg* 2009;34A:1555–1563.
5. Nagao S, Patterson RM, Buford WL Jr, Anderson CR, Shah MA, Viegas SF. Three-dimensional description of ligamentous attachments around the lunate. *J Hand Surg* 2005;30A:685–692.
6. Short WH, Werner FW, Green JK, Sutton LG, Brutus JP. Biomechanical evaluation of the ligamentous stabilizers of the scaphoid and lunate: part III. *J Hand Surg* 2007;32A:297–309.
7. Viegas SF, Yamaguchi S, Boyd NI, Patterson RM. The dorsal ligaments of the wrist: anatomy, mechanical properties, and function. *J Hand Surg* 1999;24A:456–468.
8. Mayfield JK, Johnson RP, Kilcoyne RF. The ligaments of the wrist and their functional significance. *Anat Rec* 1976;186:417–428.
9. Berger RA, Imeada T, Berglund L, An KN. Constraint and material properties of the subregions of the scapholunate interosseous ligament. *J Hand Surg* 1999;24A:953–962.
10. Short WH, Werner FW, Green JK, Masaoka S. Biomechanical evaluation of the ligamentous stabilizers of the scaphoid and lunate: part II. *J Hand Surg* 2005;30A:24–34.
11. Gilford WW ; Bolton RH ; Lambrinudi C. The mechanism of the wrist joint with special reference to fractures of the scaphoid. *Guy's Hospital Reports* (1943);92:52-59.
12. Navarro A. Luxaciones del carpo. *Anales de la Facultad de Medicina* 1921. 6:113-141.
13. Lichtman DM, Schneider JR, Swafford AR, Mack GR. Ulnar midcarpal instability: Clinical and laboratory analysis. *J Hand Surg* (1981); 6: 515-523.
14. Camus EJ, Millot F, Larivière J, Rtaimate M, Raoult S. The double-cup carpus: a demonstration of the variable geometry of the carpus. *Chir Main* 2008 ;27(1):12-9.

15. Kapandji A. Biomécanique du carpe et du poignet. *Ann Chir Main* 1987;6:147–69.
16. Bonnel, F., and Allieu, Y.: Radioulnocarpal and mediocarpal articulations. Anatomic organization and biomechanical bases. *Ann Chir Main*, 3(4): 287-96, 1984.
17. Camus, E. J.; Millot, F.; Lariviere, J.; Raoult, S.; and Rtaimate, M.: Kinematics of the wrist using 2D and 3D analysis: biomechanical and clinical deductions. *Surg Radiol Anat*, 26(5): 399-410, 2004.
18. Kaufmann R, Pfaeffle J, Blankenhorn B, Stabile K, Robertson D, Goitz R. Kinematics of the midcarpal and radiocarpal joints in radioulnar deviation: an in vitro study. *J Hand Surg Am*. 2005 Sep;30(5):937-42.
19. Wright TW, Dobyns JH, Linscheid RL, Macksoud W, Siegert J. Carpal instability non-dissociative. *J Hand Surg* 1994;19B:763–73.
20. Laulan J. Rotatory subluxation of the scaphoid: Pathology and surgical management. *Chir main* 2009;28:192-206.
21. Watson H, Ottoni L, Pitts EC, Handal AG. Rotary subluxation of the scaphoid: a spectrum of instability. *J Hand Surg* 1993;18B:62–4.
22. Wolfe SW. Scapholunate instability. *J Am Soc Surg Hand* 2001;1:45–60.
23. Viegas SF, Yamaguchi S, Boyd NL, Patterson RM. The dorsal ligaments of the wrist: anatomy, mechanical properties, and function. *J Hand Surg* 1999;24A:456–68.
24. Mitsuyasu H, Patterson RM, Shah MA, Buford WL, Iwamoto Y, Viegas SF. The role of the dorsal intercarpal ligament in dynamic and static scapholunate instability. *J Hand Surg* 2004;29A:279–88.
25. Burgess RC. The effect of rotatory subluxation of the scaphoid on radioscapoid contact. *J Hand Surg* 1987;12A:771–4.
26. Werner FW, Short WH, Green JK. Changes in patterns of scaphoid and lunate motion during functional arcs of wrist motion induced by ligament division. *J Hand Surg* 2005;30A:1156–60.
27. Dias JJ, Brenkel IJ, Finlay DB. Patterns of union in fractures of the waist of the scaphoid. *J Bone Joint Surg* 1989;71B:307–310.
28. Moritomo H, Viegas SF, Elder KW, Nakamura K, Dasilva MF, Boyd NL. Scaphoid nonunions: a 3-dimensional analysis of patterns of deformity. *J Hand Surg* 2000;25A:520–528.
29. Mack, G.R., et al., The natural history of scaphoid non-union. *J Bone Joint Surg Am*, 1984. 66(4): p. 504-9.

30. Romano, S., Non-traumatic osteoarthritis of the wrist: chondrocalcinosis. *Chir Main*, 2003. 22(6): p. 285-92.
31. Mouchet A, Belot J. Poignet à ressaut: Subluxation medio-carpienne en avant. *Bulletin et Mémoires de la Société Nationale de Chirurgie* 1934;60:1243–1244.
32. Lichtman DM, Wroten ES. Understanding midcarpal instability. *J Hand Surg Am*. 2006 Mar;31(3):491-8.
33. Watson HK, Ballet FL. The SLAC wrist: scapholunate advanced collapse pattern of degenerative arthritis. *J Hand Surg*. 1984 May;9(3):358-6.
34. Skie M, Grothaus M, Ciocanel D, Goel V. Scaphoid excision with four-corner fusion: a biomechanical study. *Hand* 2007 Dec;2(4):194-8.
35. Dvinskikh NA, Blankevoort L, Strackee SD, Grimbergen CA, Streekstra GJ. The effect of lunate position on range of motion after a four-corner arthrodesis: a biomechanical simulation study. *J Biomech*. 2011 Apr 29;44(7):1387-92.
36. Kobza PE, Budoff JE, Yeh ML, Luo ZP. Management of the scaphoid during four-corner fusion-a cadaveric study. *J Hand Surg Am*. 2003 Nov;28(6):904-9.
37. Cohen, M.S. and S.H. Kozin, Degenerative arthritis of the wrist: proximal row carpectomy versus scaphoid excision and four-corner arthrodesis. *J Hand Surg [Am]*, 2001. 26(1): p. 94-104.
38. De Carli, P., et al., Four-corner arthrodesis: influence of the position of the lunate on postoperative wrist motion: a cadaveric study. *J Hand Surg [Am]*, 2007. 32(9): p. 1356- 62.
39. Ashmead D, Watson K, Damon C, Herber S, Paly W. Scapholunate advanced collapse wrist salvage. *J Hand Surg* 1994;19A : 741-50.
40. Merrell GA, McDermott EM, Weiss AP. Four-corner arthrodesis using a circular plate and distal radius bone grafting: a consecutive case series. *J Hand Surg Am*. 2008 May-Jun;33(5):635-42.
41. Mantovani G, Mathoulin C, Fukushima WY, Cho AB, Aita MA, Argintar E. Four corner arthrodesis limited to the centre using a scaphoid one piece graft and a dorsal circular plate. *J Hand Surg Eur Vol*. 2010 Jan;35(1):38-42.
42. Watson HK, Weinzwieg J, Guidera PM, Zeppieri J, Ashmead D. One thousand intercarpal arthrodeses. *J Hand Surg Br*. 1999 Jun;24(3):307-15.
43. Rodgers JA, Finnerty EP, Miller B. Scaphoid excision and limited wrist fusion: a comparison of K-wire and circular plate fixation. *Hand*. 2008, 3: 276–81.

44. Bellemère P. Arthrodèse des 4 os internes par agrafes quadripodes à mémoire de forme. in *Arthrose Péri-scaphoïdienne*, G. Herzberg. 2006: sauramps medical. 229-40.
45. Bain GI, Watts AC. The outcome of scaphoid excision and four-corner arthrodesis for advanced carpal collapse at a minimum of ten years. *J Hand Surg Am.* 2010, 35: 719–25.
46. Segret J. Evaluation clinique de l'arthrodèse des 4 os à long terme. À propos d'une série de 60 cas. Thèse de doctorat en Médecine. Nancy : Université de Nancy, 2008, 173 p.
47. Van Amerongen EA, Schuurman AH. Four-corner arthrodesis using the Quad memory staple. *J Hand Surg Eur Vol.* 2009 Apr;34(2):252-5.
48. Gaston RG, Greenberg JA, Baltera RM, Mih A, Hastings H. Clinical outcomes of scaphoid and triquetral excision with capitulate arthrodesis versus scaphoid excision and four-corner arthrodesis. *J Hand Surg Am.* 2009 Oct;34(8):1407-12.
49. Richards AA, Afifi AM, Moneim MS. Four-corner fusion and scaphoid excision using headless compression screws for SLAC and SNAC wrist deformities. *Tech Hand Up Extrem Surg.* 2011, 15: 99–103.
50. Wang ML, Bednar JM. Lunatocapitate and triquetrohamate arthrodeses for degenerative arthritis of the wrist. *J Hand Surg Am.* 2012 Jun;37(6):1136-41.
51. Espinoza DP, Schertenleib P. Four-corner bone arthrodesis with dorsal rectangular plate: series and personal technique. *J Hand Surg Eur Vol.* 2009 Oct;34(5):609-13
52. Maire N, Facca S, Gouzou S, Liverneaux P. Midcarpal fusion using break-away compression screw. *Chir Main.* 2012 Feb;31(1):24-9.
53. del Piñal F, Klausmeyer M, Thams C, Moraleda E, Galindo C. Early experience with (dry) arthroscopic 4-corner arthrodesis: from a 4-hour operation to a tourniquet time. *J Hand Surg Am.* 2012 Nov;37(11):2389-99.
54. Collins ED, Nolla J. Spider plate fixation: no significant improvement in limited wrist arthrodesis. *Tech Hand Up Extrem Surg.* 2008, 12: 94–9.
55. Vance MC, Hernandez JD, Didonna ML et al. Complications and outcome of four-corner arthrodesis: circular plate fixation versus traditional techniques. *J Hand Surg Am.* 2005, 30: 1122–7.
56. Shindle MK, Burton KJ, Weiland AJ et al. Complications of circular plate fixation for four-corner arthrodesis. *J Hand Surg Br.* 2007, 32: 50–3.
57. Kendall CB, Brown TR, Millon SJ et al. Results of four- corner arthrodesis using dorsal circular plate fixation. *J Hand Surg Am.* 2005, 30: 903–7.

58. Merrell GA, McDermott EM, Weiss AP. Four-corner arthrodesis using a circular plate and distal radius bone grafting: a consecutive case series. *J Hand Surg Am.* 2008, 33: 635–42.
59. Bedford B, Yang SS. High fusion rates with circular plate fixation for four-corner arthrodesis of the wrist. *Clin Orthop Relat Res.* 2010, 468: 163–8.
60. Chung KC, Watt AJ, Kotsis SV. A prospective outcomes study of four-corner wrist arthrodesis using a circular limited wrist fusion plate for stage II scapholunate advanced collapse wrist deformity. *Plast Reconstr Surg.* 2006, 118: 433–42.
61. De Smet L, Deorez P, Duerinckx J et al. Outcome of four- corner arthrodesis for advanced carpal collapse: circular plate versus traditional techniques. *Acta Orthop Belg.* 2009, 75: 323–7.
62. Rodgers JA, Finnerty EP, Miller B. Scaphoid excision and limited wrist fusion: a comparison of K-wire and circular plate fixation. *Hand.* 2008, 3: 276–81.
63. Kraissarin J, Dennison DG, Berglund LJ, An KN, Shin AY. Biomechanical comparison of three fixation techniques used for four-corner arthrodesis. *J Hand Surg Eur Vol.* 2011 Sep;36(7):560-7.
64. Isaacs JE, Yen Shipley N, Owen JR et al. Biomechanical comparison of the holding strength of a peek-optima circular plate versus a stainless steel oblique T-plate for radioscapholunate arthrodesis. *J Hand Surg Am.* 2008, 33: 1765–9.
65. Rhee PC, Shin AY. The rate of successful four-corner arthrodesis with a locking, dorsal circular polyether-ether-ketone (PEEK-Optima) plate. *J Hand Surg Eur Vol.* 2013 Feb 6. [Epub ahead of print]
66. Luegmair M, Houvet P. Effectiveness of four-corner arthrodesis with use of a locked dorsal circular plate. *Clin Orthop Relat Res.* 2012 Oct;470(10):2764-70.
67. Tchurukdichian, A., *Scaphoïdectomie et arthrodèse des "4 os" par cupule X-Pode easy- lock system® : Technique opératoire, premiers résultats et revue de la littérature.* in *Arthrose Péri-scaphoïdienne*, G. Herzberg. 2006: Sauramps médical. 199-213.
68. Roux, J.L., *Intérêt de l'ostéosynthèse par plaque dans l'arthrodèse des quatre os internes pour collapsus arthrosique du carpe.* in *Arthrose Péri-scaphoïdienne*, G. Herzberg. 2006: Sauramps medical. 215-28.
69. Minami A, Kato H, Iwasaki N, Minami M. Limited wrist fusions: comparison of results 22 and 89 months after surgery. *J Hand Surg Am.* 1999 Jan;24(1):133-7.

70. Berger RA, Bishop AT, Beetinger PC. New dorsal capsulotomy for the surgical exposure of the wrist. *Ann Plast Surg.* 1995, 35: 54–9.
71. Berger RA. A method of defining palpable landmarks for the ligament-splitting dorsal wrist capsulotomy. *J Hand Surg Am.* 2007, 32: 1291–5.
72. Kuhlmann JN, Guerin-Surville H. Vascularisation extrinseque et intrinseque du scaphoïde et de l'os lunaire. *Bull Assoc Anat (Nancy).* 1982, 65: 433–46.

DEUXIEME PARTIE.

1. Segret J. Evaluation clinique de l'arthrodèse des 4 os à long terme. À propos d'une série de 60 cas. Thèse de doctorat en Médecine. Nancy : Université de Nancy, 2008, 173 p.
2. Voche, P., et al., Patient-rated wrist questionnaire: preliminary report on a proposed French version of a North American questionnaire designed to assess wrist pain and function. *Rev Chir Orthop Rep Appar Mot,* 2003. 89(5): p. 443-8.
3. Dubert, T., et al., The DASH questionnaire. French translation of a trans-cultural adaptation. *Chir Main,* 2001. 20(4): p. 294-302.
4. Youm, Y., et al., Kinematics of the wrist. I. An experimental study of radial-ulnar deviation and flexion-extension. *J Bone Joint Surg Am,* 1978. 60(4): p. 423-31.
5. Ashmead D, Watson K, Damon C, Herber S, Paly W. Scapholunate advanced collapse wrist salvage. *J Hand Surg* 1994 ; 19A : 741-50.

TROISIEME PARTIE.

1. Loi n° 2003-1199 de Financement de la Sécurité Sociale du 18 décembre 2003, articles 22 à 341.
2. La tarification des établissements de santé. Rappel des enjeux, des modalités, des schémas cibles et transitoires.
http://www.sante.gouv.fr/IMG/pdf/Rappel_des_enjeux_des_modalites_des_schemas_cibles_et_transitoires.pdf
3. « Arrêté du 2 mars 2005 pris en application de l'article L. 162-22-7 du code de la sécurité sociale et fixant la liste des produits et prestations mentionnés à l'article L. 165-1 du code de la sécurité sociale pris en charge en sus des prestations d'hospitalisation ». *Journal Officiel de la République Française.* 10 mai 2005.

4. Rapport des comptes de la Sécurité Sociale. Commission de comptes de la Sécurité Sociale, juillet 2012.
5. Rapport sur l'application des lois de financement de la Sécurité Sociale. Cour des Comptes, septembre 2012.

QUATRIEME PARTIE.

1. Rhee PC, Shin AY. The rate of successful four-corner arthrodesis with a locking, dorsal circular polyether-ether-ketone (PEEK-Optima) plate. *J Hand Surg Eur Vol.* 2013 Feb 6. [Epub ahead of print]
2. Luegmair M, Houvet P. Effectiveness of four-corner arthrodesis with use of a locked dorsal circular plate. *Clin Orthop Relat Res.* 2012 Oct;470(10):2764-70.
3. Tchurukdichian, A., *Scaphoïdectomie et arthrodèse de "4os" par cupule X-Pode easy-lock system® : Technique opératoire, premiers résultats et revue de la littérature.* in *Arthrose Péri-scaphoïdienne*, G. Herzberg. 2006: Sauramps médical. 199-213.
4. Roux, J.L., *Intérêt de l'ostéosynthèse par plaque dans l'arthrodèse des quatre os internes pour collapsus arthrosique du carpe.* in *Arthrose Péri-scaphoïdienne*, G. Herzberg. 2006: Sauramps medical. 215-28.
5. Ashmead D, Watson K, Damon C, Herber S, Paly W. Scapholunate advanced collapse wrist salvage. *J Hand Surg* 1994;19A : 741-50.
6. Bain GI, Watts AC. The outcome of scaphoid excision and four-corner arthrodesis for advanced carpal collapse at a minimum of ten years. *J Hand Surg Am.* 2010, 35: 719–25.
7. Vance MC, Hernandez JD, Didonna ML et al. Complications and outcome of four-corner arthrodesis: circular plate fixation versus traditional techniques. *J Hand Surg Am.* 2005, 30: 1122–7
8. Ozyurekoglu T, Turker T. Results of a method of 4-corner arthrodesis using headless compression screws. *J Hand Surg Am.* 2012 Mar;37(3):486-92.
9. Espinoza DP, Schertenleib P. Four-corner bone arthrodesis with dorsal rectangular plate: series and personal technique. *J Hand Surg Eur Vol.* 2009 Oct;34(5):609-13.
10. Palmer, A.K., et al., Functional wrist motion: a biomechanical study. *J Hand Surg Am,* 1985. 10(1): p. 39-46.
11. Watson HK, Weinzweig J, Guidera PM, Zeppieri J, Ashmead D. One thousand intercarpal arthrodeses. *J Hand Surg Br.* 1999 Jun;24(3):307-15.

12. Bellemère P. Arthrodèse des 4 os internes par agrafes quadripodes à mémoire de forme. in *Arthrose Péri-scaphoïdienne*, G. Herzberg. 2006: sauramps medical. 229-40.
13. Van Amerongen EA, Schuurman AH. Four-corner arthrodesis using the Quad memory staple. *J Hand Surg Eur Vol.* 2009 Apr;34(2):252-5.
14. Kendall CB, Brown TR, Millon SJ et al. Results of four- corner arthrodesis using dorsal circular plate fixation. *J Hand Surg Am.* 2005, 30: 903–7.
15. Kraissarin J, Dennison DG, Berglund LJ, An KN, Shin AY. Biomechanical comparison of three fixation techniques used for four-corner arthrodesis. *J Hand Surg Eur Vol.* 2011 Sep;36(7):560-7.
16. Kuhlmann JN, Guerin-Surville H. Vascularisation extrinseque et intrinseque du scaphoïde et de l'os lunaire. *Bull Assoc Anat (Nancy).* 1982, 65: 433–46.

ANNEXES

Questionnaire d'évaluation de votre poignet

NOM et Prénom :

Date :

Les questions suivantes nous aideront à évaluer le niveau de difficulté que vous avez eu avec votre poignet au cours de la semaine passée.

Pour chaque question vous devez décrire la gêne moyenne rencontrée avec votre poignet durant la semaine passée sur une échelle de 1 à 10.

S'il vous plaît essayez de répondre à TOUTES LES QUESTIONS.

Si vous n'avez pas effectué une des activités demandées, veuillez ESTIMER la douleur ou la difficulté que vous auriez eu à réaliser cette activité.

Si vous n'avez jamais effectué une des activités demandées, vous pouvez ne pas répondre à la question et laissez la ligne vierge.

1. DOULEUR

Pour chaque question, marquez le niveau moyen de douleur ressentie au niveau de votre poignet au cours de la semaine passée en **ENTOURANT** le chiffre (**UN SEUL CHIFFRE**) qui correspond le mieux à votre douleur sur une échelle de 0 à 10.

Le zéro correspond à aucune douleur

Le 10 correspond à la plus forte douleur que vous ayez ressentie en réalisant l'activité demandée.

<i>Echelle exemple (ne rien entourer)</i>	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	<i>Aucune</i>									<i>Douleur</i>	
											<i>Extrême</i>
	<i>Douleur</i>										

EVALUEZ VOTRE DOULEUR

Au repos	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
En effectuant une tâche nécessitant des mouvements répétés du poignet	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
En soulevant un objet lourd	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Lorsque la douleur est à son maximum	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
À quel point vous souffrez-vous souvent mal ? (fréquence de votre douleur)	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	<i>Jamais</i>										
											<i>Tout le temps</i>

1. EVALUEZ VOTRE FONCTION

A. - ACTIVITES SPECIFIQUES

Pour chaque question, marquez le niveau de difficulté rencontrée au cours de la semaine passée pour réaliser l'activité demandée en ENTOURANT le chiffre (UN SEUL CHIFFRE) qui correspond le mieux à votre difficulté sur une échelle de 0 à 10.

Le zéro correspond à l'absence totale de difficulté et le 10 à l'incapacité complète à réaliser l'activité demandée.

Echelle exemple (ne rien entourer)

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	<i>Aucune</i>					<i>Incapacité</i>					
	<i>Difficulté</i>										
	<i>à réaliser</i>										

Tourner la poignée d'une porte avec votre main atteinte	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Couper la viande en utilisant votre main atteinte	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Fermer les boutons de votre Chemise	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Utiliser votre main atteinte pour vous lever d'une chaise ou d'un fauteuil	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Porter un objet de 5 kg avec votre main atteinte	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Utiliser une serviette de toilette avec votre main atteinte	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

B. - ACTIVITES COURANTES

Pour chaque question, marquez le niveau de difficulté rencontrée au cours de la semaine passée pour réaliser l'activité demandée en ENTOURANT le chiffre (UN SEUL CHIFFRE) qui correspond le mieux à votre difficulté sur une échelle de 0 à 10. Par activités courantes nous entendons les activités telles que vous les réalisiez avant d'avoir vos problèmes au poignet. Le zéro correspond à l'absence totale de difficulté et le 10 à l'incapacité complète à réaliser l'activité demandée.

Hygiène et soins personnels (s'habiller, se laver)	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Effectuer vos travaux ménagers à domicile (ménage, entretien)	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Effectuer votre travail (activité professionnelle ou travail quotidien habituel)	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Effectuer vos activités de loisir	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

ANNEXE 2. Questionnaire QuickDASH.

Quick DASH						
Veuillez évaluer vos possibilités d'effectuer les activités suivantes au cours des 7 derniers jours en entourant le chiffre placé sous la réponse appropriée						
		Aucune difficulté	Difficulté légère	Difficulté moyenne	Difficulté importante	Impossible
1.	Dévisser un couvercle serré ou neuf	1	2	3	4	5
2.	Effectuer des tâches ménagères lourdes (nettoyage des sols ou des murs)	1	2	3	4	5
3.	Porter des sacs de provisions ou une mallette	1	2	3	4	5
4.	Se laver le dos	1	2	3	4	5
5.	Couper la nourriture avec un couteau	1	2	3	4	5
6.	Activités de loisir nécessitant une certaine force ou avec des chocs au niveau de l'épaule du bras ou de la main. (bricolage, tennis, golf, etc..)	1	2	3	4	5
		Pas du tout	Légèrement	Moyennement	Beaucoup	Extrêmement
7.	Pendant les 7 derniers jours , à quel point votre épaule, votre bras ou votre main vous a-t-elle gêné dans vos relations avec votre famille, vos amis ou vos voisins ? (entourez une seule réponse)	1	2	3	4	5
		Pas du tout limité	Légèrement limité	Moyennement limité	Très limité	Incapable
8.	Avez-vous été limité dans votre travail ou une de vos activités quotidiennes habituelles en raison de problèmes à votre épaule, votre bras ou votre main?	1	2	3	4	5
Veuillez évaluer la sévérité des symptômes suivants durant les 7 derniers jours . (entourez une réponse sur chacune des lignes)		Aucune	Légère	Moyenne	Importante	Extrême
9.	Douleur de l'épaule, du bras ou de la main	1	2	3	4	5
10.	Picotements ou fourmillements douloureux de l'épaule, du bras ou de la main	1	2	3	4	5
		Pas du tout perturbé	Un peu perturbé	Moyennement perturbé	Très perturbé	Tellement perturbé que je ne peux pas dormir
11.	Pendant les 7 derniers jours , votre sommeil a-t-il été perturbé par une douleur de votre épaule, de votre bras ou de votre main ? (entourez une seule réponse)	1	2	3	4	5

Le score QuickDASH n'est pas valable s'il y a plus d'une réponse manquante.

Calcul du score du QuickDASH = ([somme des n réponses] - 1) X 25, où n est égal au nombre de réponses.

MODULE PROFESSIONNEL (OPTIONNEL)

Les questions suivantes concernent la gêne occasionnée par votre épaule, votre bras ou votre main **au cours de votre travail (y compris les travaux ménagers s'il s'agit de votre activité principale)**.

Précisez la nature de votre travail/métier : _____

Je ne travaille pas (Vous pouvez sauter cette partie du questionnaire)

Entourez la réponse qui décrit le plus précisément vos possibilités durant les 7 derniers jours.

Avez-vous eu des difficultés :	Aucune difficulté	Difficulté légère	Difficulté moyenne	Difficulté importante	Impossible
1. Pour travailler en utilisant votre technique habituelle ?	1	2	3	4	5
2. Pour travailler comme d'habitude à cause de la douleur de votre épaule, de votre bras ou de votre main ?	1	2	3	4	5
3. Pour travailler aussi bien que vous le souhaitez ?	1	2	3	4	5
4. Pour passer le temps habituellement consacré à votre travail ?	1	2	3	4	5

MODULE SPORTS/ACTIVITES ARTISTIQUES (OPTIONNEL)

Les questions suivantes concernent la gêne occasionnée par votre épaule, votre bras ou votre main **lorsque vous jouez d'un instrument ou que vous pratiquez un sport ou les deux**. Si vous pratiquez plusieurs sports ou plusieurs instruments (ou les deux), vous êtes priés de répondre en fonction de l'activité qui est la plus importante pour vous.

Indiquez le sport ou l'instrument qui est le plus important pour vous : _____

Je ne pratique aucun sport ni aucun instrument. (Vous pouvez sauter cette partie du questionnaire)

Entourez 1 seule réponse par ligne, considérant vos possibilités durant les 7 derniers jours.

Avez-vous eu des difficultés :	Aucune difficulté	Difficulté légère	Difficulté moyenne	Difficulté importante	Impossible
1. Pour pratiquer votre sport ou jouer de votre instrument avec votre technique habituelle ?	1	2	3	4	5
2. Pour pratiquer votre sport ou jouer de votre instrument à cause des douleurs de votre épaule, de votre bras ou de votre main ?	1	2	3	4	5
3. Pour pratiquer votre sport ou jouer de votre instrument aussi bien que vous le souhaitez ?	1	2	3	4	5
4. Pour passer le temps habituel à pratiquer votre sport ou jouer de votre instrument ?	1	2	3	4	5

Calcul du score pour les modules optionnels : Additionner les valeurs obtenues pour chaque réponse ; diviser par 4 (nombre de réponses) ; soustraire 1 ; multiplier par 25

Le score n'est valable pour les modules optionnels qu'en l'absence de réponse manquante.

VU

NANCY, le 22 juillet 2013

Le Président de Thèse

Professeur G. DAUTEL

NANCY, le 25 juillet 2013

Le Doyen de la Faculté de Médecine

Professeur H. COUDANE

AUTORISE À SOUTENIR ET À IMPRIMER LA THÈSE/6518

NANCY, le 27/08/2013

LE PRÉSIDENT DE L'UNIVERSITÉ DE LORRAINE

Professeur P. MUTZENHARDT

RÉSUMÉ DE LA THÈSE :

L'objectif de notre étude est d'étudier l'intérêt clinique et économique de l'utilisation d'une plaque verrouillée dorsale dans l'arthrodèse des 4 os à travers une évaluation rétrospective d'arthrodèses fixées par une plaque verrouillée Fusion®.

La série comprend 31 arthrodèses par plaque Fusion® réalisées chez 30 patients avec un recul moyen de 1 an. Une série de 35 arthrodèses par agrafes bipodes et quadripodes réalisées chez 29 patients sert de groupe de comparaison. Les résultats cliniques, fonctionnels et radiologiques comparatifs des 2 groupes sont rapportés. On compare dans un second temps les coûts engendrés dans les 2 groupes par la prise en charge de ces patients pour la Sécurité Sociale et pour l'établissement de santé.

L'utilisation de la plaque verrouillée dorsale Fusion® ne semble pas améliorer les résultats finaux en termes d'amplitudes articulaires, force, douleur et incapacité par rapport aux agrafes. Cependant, la récupération clinique et fonctionnelle semble plus rapide (immobilisation courte, diminution du nombre de séances de rééducation postopératoires et de la durée moyenne d'arrêt de travail). Malgré le surcoût de la plaque Fusion®, son utilisation permet de diminuer le coût global moyen par patient pour la Sécurité Sociale notamment par la diminution des indemnités journalières.

Au final, l'utilisation de cette plaque verrouillée dorsale Fusion® est bénéfique au patient, dont l'immobilisation est limitée et la reprise des activités plus précoce, mais est également avantageuse pour la Sécurité Sociale, en réduisant les sommes engagées pour la prise en charge de ces patients.

TITRE EN ANGLAIS :

Does the use of a locked dorsal plate in four-corner arthrodesis have a clinical and economic interest ?

THÈSE DE MÉDECINE SPÉCIALISÉE - ANNÉE 2013.

MOTS CLEFS :

Four-corner arthrodesis ; cost-utility analysis ; locked dorsal plate ; scapholunate advanced collapse ; scaphoid nonunion advanced collapse.

INTITULÉ ET ADRESSE DE L'U.F.R. :

UNIVERSITE DE LORRAINE

Faculté de Médecine de Nancy

9, avenue de la forêt de Haye

54505 Vandoeuvre-lès-Nancy Cedex