

THESE DE DOCTORAT EN MEDECINE

DIPLOME D'ETAT

Année : 2021

Thèse présentée par :

Monsieur TANNER Jean-Loup
Né-e le 14.03.1992 à Colombes

Thèse soutenue publiquement le vendredi 2 juillet 2021

Titre de la thèse :

Plaqué antérieure verrouillée de radius : positionnement
et facteurs de risque de complication.

Président Mr le Professeur LE NEN Dominique

Membres du jury Mr le Professeur DUBRANA Frédéric

Mr le Docteur HENRY Marc-Pierre

Mr le Docteur WILLIAMS Thomas

Mr le Docteur DI FRANCIA Rémi

Mr le Docteur LETISSIER Hoel

TABLE DES MATIERES

AVANT PROPOS	9
Références.....	11
ARTICLE 1.....	12
Résumé.....	12
Introduction	14
Matériel & Méthode	16
Résultats.....	19
Discussion.....	21
Conclusion.....	25
Annexes.....	26
Références.....	35
ARTICLE 2.....	37
Résumé.....	37
Introduction	39
Matériel & Méthode	41
Résultats.....	44
Discussion.....	45
Conclusion.....	49
Annexes.....	50
Références.....	57
CONCLUSION	59
Références.....	61

AVANT PROPOS

Les fractures de l'extrémité inférieure du radius sont des fractures courantes. Elles se répartissent de façon bimodale avec deux pics, l'un chez le sujet jeune plutôt masculin lors d'activités sportives ou de traumatismes à haute énergie, l'autre chez le sujet âgé majoritairement féminin atteint d'ostéoporose et pour des traumatismes à faible énergie [1][2]. Il existe une augmentation de l'incidence de ces fractures au cours des dernières décennies [2] et on peut extrapoler une poursuite de cette augmentation au vu du vieillissement de la population. Quelle que soit la prise en charge orthopédique ou chirurgicale, ce type de fracture entraîne un handicap fonctionnel avec une répercussion socio-économique importante [3].

La prise en charge des fractures de l'extrémité inférieure du radius implique en effet soit un traitement orthopédique avec en général une immobilisation pendant une période de 6 semaines, soit un traitement chirurgical. Pour la prise en charge chirurgicale, il existe deux grands principes, l'ostéosynthèse par brochage percutané selon Kapandji et l'ostéosynthèse à foyer ouvert par plaque. Depuis plus d'une dizaine d'années, il existe un essor important de l'ostéosynthèse à foyer ouvert par plaque antérieure de poignet [4][1]. Cette technique comporte des avantages dans la prise en charge des fractures articulaires ou comminutives avec un accès au foyer de fracture permettant une réduction la plus anatomique possible. Par ailleurs le développement des plaques verrouillées a permis une meilleure prise en charge des fractures sur os ostéoporotique. De plus, le post-opératoire des ostéosyntheses par plaque antérieure est plus simple, avec une immobilisation réduite ou absente et une rééducation précoce possible ; et donc une reprise de l'activité plus rapide et un moindre impact économique pour la société [5].

Cette technique n'est pour autant pas dénuée de complications [6][7]. Plusieurs auteurs ont travaillé sur le positionnement optimal de ces plaques antérieures de radius afin qu'elles soient le moins gênantes possible. Orbay [8] a démontré que les plaques devaient être positionnées en amont de la crête distale qui délimite la concavité palmaire du radius, ce qu'il a nommé la Watershed line, pour ne pas gêner la course des tendons fléchisseurs. Par la suite Soong et al. [9] ont montré une relation entre le positionnement de la plaque en aval de la Watershed line et la survenue de ruptures de tendon fléchisseur et en ont établi une classification radiologique.

Avec l'augmentation de l'incidence des fractures du radius, les industriels se sont aussi intéressés à cette problématique et ont développé une multitude de plaques de poignet. À ce jour, les plaques antérieures de poignets se disent verrouillées et anatomiques ; cependant en regardant les différents catalogues des fournisseurs, on constate des designs différents. Bergsma et al. [10] ont comparé le positionnement de deux designs de plaque par rapport à la Watershed line et ont trouvé une différence significative.

Dans un premier article, nous nous intéresserons à l'incidence du design de la plaque sur son positionnement, à propos de six types de plaques antérieures verrouillées de radius différentes.

Dans un second article, nous nous intéresserons aux complications des ostéosynthèses antérieures par plaque qui amènent à l'ablation du matériel afin de rechercher des complications liées au matériel en lui-même, ou au patient ou encore au type de fracture.

REFERENCES

- [1] Chung KC, Shauver MJ, Birkmeyer JD. Trends in the United States in the treatment of distal radial fractures in the elderly. *J Bone Joint Surg Am* 2009;91:1868–73. <https://doi.org/10.2106/JBJS.H.01297>.
- [2] Nellans KW, Kowalski E, Chung KC. The epidemiology of distal radius fractures. *Hand Clin* 2012;28:113–25. <https://doi.org/10.1016/j.hcl.2012.02.001>.
- [3] Shauver MJ, Yin H, Banerjee M, Chung KC. Current and future national costs to medicare for the treatment of distal radius fracture in the elderly. *J Hand Surg Am* 2011;36:1282–7. <https://doi.org/10.1016/j.jhsa.2011.05.017>.
- [4] Papin P, Berthonnaud E. Incidence of osteosynthesis of members in France. *Int Orthop* 2017;41:1501–6. <https://doi.org/10.1007/s00264-017-3502-6>.
- [5] Quadlbauer S, Pezzeri C, Jurkowitsch J, Rosenauer R, Kolmayr B, Keuchel T, et al. Rehabilitation after distal radius fractures: is there a need for immobilization and physiotherapy? *Arch Orthop Trauma Surg* 2020;140:651–63. <https://doi.org/10.1007/s00402-020-03367-w>.
- [6] Bentohami A, de Burlet K, de Korte N, van den Bekerom MPJ, Goslings JC, Schep NWL. Complications following volar locking plate fixation for distal radial fractures: a systematic review. *J Hand Surg Eur Vol* 2014;39:745–54. <https://doi.org/10.1177/1753193413511936>.
- [7] Yamamoto M, Fujihara Y, Fujihara N, Hirata H. A systematic review of volar locking plate removal after distal radius fracture. *Injury* 2017;48:2650–6. <https://doi.org/10.1016/j.injury.2017.10.010>.
- [8] Orbay J. Volar plate fixation of distal radius fractures. *Hand Clin* 2005;21:347–54. <https://doi.org/10.1016/j.hcl.2005.02.003>.
- [9] Soong M, Earp BE, Bishop G, Leung A, Blazar P. Volar locking plate implant prominence and flexor tendon rupture. *J Bone Joint Surg Am* 2011;93:328–35. <https://doi.org/10.2106/JBJS.J.00193>.
- [10] Bergsma M, Brown K, Doornberg J, Sierevelt I, Jaarsma R, Jadav B. Distal Radius Volar Plate Design and Volar Prominence to the Watershed Line in Clinical Practice: Comparison of Soong Grading of 2 Common Plates in 400 Patients. *J Hand Surg Am* 2019;44:853–9. <https://doi.org/10.1016/j.jhsa.2019.04.012>.

Étude du positionnement de six designs de plaque antérieure verrouillée de poignet par rapport à la Watershed line.

RÉSUMÉ

Introduction : Le positionnement d'une plaque antérieure de radius distal peut influencer la survenue de complications tendineuses telles que des tendinites et même des ruptures tendineuses, surtout quand celle-ci est positionnée distalement. Il existe à ce jour une multitude de plaques dites « anatomiques » avec des designs différents. Nous avons souhaité étudier l'influence du design sur le positionnement au niveau du radius distal. L'objectif principal était de comparer le positionnement de six plaques de poignet par rapport à la Watershed line grâce à la classification radiologique de Soong.

Les objectifs secondaires étaient d'évaluer l'épidémiologie de la pose de plaques antérieures verrouillées de poignet au niveau du département du Finistère ainsi que d'étudier si le type de fracture influençait le positionnement de la plaque.

Matériels et méthodes : Il a été analysées et classées 2723 plaques antérieures verrouillées de radius en fonction de la classification de Soong. Les plaques ont été regroupées en fonction de leur design en six groupes (Zimmer, Newclip, Stryker, Synthes, Médartis et Médartis Footprint). Pour chaque plaque il a été déterminé la fréquence du positionnement Soong 0+1 (regroupement des plaques classées Soong 0 et Soong 1) puis les plaques ont été comparées par une procédure de Marascuilo au risque α de 5%.

Résultats : La comparaison de la fréquence du positionnement Soong 0+1 par la procédure de Marascuillo a permis de trouver des différences significatives : les plaques Zimmer et Newclip se positionnent en amont de la Watershed line de façon significativement plus fréquente que les design Synthes et Médartis Footprint. Le design de la plaque Médartis se positionne significativement en amont de la Watershed line par rapport à son autre modèle Médartis Footprint. Nous observons une augmentation des ostéosynthèses des fractures du radius distales par plaques antérieures verrouillées au cours des dix dernières années au niveau du département du Finistère. Par ailleurs le type de fracture influence le design de plaque utilisé quand le centre possède différents types de plaques (utilisation de la plaque Médartis Footprint dans les fractures 2R3A).

Discussion / Conclusion : Notre étude a permis de mettre en évidence une différence significative de positionnement de différentes plaques antérieures verrouillées de poignet par rapport à la Watershed line. Le design de la plaque, est un facteur déterminant, afin de limiter la gêne sur matériel dans le cadre d'une fracture de l'extrémité distale du radius lorsque l'on ne prévoit pas d'ablation du matériel à titre systématique.

INTRODUCTION

Les fractures de l'extrémité inférieure du radius sont courantes [1,2] dans l'activité quotidienne du chirurgien orthopédiste. L'incidence de ces fractures tend à augmenter au vu du vieillissement de la population [3]. L'ostéosynthèse par plaque antérieure de radius est aujourd'hui l'intervention la plus pratiquée pour traiter cette fracture [4]. Les progrès techniques des nouvelles plaques verrouillées permettent un retour à la vie active des patients plus rapide (diminution ou absence d'immobilisation, rééducation précoce ou auto-rééducation) [5]. Cependant, le taux de complications après cette intervention peut représenter jusqu'à 30% selon les études [6][7].

Différents auteurs ont formulé l'hypothèse que le positionnement de la plaque était un facteur influençant la survenue de complications tendineuses telles que des tendinites et même des ruptures tendineuses. Orbay et al. [8] ont cherché à définir le bon positionnement des plaques antérieures de radius pour ne pas être en conflit avec les tendons fléchisseurs et ont décrit la Watershed line (Figure 1) qui est pour eux la limite distale à ne pas franchir. La Watershed line est définie par la crête distale du radius qui termine sa concavité palmaire. La plaque positionnée dans la concavité palmaire du radius ne vient pas gêner la course des fléchisseurs.

Par la suite Soong et al. [9] ont établi une classification radiologique du positionnement des plaques antérieures de radius par rapport à cette Watershed line et ont démontré une corrélation entre le positionnement trop distal des plaques et un risque de rupture des tendons fléchisseurs. Hinchcliff et al. [10] ont comparé trois plaques de designs différents en les positionnant en amont ou en aval de la Watershed line sur des sujets anatomiques ; ils ont montré que les lésions au niveau du tendon long fléchisseur du pouce étaient corrélées au placement par rapport à la Watershed line et non au design de la plaque. Selles et al. [11] ont également cherché à établir une corrélation entre la classification de Soong et le taux d'ablation de plaque antérieure de radius, toutes complications confondues. Bergsma et al. [12] ont comparé le positionnement de deux types de plaques antérieures de poignet selon

la classification de Soong et ont trouvé une différence entre le positionnement de ces deux plaques.

Nous avons fait l'hypothèse que le design de la plaque influence son bon positionnement par rapport à Watershed line. Le but de cette étude était de comparer six types de plaques antérieures verrouillées de radius se plaçant en amont de la Watershed line en fonction de la classification radiologique de Soong. Les objectifs secondaires étaient (1) d'étudier l'épidémiologie de la pose des plaques antérieures verrouillées par année au niveau du département du Finistère et (2) si le type de fracture influence le positionnement de la plaque selon la classification de Soong.

MATÉRIEL & MÉTHODE

Il s'agit d'une étude rétrospective multicentrique incluant plusieurs chirurgiens orthopédistes exerçant au sein des établissements publics du département du Finistère et possédant une activité de traumatologie chirurgicale. Les établissements comprennent le CHU de Brest (La Cavale Blanche), l'hôpital militaire HIA Clermont-Tonnerre (Hôpital d'Instruction des Armées), le CH des Pays de Morlaix, le CH de Landerneau Ferdinand Grall, le CH de Carhaix et le CH de Cornouaille Quimper Concarneau (Figure 2). L'étude est approuvée par le comité d'éthique local.

Parmi les établissements cités, le CHU de Brest est un trauma center de niveau 1, le CH des pays de Morlaix, l'hôpital militaire HIA et le CH de Cornouaille sont des trauma center de niveau 2 et les CH de Landerneau et de Carhaix des trauma center de niveau 3 [13].

Patients :

Les interventions ont été réalisées par des chirurgiens orthopédistes senior ayant une activité régulière en traumatologie. La voie d'abord chirurgicale était la voie de Henry, voie classique de l'abord antérieur du radius distal. L'intervention s'était déroulée sous contrôle scopique.

Le recueil des données était effectué sur les dossiers des patients ayant eu une ostéosynthèse des deux os de l'avant-bras avec le code MCCA005 entre 2009 et 2020. Nous avons inclus tous les patients avec une fracture de l'extrémité inférieure du radius articulaire ou extra articulaire ayant bénéficié d'une ostéosynthèse par plaque antérieure de poignet. Les patients inclus avaient tous un dossier radiographique numérique permettant d'effectuer une classification de Soong.

Parmi les patients ayant bénéficié d'une ostéosynthèse par plaque antérieure de poignet, ont été exclus les patients ostéosynthésés par plaque de poignet non verrouillée, ainsi que ceux avec une radiographie de profil non interprétable (Figure 3).

Les critères de qualité pour les radiographies de profil étaient définis par l'alignement du radius, du lunatum, du capitatum et du troisième métacarpien, associé à une superposition du radius et de l'ulna (la styloïde ulnaire se projetant au milieu de la tête ulnaire).

Méthodes :

La classification de Soong a été établie sur la meilleure radiographie de profil, c'est-à-dire sur le profil montrant l'image la plus fine de la plaque de poignet. Pour établir la classification de Soong nous avons tracé avec le logiciel du PACS (Telemis-Medical PACS Viewer) deux droites, une première droite parallèle à la corticale antérieure du radius, et la deuxième parallèle à la première passant tangentiellement à la corticale la plus palmaire en distal (Figure 4).

Selon la classification de Soong, les plaques qui étaient placées sous la droite passant par la corticale la plus palmaire étaient classées grade 0, les plaques affleurant la droite étaient classées grade 1 et enfin les plaques dépassant la droite étaient classées grade 2 [9]. La classification de Soong a été établie par un seul opérateur, une relecture des radiographies litigieuses a été effectuée avec un second opérateur jusqu'à obtention d'un accord.

Les différentes plaques de poignet ont été identifiées grâce au compte rendu opératoire, ou sur la radiographie de face lorsque celui-ci n'était pas disponible. Six types de plaques antérieures verrouillées de radius ont ainsi été incluses, tous centres confondus. Les six types de plaques étaient comparables entre elles : verrouillées, dites « anatomiques » et conçues pour être placées en amont de la Watershed Line (Tableau 1).

Les six plaques utilisées étaient (Figure 5) :

- VARIAX® (Stryker, Kalamazoo, USA),
- INITIAL R® (New Clip, 44115 Haute – Goulaine, France),
- VA LCP 2.4® (DePuy Synthes, New Brunswick, New Jersey 08933),
- APTUS® Wrist (Médartis, Hochbergerstrasse 4057 Basel, Suisse),
- APTUS® Wrist Fracture plate « Médartis Footprint » (Médartis, Hochbergerstrasse 4057 Basel, Suisse),
- DVR® (Zimmer Biomet, Warsaw Indiana 46580 USA).

Deux plaques Aptus du laboratoire Médartis ont été incluses dans l'étude car l'ancillaire disponible au bloc opératoire des centres possédant cette plaque comprend ces deux plaques avec des designs différents. La plaque Médartis Foot possède une épaisseur plus fine par rapport à la plaque Médartis et surtout un design avec des trous de vis très distaux (sans « lèvres » après les vis) pour pouvoir se placer au plus près de la Watershed Line (Tableau 1).

Statistiques :

Pour chaque variable, les moyennes et écarts-types ont été calculés après avoir vérifié la normalité par un test de Chi2. Afin de tenir compte des différences d'effectifs et d'être en mesure de comparer toutes les proportions ensemble, une procédure de Marascuilo au risque α de 5% a été réalisée. Les analyses ont été réalisées avec le logiciel XLSTAT (2016) Statistical Software for Excel et le logiciel MedCalc Statistical Software version 19.4.1 (MedCalc Software Ltd, Ostend, Belgium ; <https://www.medcalc.org> ; 2020).

RÉSULTATS

Il a été inclus au total 2723 patients sur l'ensemble de tous les établissements. L'âge moyen des patients lors du traumatisme était de 65 ans avec un minimum de 14 ans et un maximum de 102 ans, le sexe ratio était de 8 femmes pour 2 hommes. La latéralité de la fracture était de 56% du côté gauche et 44% du côté droit. Pour 154 patients il n'y avait pas de radiographie pré opératoire numérique (Tableau 2).

Il a été inclus 2723 plaques antérieures de radius verrouillées dans l'étude, puis elles ont été divisées en six cohortes en fonction des différents designs de plaque, 827 plaques Médartis (30%), 69 plaques Médartis Footprint (3%), 472 plaques Newclip (17%), 37 plaques Stryker (1%), 1225 plaques Synthes (45%) et 93 plaques Zimmer Biomet (3%). Les caractéristiques des différentes cohortes sont détaillées dans le tableau suivant (Tableau 3).

Dans chaque cohorte il a été déterminé les taux de Soong 0, 1 et 2 (Tableau 4). Pour l'analyse statistique il a été établi deux sous-groupes par cohorte : Soong 0 + 1 et Soong 2 (Tableau 5 et Figure 6). Les designs de plaques Zimmer Biomet et Newclip sont davantage classés Soong 0 + 1 par rapport aux autres designs. Cependant il n'existe pas de différence significative entre ces deux plaques.

De 2010 à 2019 il est observé une augmentation du nombre des plaques antérieures verrouillées de radius posées au niveau du département Finistère (Figure 7).

Par ailleurs, le type de fracture a été déterminé selon la classification de l'AO [14] en 3 stades 2R3A, 2R3B et 2R3C. Dans chaque stade il a été déterminé la classification de Soong :

- parmi les fractures 2R3A, 285 étaient Soong 0 (17%), 412 étaient Soong 1 (24%) et 1002 étaient Soong 2 (59%)
- parmi les fractures 2R3B, 7 étaient Soong 0 (20%), 11 étaient Soong 1 (31%) et 17 étaient Soong 2 (49%)
- parmi les fractures 2R3C 145 étaient Soong 0 (17%), 195 étaient Soong 1 (23%) et 490 étaient Soong 2 (59%).

Notre étude montre que le design des plaques influence directement leur positionnement par rapport à la Watershed line. En effet il existait des différences significatives pour la proportion des plaques Soong 0+1 entre les différents groupes. Le design des plaques Zimmer Biomet et Newclip les positionne en amont de la Watershed line (Soong 0 et 1) de façon significativement plus fréquente que les designs Synthes et Médartis Footprint (59,1% dans le groupe Zimmer, 50,8% dans le groupe Newclip, 35,5% dans le groupe Synthes et 21,7% dans le groupe Médartis Footprint). Le design de la plaque Médartis la positionne significativement en amont de la Watershed line par rapport à son autre modèle Médartis Footprint (42,8% pour le groupe Médartis à comparer à 21,7% dans le groupe Médartis Footprint). Par contre il n'existe pas de différence significative entre les designs Zimmer Biomet, Newclip. Le faible effectif des plaques Stryker a pour conséquence probable un manque de puissance ce qui rend leurs résultats non significatifs.

Lorsqu'un centre possède deux designs de plaque différents, il y a une tendance à utiliser un design plutôt que l'autre en fonction du type de fracture. Ainsi, dans le centre de la Cavale Blanche à Brest, la plaque Médartis et la plaque Médartis Footprint sont toutes les deux disponibles ; la plaque Médartis Footprint est utilisée de préférence dans les fractures très distales et articulaires de type 2R3C plutôt que la plaque Médartis. Ceci s'explique par le fait que la plaque Médartis Footprint n'est pas pourvue d'une « lèvre distale » ce qui devrait permettre de placer la plaque et les vis au plus près de la Watershed line. Cependant malgré son design minimaliste pour pouvoir s'approcher au plus près de la Watershed line, c'est la plaque qui est le plus fréquemment Soong 2.

Nous retrouvons comme dans l'étude de Papin et al. [15] une augmentation des ostéosynthèses par plaques antérieures verrouillées de poignet sur la dernière décennie avec un taux qui s'équilibre entre 400 – 450 par an sur les 4 dernières années au niveau du département Finistère.

D'autres auteurs ont cherché à étudier le positionnement des plaques par rapport la Watershed line comme Limthongthang et al. [16] qui ont réalisé une étude cadavérique comparative de 5 plaques de radius sur os sain (absence de fracture). Le but de leur étude était d'étudier la zone de contact entre les différentes plaques et le LFP ainsi que le positionnement par rapport à la Watershed line. Sur os sain cadavérique, ils ont retrouvé 90% de plaques Soong 0 et 10% de plaques Soong 1. Notre étude a l'avantage de refléter la vie réelle avec les différents types de fractures et les limites techniques de la mise en place de la plaque sur un sujet vivant. Elle intègre les difficultés engendrées par les différentes fractures pour la réduction ainsi que les contraintes mécaniques qu'on ne peut négliger pour stabiliser la fracture, ce qui impose parfois un positionnement de la plaque plus distal afin de garder une bonne réduction du foyer de fracture.

L'étude de Bergsma et al. [12] arrive à la même conclusion que notre étude en comparant le positionnement des plaques VA Synthes et DVR Zimmer Biomet. Elle montre aussi un positionnement plus distal sur la Watershed line (Soong 2) pour les plaques Synthes par rapport aux plaques DVR Zimmer Biomet (9% de Soong 2 dans le groupe DVR comparé à 17% de Soong 2 dans le groupe Synthes).

Nous retrouvons un taux de plaques Soong 2 plus important dans notre étude que dans la littérature où les taux peuvent aller jusqu'à 46% avec tout type de plaques [9,12,17,18], à comparer aux 59% trouvés dans notre étude. Il est possible qu'il s'agisse de pratiques différentes avec des propensions à pousser les indications des ostéosynthèses par plaque très distal. En effet les centres de l'ouest breton ont tous eu une influence du centre formateur (CHRU de Brest).

Différents biais sont retrouvés dans cette étude. Tout d'abord, la classification de Soong n'a été établie que par un seul opérateur, ce biais a été pris en compte par la relecture des cas litigieux. Par ailleurs des études de reproductibilité inter et intra observateur pour la classification Soong ont montré une bonne reproductibilité de cette classification[19]. D'autre part, la classification de Soong a été établie sur la meilleure radiographie de profil réalisée. Par ailleurs le recueil de données des radiographies s'est effectué sur le serveur numérique de stockage de chaque établissement. Cependant tous les établissements n'étaient pas dotés de ces serveurs en 2009. Le recueil de données concerne donc une période plus courte pour certains centres (4 ans pour Landernau par exemple).

Le fort taux de plaques positionnées distalement à la Watershed line montre que malgré toutes les innovations que peuvent produire les industriels, il existe une infinité de fractures qui ne peuvent pas être prises en charge avec seulement un type de plaque. Il faut souvent davantage s'adapter à la fracture qu'au design de la plaque ce qui peut rendre son positionnement non optimal et dépassant donc la Watershed line. Certain centre pour parer à cette difficulté procède à l'ablation systématique de toutes leurs plaques quel que soit leur positionnement. Les centres devraient idéalement avoir dans leur arsenal plusieurs types de plaques pour pouvoir s'adapter au mieux à la fracture. Quand le positionnement n'est pas optimal, peut-être envisager l'ablation de la plaque précocement, voire systématiquement, comme dans certains centres.

Notre étude ne s'est intéressée qu'au positionnement des différentes plaques en fonction de la Watershed line sans s'intéresser aux complications cliniques que cela pouvait entraîner comme l'a fait l'étude de Soong et al.[9] Nous nous intéresserons à cela dans une autre étude. Par ailleurs, il serait intéressant d'analyser s'il existe une courbe d'apprentissage par rapport au positionnement des plaques de poignet.

L'avantage de notre étude est son aspect multicentrique qui reflète l'activité et les habitudes chirurgicales sur les 10 dernières années au niveau des établissements publics du département Finistère (regroupant environ une population de 900 000 habitants). Notre population comprenait 2723 patients, répartis en six groupes de taille importante (sauf pour le groupe Stryker), ce qui nous a permis comparer six designs de plaques différents.

Devant la multitude de plaques antérieures verrouillées de radius proposées par les industriels avec toutes la même qualification de « plaques anatomiques », notre étude permet d'aiguiller le chirurgien dans son choix du design de plaque. Dans un centre où la tendance est à ne pas ré intervenir pour une ablation de systématique de matériel, les plaques Zimmer ou Newclip paraissent avoir leurs avantages car elles seront moins gênantes par rapport aux autres modèles.

CONCLUSION

Cette étude a permis de classer six designs de plaques antérieures verrouillées de radius en fonction de la fréquence de leur positionnement par rapport à la Watershed line. Les plaques Zimmer et Newclip se positionnent plus fréquemment au niveau ou en amont de la Watershed line que les plaques Synthes et Médartis Footprint. De même pour la plaque Médartis et son autre modèle Médartis Footprint. Lorsqu'un centre possède différents designs de plaque, on remarque que le type de fracture influence le choix du design de la plaque. On observe une augmentation sur le département du Finistère au cours des dix dernières années des ostéosynthèses par plaques antérieures verrouillées de radius. Devant un choix important de designs de plaques antérieures verrouillées, notre étude porte à privilégier l'utilisation de deux designs (Zimmer et Newclip) pour une gêne minimale si l'opérateur n'envisage pas l'ablation du matériel à titre systématique.

ANNEXES



Figure 1 : La Watershed line [8]



Figure 2 : Carte des différents centres

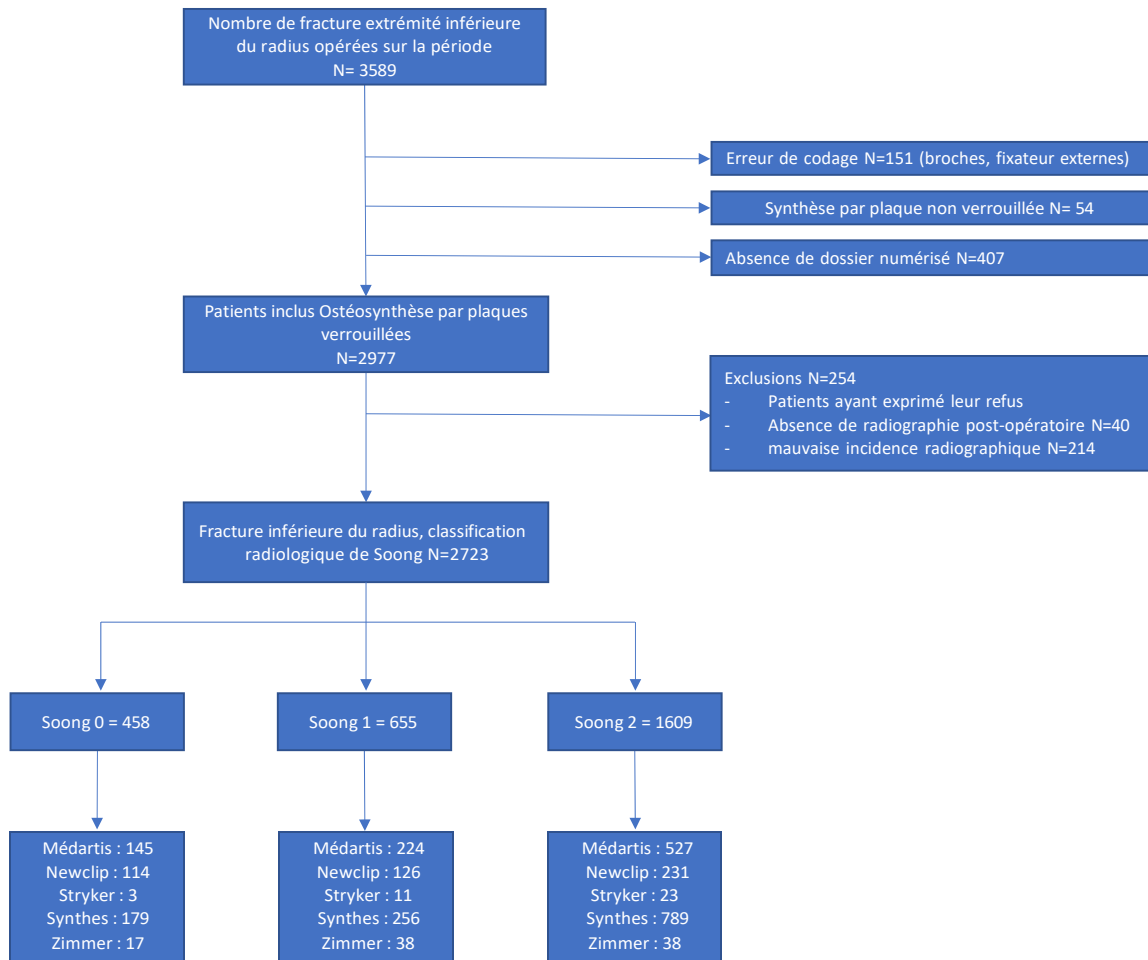


Figure 3 : Flow Chart

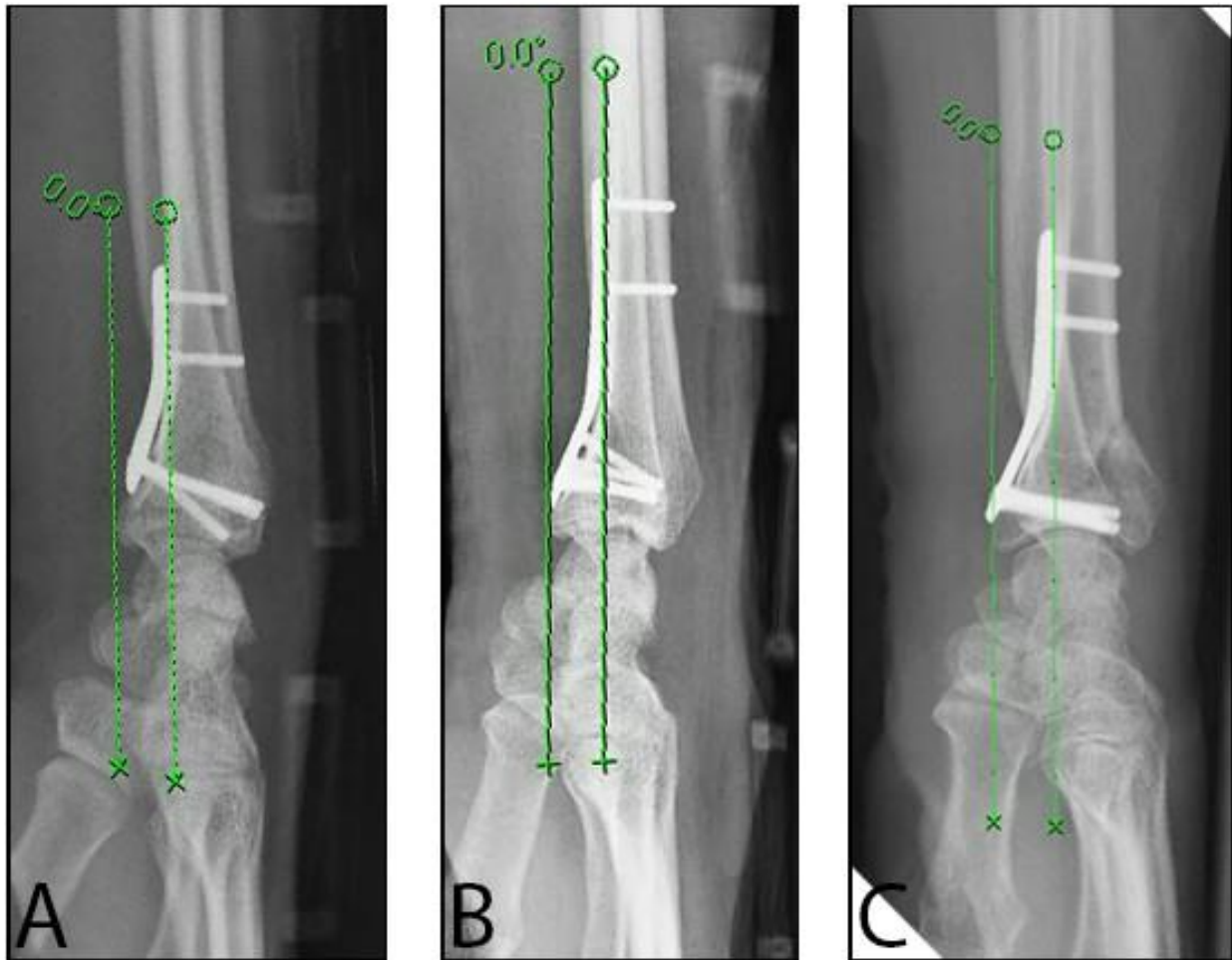


Figure 4 : Classification de Soong (A : Soong 0 ; B : Soong 1 ; C : Soong 2)



Figure 5 : Les différents designs de plaques : 1 Variax, 2 Initial R, 3 Aptus Footprint, 4 Aptus Wrist, 5 VA LCP 2.4, 6 DVR

Tableau 1 : Caractéristiques des plaques (WL = Watershed Line, * Donnée non fournie par le constructeur)

	Zimmer	Newclip	Stryker	Synthes	Médartis	Médartis Footprint
Verrouillée	oui	oui	oui	oui	oui	oui
Placement	Amont WL	Amont WL	Amont WL	Amont WL	Amont WL	Amont WL
Epaisseur	2,2mm *	2,2mm	2mm	2mm *	2mm	1,6mm
Matériaux		titanium	titanium	titanium	titanium	titanium

Tableau 2 : Caractéristiques de la population

Population (N=2723)	
Age	
Moyen	65
Min	14
Max	102
Ecart type	17
Latéralité	
Droite	1193 (44%)
Gauche	1530 (56%)
Sexe	
Femme	2142 (79%)
Homme	581 (21%)
Bascule	
Postérieure	2245 (89%)
Antérieure	285(11%)
Fracture AO	
2R3A	1705 (66%)
2R3B	35 (1%)
2R3C	830 (32%)

Tableau 3 : Population en fonction des cohortes

	Zimmer	Newclip	Stryker	Synthes	Médartis total	Médartis	Médartis Footprint
Age							
Moyen	64	66	65	65	64	65	62
ET	18	17	18	16	17	17	19
Min	18	16	20	16	14	14	19
Max	94	102	90	97	97	97	87
Latéralité							
Droite	46 (49%)	191(40%)	16 (43%)	541 (44%)	399 (45%)	367 (44%)	32 (46%)
Gauche	47 (51%)	281 (60%)	21 (57%)	684 (56%)	497 (55%)	460 (56%)	37 (54%)
	93	472	37	1225	896	827	69
Sexe							
Femme	74 (80%)	385 (82%)	24 (65%)	981 (80%)	678 (76%)	625 (76%)	53 (77%)
Homme	19 (20%)	87 (18%)	13 (35%)	244 (20%)	218 (24%)	202 (24%)	16 (23%)
	93	472	37	1225	896	827	69
Bascule							
Postérieure	79 (92%)	409 (90%)	33 (89%)	971 (87%)	753 (89%)	693 (89%)	60 (91%)
Antérieure	7 (8%)	44 (10%)	4 (11%)	141 (13%)	89 (11%)	83 (11%)	6 (9%)
	86	453	37	1112	842	776	66
Fracture AO							
2R3A	62 (72%)	294 (64%)	17 (47%)	804 (72%)	528 (61%)	491 (62%)	37 (54%)
2R3B	0 (0%)	8 (2%)	1 (3%)	11 (1%)	15 (2%)	14 (2%)	1 (1%)
2R3C	24 (28%)	159 (34%)	18 (50%)	308 (27%)	321 (37%)	291 (37%)	30 (44%)
	86	461	36	1123	864	796	68

Tableau 4 : Classification de Soong par cohorte

	Zimmer	Newclip	Stryker	Synthes	Médartis total	Médartis	Médartis Footprint
N	93	472	37	1225	896	827	69
Soong 0	17 (18%)	114 (24%)	3 (8%)	179 (15%)	145 (16%)	140 (17%)	5 (7%)
Soong 1	38 (41%)	126 (27%)	11 (30%)	256 (21%)	224 (25%)	214 (26%)	10 (15%)
Soong 2	38 (41%)	232 (49%)	23 (62%)	790 (64%)	527 (59%)	473 (57%)	54 (78%)

Tableau 5 : Sous-groupes Soong 0+1 et Soong 2 par cohorte

	Zimmer	Newclip	Stryker	Synthes	Médartis total	Médartis	Médartis Footprint
N	93	472	37	1225	896	827	69
Soong 0 + 1	55	240	14	435	369	354	15
Soong 2	38	232	23	790	527	473	54

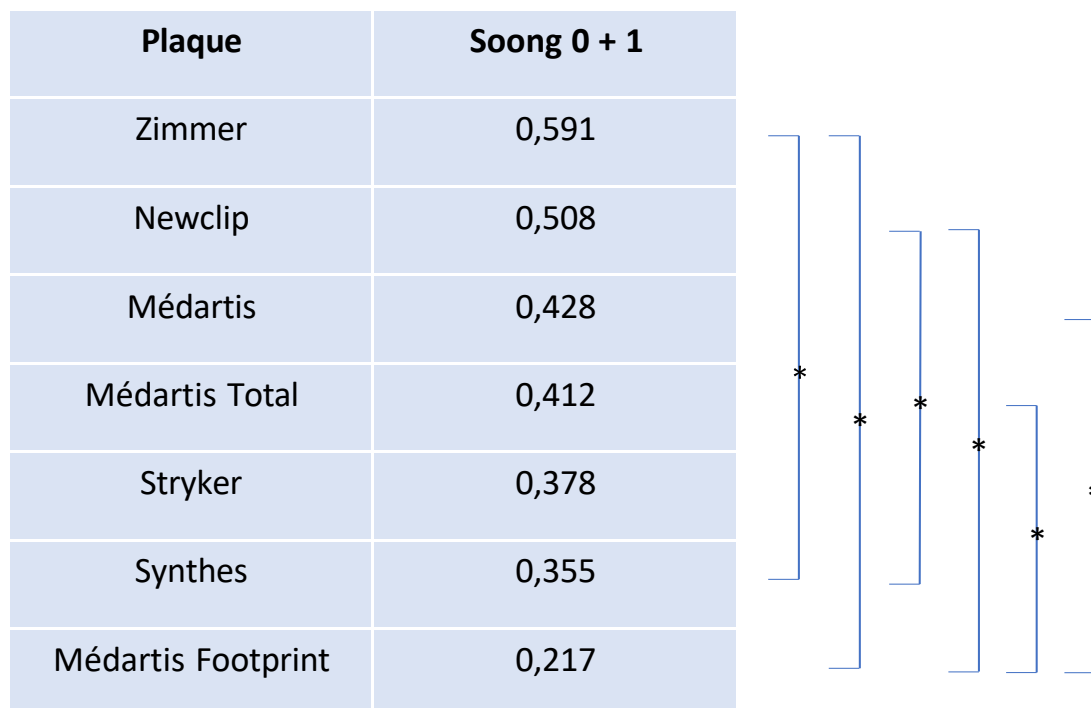


Figure 6 : Fréquence des plaques classées Soong 0+1 pour chaque type de plaque, classement par ordre décroissant. Les différences significatives (procédure de Marascuilo) sont marquées par une *

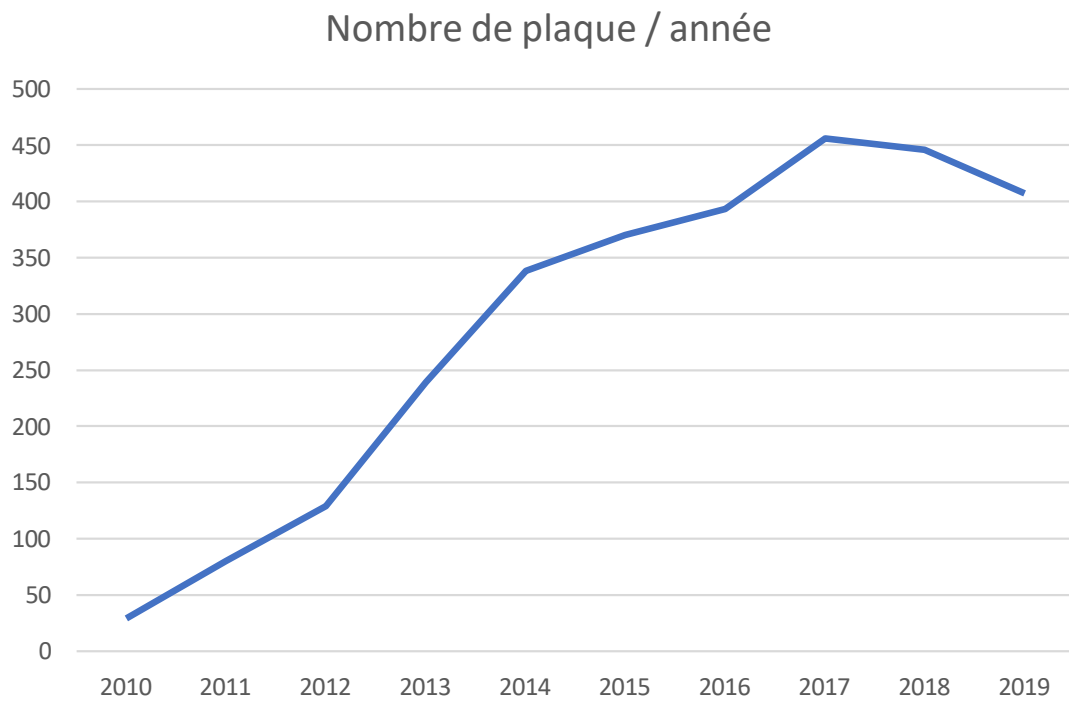


Figure 7 : Nombre d'ostéosynthèses par plaques par année

Radius, distal end segment,
extraarticular fracture
2R3A



Radius, distal end segment,
partial articular fracture
2R3B



Radius, distal end segment,
complete articular fracture
2R3C



Figure 8 : Classement des fractures selon l'AO

RÉFÉRENCES

- [1] Jerrhag D, Englund M, Karlsson MK, Rosengren BE. Epidemiology and time trends of distal forearm fractures in adults - a study of 11.2 million person-years in Sweden. *BMC Musculoskelet Disord* 2017;18:240. <https://doi.org/10.1186/s12891-017-1596-z>.
- [2] Karl JW, Olson PR, Rosenwasser MP. The Epidemiology of Upper Extremity Fractures in the United States, 2009. *J Orthop Trauma* 2015;29:e242-244. <https://doi.org/10.1097/BOT.0000000000000312>.
- [3] Corsino CB, Reeves RA, Sieg RN. Distal Radius Fractures. StatPearls, Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2020.
- [4] Kj K, Jj H, Jo A, Jn W. Fractures of the distal part of the radius. The evolution of practice over time. Where's the evidence? *The Journal of Bone and Joint Surgery American* Volume 2008;90. <https://doi.org/10.2106/JBJS.G.01569>.
- [5] Brehmer JL, Husband JB. Accelerated rehabilitation compared with a standard protocol after distal radial fractures treated with volar open reduction and internal fixation: a prospective, randomized, controlled study. *J Bone Joint Surg Am* 2014;96:1621–30. <https://doi.org/10.2106/JBJS.M.00860>.
- [6] Yamamoto M, Fujihara Y, Fujihara N, Hirata H. A systematic review of volar locking plate removal after distal radius fracture. *Injury* 2017;48:2650–6. <https://doi.org/10.1016/j.injury.2017.10.010>.
- [7] Arora R, Lutz M, Hennerbichler A, Krappinger D, Espen D, Gabl M. Complications following internal fixation of unstable distal radius fracture with a palmar locking-plate. *J Orthop Trauma* 2007;21:316–22. <https://doi.org/10.1097/BOT.0b013e318059b993>.
- [8] Orbay J. Volar plate fixation of distal radius fractures. *Hand Clin* 2005;21:347–54. <https://doi.org/10.1016/j.hcl.2005.02.003>.
- [9] Soong M, Earp BE, Bishop G, Leung A, Blazar P. Volar locking plate implant prominence and flexor tendon rupture. *J Bone Joint Surg Am* 2011;93:328–35. <https://doi.org/10.2106/JBJS.J.00193>.
- [10] Hinchcliff KM, Volk I, Ivanova X, Taylor S, Szabo RM. Impact of Design on Force between Flexor Tendons and Distal Radius Volar Plates. *J Wrist Surg* 2019;8:280–7. <https://doi.org/10.1055/s-0039-1683845>.

- [11] Selles CA, Reerds STH, Roukema G, van der Vlies KH, Cleffken BI, Schep NWL. Relationship between plate removal and Soong grading following surgery for fractured distal radius. *J Hand Surg Eur Vol* 2018;43:137–41. <https://doi.org/10.1177/1753193417726636>.
- [12] Bergsma M, Brown K, Doornberg J, Sierevelt I, Jaarsma R, Jadav B. Distal Radius Volar Plate Design and Volar Prominence to the Watershed Line in Clinical Practice: Comparison of Soong Grading of 2 Common Plates in 400 Patients. *J Hand Surg Am* 2019;44:853–9. <https://doi.org/10.1016/j.jhsa.2019.04.012>.
- [13] David JS, Bouzat P, Raux M. Evolution and organisation of trauma systems. *Anaesth Crit Care Pain Med* 2019;38:161–7. <https://doi.org/10.1016/j.accpm.2018.01.006>.
- [14] Meinberg EG, Agel J, Roberts CS, Karam MD, Kellam JF. Fracture and Dislocation Classification Compendium-2018. *J Orthop Trauma* 2018;32 Suppl 1:S1–170. <https://doi.org/10.1097/BOT.0000000000001063>.
- [15] Papin P, Berthonnaud E. Incidence of osteosynthesis of members in France. *Int Orthop* 2017;41:1501–6. <https://doi.org/10.1007/s00264-017-3502-6>.
- [16] Limthongthang R, Bachoura A, Jacoby SM, Osterman AL. Distal radius volar locking plate design and associated vulnerability of the flexor pollicis longus. *J Hand Surg Am* 2014;39:852–60. <https://doi.org/10.1016/j.jhsa.2014.01.038>.
- [17] Snoddy MC, An TJ, Hooe BS, Kay HF, Lee DH, Pappas ND. Incidence and reasons for hardware removal following operative fixation of distal radius fractures. *J Hand Surg Am* 2015;40:505–7. <https://doi.org/10.1016/j.jhsa.2014.11.022>.
- [18] Cook A, Baldwin P, Fowler JR. Incidence of Flexor Pollicis Longus Complications Following Volar Locking Plate Fixation of Distal Radius Fractures. *Hand (N Y)* 2020;15:692–7. <https://doi.org/10.1177/1558944718820956>.
- [19] Lutsky KF, Jimenez M, Rivlin M, Matzon JL, Maltenfort M, Beredjiklian PK. Reliability of the Soong Classification for Volar Plate Position. *Journal of Hand Surgery* 2016;41:e199–202. <https://doi.org/10.1016/j.jhsa.2016.04.024>.

Facteurs de risque de complications après ostéosynthèse du radius par plaque antérieure verrouillée.

RÉSUMÉ

Introduction : Le nombre de fractures de l'extrémité inférieure du radius augmente avec le vieillissement de la population, induisant une augmentation du nombre d'ostéosyntheses par plaque antérieure verrouillée. Le taux de complication après ostéosynthèse par plaque antérieure verrouillée varie énormément en fonction des séries. Plusieurs auteurs se sont déjà intéressés à ces complications et ont cherché des moyens pour les réduire. L'objectif de cette étude était la recherche de facteurs de risque de complications après ostéosynthèse par plaque antérieure verrouillée de radius amenant à l'ablation du matériel.

Matériel et méthode : Il a été inclus 2951 patients dans l'étude, divisés en deux groupes : ostéosynthèse sans AMO et ostéosynthèse avec AMO. Ensuite, il a été recherché des facteurs intrinsèques au patient (âge, sexe, latéralité, bascule de la fracture et type de fracture selon l'AO) ainsi qu'un facteur extrinsèque (le positionnement de la plaque selon la classification de Soong). Pour tous ces facteurs, les risques relatifs (RR) ont été calculés en univarié et en multivarié. Les facteurs de risque dont le risque relatif avait un seuil de significativité $p < 0,02$ ont été conservés pour l'analyse multivariée.

Résultats : Les analyses univariées et multivariées ont identifié trois facteurs de risque de complications, et donc d'ablation du matériel d'ostéosynthèse : l'âge inférieur à 62 ans (RR = 1,99), le type de fracture 2R3C (RR = 1,50) selon la classification de l'AO et le positionnement de la plaque Soong 2 (RR = 1,73). Trois facteurs protecteurs ont aussi été identifiés : le type de fracture 2R3A (RR = 0,65) selon la classification de l'AO, le positionnement Soong 1 (RR = 0,61) et le positionnement Soong 0+1 (RR = 0,58) (regroupant les positionnement Soong 0 et Soong 1).

Discussion / conclusion : Notre étude a montré que le positionnement de la plaque Soong 2 était un facteur de risque de complication et donc d'ablation du matériel d'ostéosynthèse. Il s'agit d'un critère extrinsèque au patient et qui dépend du matériel et du chirurgien. Par ailleurs, il a été identifié des facteurs intrinsèques au patient comme l'âge ou le type de fracture. L'analyse de ces facteurs de risque après ostéosynthèse du radius par plaque antérieure permet de détecter précocement ces complications et de pouvoir proposer une ablation préventive du matériel.

INTRODUCTION

Depuis dix ans, le nombre d'ostéosynthèses par plaque antérieure de radius a presque doublé [1]. Le taux de complication après ostéosynthèse du radius par plaque antérieure verrouillée varie énormément : entre 3 et 48% en fonction des séries [2][3][4]. Les complications imposant le retrait de la plaque sont multiples telles que les tendinites ou ténosynovites, les faillites du matériel, les syndromes du canal carpien [3][5].

Pour diminuer ces complications, certains auteurs recommandent de ne pas dépasser la Watershed line (Figure 1) afin de prévenir le risque de rupture tendineuse [6][7]. D'autres ont montré que les vis ne doivent pas dépasser la corticale postérieure et ont trouvé des moyens de prévenir cela [8][9]. D'autres auteurs encore ont proposé une neurolyse préventive du nerf médian en libérant le canal carpien dans la voie d'abord de l'ostéosynthèse [10]. Enfin d'autres études ont cherché à démontrer avec des modèles animaux que les matériaux de la plaque pouvaient avoir un impact sur l'attrition des tendons [11]. Les praticiens ne sont pas les seuls à chercher des solutions afin de réduire ces complications : les laboratoires développent sans cesse de nouvelles plaques. Actuellement les plaques antérieures verrouillées de radius se veulent low profil, s'adaptant à la Watershed Line avec des vis verrouillées. Par ailleurs le taux d'ablation de plaque antérieure de radius varie en fonction des centres, certains les enlevant de manière systématique et d'autres au cas par cas en fonction de l'âge du patient ou en fonction des survenues de complications [12].

Le but de cette étude était de chercher des facteurs de risque de survenue de complications après ostéosynthèse par plaque antérieure verrouillée de radius amenant à l'ablation du matériel. L'hypothèse principale était que le positionnement de la plaque avait une influence sur le risque de complication dans les ostéosynthèses du radius distal par plaque antérieure verrouillée. L'objectif secondaire était de rechercher s'il existait des facteurs intrinsèques au patient dans la survenue de complications amenant à l'ablation du matériel.

MATÉRIEL & MÉTHODE

Il s'agissait d'une étude rétrospective multicentrique incluant plusieurs chirurgiens orthopédistes exerçant au sein des établissements publics du département du Finistère et possédant une activité de traumatologie chirurgicale. Les établissements comprenaient le CHU de Brest La Cavale Blanche, l'hôpital militaire HIA Clermont-Tonnerre (Hôpital d'Instruction des Armées), le CH des Pays de Morlaix, le CH de Landerneau Ferdinand Grall, le CH de Carhaix et le CH de Cornouaille Quimper Concarneau (Figure 2). L'étude était approuvée par le comité d'éthique local.

Parmi les établissements cités, le CHU de Brest était un trauma center de niveau 1, le CH des pays de Morlaix, l'hôpital militaire HIA et le CH de Cornouaille étaient des trauma center de niveau 2 et les CH de Landerneau et de Carhaix des trauma center de niveau 3[13].

Patients :

Les interventions ont été réalisées par des chirurgiens orthopédistes seniors ayant une activité régulière en traumatologie. La voie d'abord chirurgicale était la voie de Henry, voie classique de l'abord antérieur du radius distal. L'intervention s'était déroulée sous contrôle scopique.

Le recueil des données était effectué sur les dossiers des patients ayant eu une ostéosynthèse des deux os de l'avant-bras avec le code MCCA005 entre 2009 et 2020. Nous avons inclus tous les patients avec une fracture de l'extrémité inférieure du radius articulaire ou extra articulaire ayant bénéficié d'une ostéosynthèse par plaque antérieure de poignet. Les patients inclus avaient tous un dossier radiographique numérique permettant d'effectuer une classification de Soong.

Parmi ces patients ayant bénéficié d'une ostéosynthèse par plaque antérieure de poignet, ont été exclus les patients ostéosynthésés par plaque de poignet non verrouillée.

Méthodes :

Parmi les patients inclus, nous avons recherché les patients ayant eu une ablation de matériel grâce au code PAGA011. Nous avons retrouvé 269 ablations de matériel. Ensuite nous avons divisé notre population en deux groupes : les patients ostéosynthésés par plaque antérieure de radius verrouillée sans ablation de matériel (groupe « Otéosynthèse sans AMO ») considérés comme une population saine et les patients ostéosynthésés par plaque antérieure de radius verrouillée avec ablation de matériel (groupe « Ostéosynthèse avec AMO ») considérés comme une « population malade » (Figure 3).

L'ablation de matériel est considérée ici comme une complication. Nous avons recherché les causes de ces ablations (comptes rendus de consultation, d'hospitalisation et opératoires). Parmi les causes d'ablations, nous avons exclu les ablations systématiques, qui ne sont pas une complication mais un choix du chirurgien. 26 ablations systématiques ont été exclues de l'étude.

Il a été inclus au total 2951 patients sur l'ensemble de tous les établissements cités. Pour chaque patient nous avons recueilli des facteurs intrinsèques : l'âge au moment de la fracture, la latéralité, le déplacement, le type de fracture selon la classification de l'AO et un facteur extrinsèque : le positionnement de la plaque selon la classification de Soong.

La classification de Soong a été établie dans les deux groupes. Celle-ci a été réalisée sur la meilleure radiographie de profil, c'est-à-dire sur le profil montrant l'image la plus fine de la plaque de poignet. Pour établir cette classification nous avons tracé avec le logiciel du PACS (Telemis-Medical PACS Viewer) deux droites, une première droite parallèle à la corticale antérieure du radius, et la deuxième parallèle à la première passant tangentiellement à la corticale la plus palmaire en distal.

Selon la classification de Soong, les plaques qui étaient placées sous la droite passant par la corticale la plus palmaire étaient classées grade 0, les plaques affleurant la droite étaient classées grade 1 et enfin les plaques dépassant la droite étaient classées grade 2[7]. Une relecture des radiographies litigieuses a été effectuée avec un second opérateur jusqu'à obtention d'un accord (Figure 4).

La classification de Soong n'a pas été établie pour 220 patients qui présentaient une radiographie de profil ininterprétable (216 dans le groupe sans AMO et 4 dans le groupe avec AMO).

Six designs de plaque antérieure de poignet ont été identifiés, par le compte rendu opératoire ou sur la radiographie de face lorsque celui-ci n'était pas disponible. Les six types de plaques étaient comparables entre elles : verrouillées, anatomiques et conçues pour être placées en amont de la Watershed Line (Tableau 1).

Les six plaques utilisées étaient (Figure 5) :

- VARIAX® (Stryker, Kalamazoo, USA),
- INITIAL R® (New Clip, 44115 Haute – Goulaine, France),
- VA LCP2.4 (DePuy Synthes, New Brunswick, New Jersey 08933),
- APTUS® Wrist (Médartis, Hochbergerstrasse 4057 Basel, Suisse),
- APTUS® Wrist Fracture plate (Médartis, Hochbergerstrasse 4057 Basel, Suisse),
- DVR® (Zimmer Biomet, Warsaw Indiana 46580 USA).

Statistiques :

Pour chaque variable, les moyennes et écarts-types ont été calculés après avoir vérifié la normalité par un test de Chi2. Les moyennes ont été comparées par des t-test et les proportions par des tests de Chi2 au risque α de 0.05. Les risques relatifs ont été calculés en univarié et en multivarié. Les facteurs de risques dont le risque relatif avait un seuil de significativité $p < 0,02$ ont été conservés pour l'analyse multivariée : une régression logistique a été réalisée (méthode rétrospective). Les statistiques ont été réalisées par le logiciel MedCalc Statistical Software version 19.4.1 (MedCalc Software Ltd, Ostend, Belgium; <https://www.medcalc.org>; 2020)

Il a été inclus 2951 ostéosynthèses du radius par plaques antérieures verrouillées de poignet. L'âge moyen des patients lors du traumatisme était de 65 ans avec un minimum de 14 ans et un maximum de 102 ans. Le sexe ratio était de 8 femmes pour 2 hommes. La latéralité de la fracture était de 55% pour le côté gauche et 45% pour le côté droit (Tableau 2). Pour 224 patients, il n'y avait pas de radiographie pré opératoire numérique.

Les caractéristiques des deux groupes, ostéosynthèses sans ablation (N=2708) et ostéosynthèses avec ablation (N=243), sont détaillées dans le tableau 3.

L'analyse univariée a permis de montrer 3 facteurs de risque dont le risque relatif (RR) était significatif ($p < 0,05$) : le positionnement de la plaque Soong 2 (RR = 1,73), le type de fracture 2R3C selon la classification de l'AO (RR = 1,50) et l'âge inférieur à 62 ans (RR = 1,99). Par ailleurs l'analyse univariée montre aussi 3 facteurs protecteurs significatifs ($p < 0,05$) : le type de fracture 2R3A selon la classification de l'AO (RR = 0,65), le positionnement Soong 1 de la plaque (RR = 0,61) et le positionnement Soong 0+1 (RR = 0,58) (Tableau 4). L'analyse multivariée confirme ces facteurs de risque de complications (Tableau 5).

Les raisons les plus fréquentes de l'ablation du matériel sont la sensation d'une gêne par le patient (17%), la présence de vis intra-articulaires (15%), les tendinites des fléchisseurs (14%), la diminution des amplitudes articulaires (8%), ainsi que la présence d'un syndrome du canal carpien (6%). De nombreuses ablations de matériel ont été effectuées sans que l'on puisse en connaître la raison (13%), que ce soit dans les comptes rendus opératoires, de consultation ou d'hospitalisation. Sous la notion de « gêne » nous avons englobé les plaintes à type de douleur (18 patients), les plaques qui étaient palpables (5 patients) et les gênes non étiquetées (19 patients). Parmi les 34 tendinites des fléchisseurs, 10 d'entre elles étaient renseignées comme des tendinites du long fléchisseur du pouce. (Tableau 6).

DISCUSSION

Notre étude a permis d'identifier des facteurs de risques ainsi que des facteurs protecteurs quant à la survenue de complications après ostéosynthèse de fracture de radius distal par plaque antérieure verrouillée. Les facteurs de risque sont : l'âge inférieur à 62 ans (RR = 1,99 ; $p < 0,0001$), le type de fracture 2R3C (RR = 1,5 ; $p < 0,0012$) et le positionnement Soong 2 de la plaque (RR = 1,73 ; $p < 0,0001$). Les facteurs protecteurs sont le type de fracture 2R3A (RR = 0,65 ; $p < 0,0008$) et le positionnement Soong 1 (RR = 0,61 ; $p < 0,0039$) et Soong 0+1 (RR = 0,58 ; $p < 0,0001$) de la plaque. Nous avons choisi de prendre comme cut off l'âge de 62 ans car il signifie l'âge de la retraite en France. Il est ainsi retrouvé un facteur extrinsèque au patient, le positionnement de la plaque, qui dépend du chirurgien.

Le critère de « complication » a été défini comme l'ablation de la plaque. Il s'agit d'un critère binaire simple ne pouvant pas être biaisé. Par contre, un certain nombre de complications ont pu ne pas être prises en compte, comme l'algodystrophie, la raideur post opératoire, les douleurs, les pertes de force ou encore les dysesthésies suite à une lésion de la branche palmaire du nerf médian ; mais ces complications devaient être supportables ou évolutives si l'ablation de la plaque n'avait pas été faite. De même des déplacements secondaires ont été observés mais non pris en compte en tant que complications car bien supportés et donc n'entraînant pas d'ablation du matériel.

Les ablations systématiques ont été exclues de l'étude, pour éviter un effet « centre » pouvant majorer le taux de complications.

Nous retrouvons un taux d'ablation de matériel de 8% dans notre étude ce qui est un peu moins que dans la littérature. Le taux d'ablation de matériel variant entre 10 et 17% selon les séries [14] dans des centres où l'ablation n'était pas systématique.

DeGeorge et al [15] se sont aussi intéressés aux facteurs de risque de complications après ostéosynthèse par plaque antérieure de radius. Leur taux de complications était de 30%, leurs complications étaient divisées en mineures et majeures, n'incluant pas obligatoirement l'ablation du matériel d'ostéosynthèse ce qui explique notre taux de complications plus faible. Ils retrouvent aussi une augmentation de complication lorsque le positionnement de la plaque est Soong 2 mais celle-ci n'est pas significative. De même, Lee et al [16] ont recherché les facteurs impliquant l'ablation du matériel après ostéosynthèse du radius par plaque antérieure. Leur étude n'a pas pu déterminer de relation statistiquement significative mais seulement une prédominance de l'ablation du matériel lorsque le positionnement de la plaque était Soong 2. Cependant, dans leur étude, il y avait 252 ablations de matériel, dont 74% étaient effectuées sur des patients asymptomatiques, des ablations qui ne sont donc pas des complications et que nous avons exclues de notre étude. Par ailleurs, ils se sont aussi intéressés aux complications post-ablation de matériel avec un taux de complications considéré comme mineur de 10%. Enfin, Selles et al [14] ont montré dans leur étude qu'il existait une relation entre le positionnement de la plaque et le taux d'ablation du matériel. Lorsque la plaque est positionnée Soong 2 il y a 6 fois plus d'ablation de matériel par rapport à une plaque positionnée Soong 0.

Différents biais sont retrouvés dans cette étude. Tout d'abord, la raison de l'ablation du matériel est manquante pour 13% des patients. La classification de Soong n'a été établie que par un seul opérateur ; ce biais a été pris en compte par la relecture des cas litigieux. Par ailleurs des études de reproductibilité inter et intra observateurs pour la classification de Soong ont montré une bonne reproductibilité de cette classification [17].

La différence de niveau des trauma center des différents établissements concernés par l'étude peut être critiquée, mais on observe que l'activité opératoire pour les ostéosyntheses de radius par plaque est comparable entre les trauma center de niveau 1 et ceux de niveau 2, ce qui permet de supposer un niveau de compétence similaire au vu de l'activité.

L'avantage de notre étude est son aspect multicentrique sur le grand territoire qu'est le département du Finistère regroupant une population d'environ 900 000 habitants. Notre recueil de données s'intéressant aux ostéosynthèses par plaque du radius sur les 10 dernières années nous a permis de constituer une grande population statistique de 2951, patients dont 243 avec une ablation de matériel. Nous avons pris en compte tous les types de fractures qu'elles soient articulaires ou non articulaires, avec bascule antérieure ou postérieure. Nous avons choisi un critère fiable pour la survenue de complications qui est l'ablation du matériel. De plus, notre étude a comparé des ostéosynthèses par des plaques ayant des spécificités techniques similaires : plaques antérieures verrouillées, dites « anatomiques » se plaçant en amont de la Watershed Line.

Notre étude s'est intéressée aux ablations de matériel en les considérant comme des complications de l'intervention. Le recueil des causes des ablations nous a permis de définir des complications plus fréquentes que d'autres comme les gênes, les tendinites ou les vis trop longues. Il serait intéressant d'étudier ces complications indépendamment les unes des autres. De même nous nous sommes intéressés aux ablations de matériel indépendamment du type de plaque. Six designs de plaques différents ont été posés mais avec les mêmes caractéristiques. Il serait intéressant d'étudier si le taux de complication est dépendant du design de la plaque.

L'âge inférieur à 62 ans est aussi un facteur de risque de complications. Ceci peut s'expliquer par une demande fonctionnelle moins importante de la part des patients âgés qui n'ont plus d'activité professionnelle ou par des comorbidités réduisant leur autonomie tels les troubles neurologiques.

Le type de fracture 2R3A (RR = 0,65 ; $p < 0,0008$) est un facteur protecteur tandis que le type de fracture 2R3C (RR = 1,5 ; $p < 0,0012$) est un facteur de risque de complication. Cela s'explique du fait que souvent, les fractures non articulaires sont plus simples à ostéosynthéser que les fractures articulaires. Dans les fractures articulaires la réduction de la partie articulaire peut être compliquée à réduire, surtout s'il existe plusieurs fragments. Souvent le chirurgien a tendance dans ce cas à vouloir placer la plaque distalement pour être au plus près de la fracture et pour obtenir une tenue en positionnant les vis en aval du foyer de fracture. Dans les fractures articulaires, la plaque est donc souvent distale avec un risque de complication par tendinite post opératoire, par vis intra articulaire ou par défaut de réduction des fragments articulaires.

Le positionnement de la plaque Soong 2 est un facteur de risque extrinsèque au patient, lié au matériel et au chirurgien : c'est donc le seul à pouvoir être modifié. Les modèles de plaques antérieures de radius utilisées dans l'étude sont toutes des plaques qui doivent se placer en amont de la Watershed line : idéalement, afin de ne pas être iatrogènes, il ne faudrait pas qu'elles soient classées Soong 2. La difficulté de la fracture impose parfois au chirurgien ce choix du positionnement ultra distal. Ceci montre bien que, malgré le fait que l'ostéosynthèse par plaque antérieure de radius soit une intervention devenue classique elle n'en reste pas moins perfectible. Le positionnement Soong 1 et Soong 0+1 de la plaque sont des facteurs protecteurs de complication. Le positionnement Soong 0 n'est pas retrouvé comme un facteur protecteur, probablement par manque de puissance au vu de l'effectif des patients Soong 0. Le critère positionnement Soong 0+1 peut être interprété comme « ne pas être Soong 2 », renforce le facteur de risque positionnement Soong 2 de la plaque.

Certains centres procèdent à l'ablation systématique de leur matériel, ce qui induit un coût important. Grâce à l'étude des facteurs de risque que nous présentons, nous pouvons imaginer des ablations précoces du matériel, au cas par cas, avant que les complications ne surviennent, et donc éviter un surcoût économique et les risques inhérents à toute opération ainsi que les complications possiblement liées à l'ablation du matériel [18][19][16].

CONCLUSION

Nous avons identifié dans notre étude, des facteurs de risques de complication amenant à l'ablation du matériel après ostéosynthèse du radius par plaque antérieure verrouillée, ainsi que des facteurs protecteurs vis-à-vis de la survenue de ces complications. L'âge inférieur à 62 ans, le type de fracture 2R3C selon l'AO, et le positionnement de la plaque Soong 2 sont ainsi des facteurs influençant la survenue de complications et donc l'ablation du matériel. Tandis que le type de fracture 2R3A selon l'AO et le positionnement de la plaque Soong 1 et Soong 0+1 sont des facteurs protecteurs. Les ablations de matériel systématiques ont un coût économique et social et ne sont pas dénuées de risque. L'analyse de ces facteurs de risque permet de mieux identifier les patients à risque de complication après ostéosynthèse de fracture du radius distal par plaque antérieure. Il convient d'y être particulièrement attentif lors du suivi post opératoire des patients afin de détecter précocement ces patients à risque et d'être en mesure de proposer une ablation précoce du matériel.

ANNEXES



Figure 3 : La Watershed Line [8]



Figure 4 : Carte des différents centres

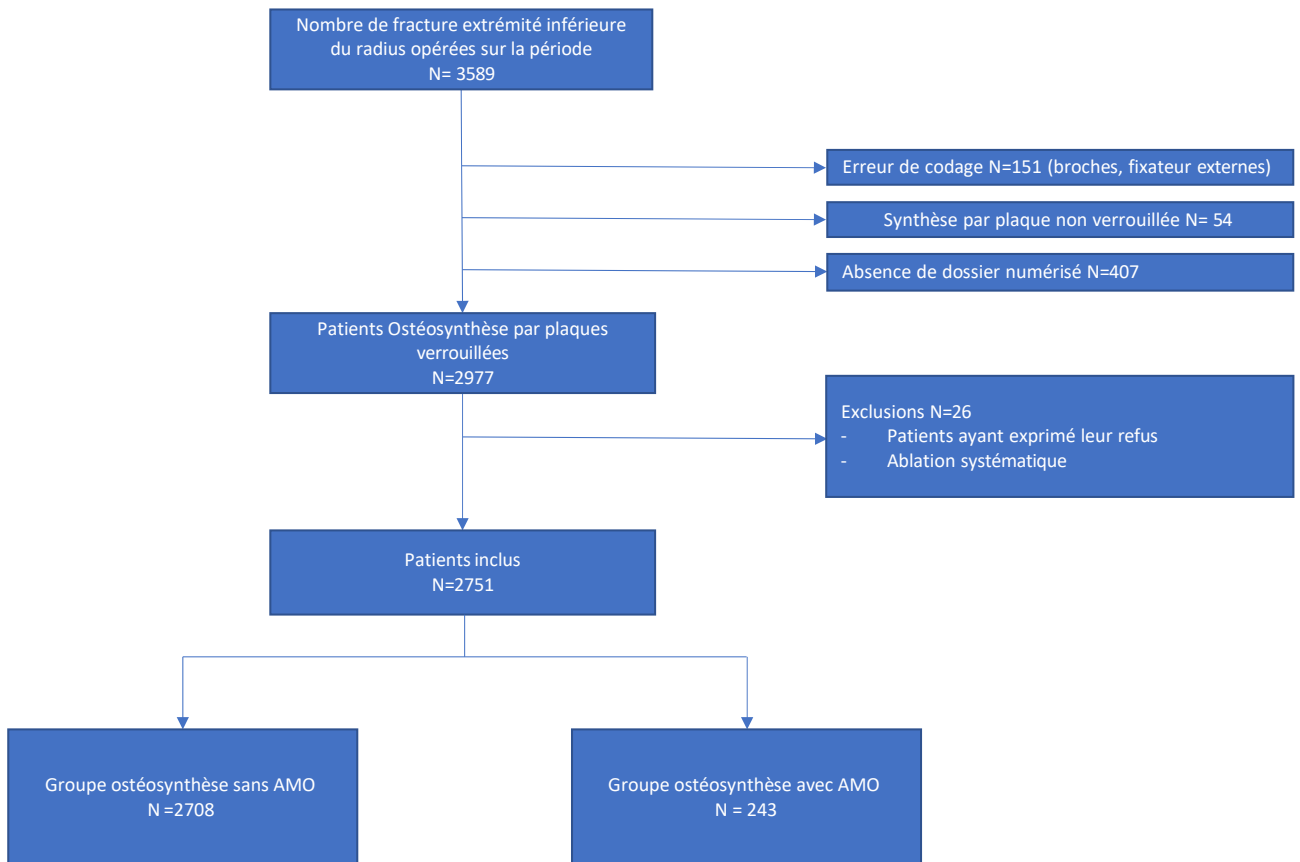


Figure 5 : Flow Chart

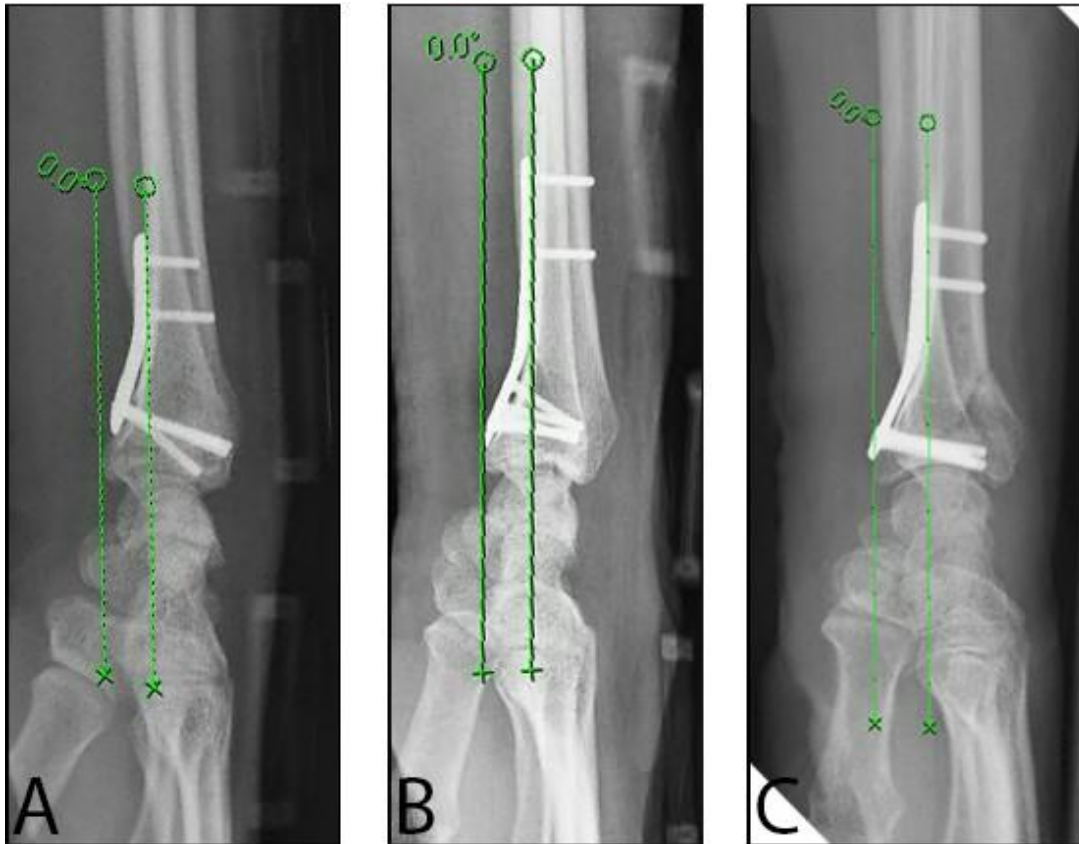


Figure 6 : Classification de Soong (A : Soong 0 ; B : Soong 1 ; C : Soong 2)



Figure 5 : Les différents designs de plaques : 1 Variax, 2 Initial R, 3 Aptus Footprint, 4 Aptus Wrist, 5 VA LCP 2.4, 6 DVR

Tableau 1 : Caractéristiques des plaques de radius (WL = Watershed line, * donnée non fourni par le constructeur)

	Zimmer	Newclip	Stryker	Synthes	Médartis	Médartis Footprint
Verrouillée	oui	oui	oui	oui	oui	oui
Placement	Amont WL	Amont WL	Amont WL	Amont WL	Amont WL	Amont WL
Epaisseur	2,2mm *	2,2mm	2mm	2mm *	2mm	1,6mm
Matériaux		titanium	titanium	titanium	titanium	titanium

Tableau 2 : Caractéristiques population incluse

Caractéristiques population inclusion		
Age	Moyen	66
	Min	14
	Max	102
	Ecart-type	16
Sexe	Femme	2158 (80%)
	Homme	550 (20%)
Latéralité	droit	1210 (45%)
	Gauche	1498 (55%)
Bascule	Postérieure	2221 (89%)
	Antérieure	283 (11%)
Fracture	2R3A	1708 (67%)
	2R3B	31 (1%)
	2R3C	801 (32%)
Soong	0	425 (17%)
	1	617 (25%)
	2	1450 (58%)

Tableau 3 : Caractéristiques des deux groupes

	Groupe ostéosynthèse sans AMO (N = 2708)	Groupe ostéosynthèse avec AMO (N = 243)	p
Age (en année)			
Moyen	66	59	< 0,0001
Min	14	16	
Max	102	93	
Ecart-type	16	18	
Latéralité			0,3677
Droite	1210 (45%)	103 (42%)	
Gauche	1498 (55%)	140 (58%)	
Sexe			0,0640
Femme	2158 (80%)	183 (75%)	
Homme	550 (20%)	60 (25%)	
Bascule			0,3367
Postérieure	2221 (89%)	206 (91%)	
Antérieure	283 (11%)	20 (9%)	
Fracture AO			
2R3A	1708 (67%)	130 (53%)	< 0,0001
2R3B	32 (1%)	4 (2%)	0,1490
2R3C	802 (32%)	97 (40%)	0,0109
Soong			
0	425 (17%)	29 (12%)	0,0448
1	617 (25%)	39 (16%)	0,0017
2	1450 (58%)	172 (71%)	<0,0001

Tableau 4 : Analyse univariée

	Risque relatif	Intervalle de confiance	p
Age (en année)			
Moyen			
< 62	1,99	1,56-2,54	0,0001
Sexe			
Homme	1,25	0,95-1,66	0,1048
Femme	0,79	0,60-1,05	0,1048
Latéralité			
Droit	0,91	0,71-1,17	0,4907
Gauche	1,09	0,86-1,39	0,4907
Classification AO			
2R3A	0,65	0,51 – 0,84	0,0008
2R3B	1,38	0,54-3,49	0,5000
2R3C	1,5	1,17-1,93	0,0012
Soong			
0	0,69	0,47-1,00	0,0520
1	0,61	0,44-0,85	0,0039
2	1,73	1,32-2,26	0,0001

Tableau 5 : Analyse multivariée

	Coefficient	Type erreur	p
Age	- 0,001928	0,0003033	< 0,0001
Classification AO			
2R3C	0,03062	0,01090	0,0050
Soong			
2	0,05193	0,09479	< 0,0001

Tableau 6 : Causes ablation matériel

Cause Ablation	
Gêne	42 (17%)
Vis intra-articulaire	37 (15%)
Tendinite fléchisseur	34 (14%)
Pas de raison	31 (13%)
Diminution amplitude articulaire	20 (8%)
Syndrome du canal carpien	18 (7%)
Déplacement secondaire	13 (5%)
Conflit tendon extenseur	9 (4%)
Souhait du patient	9 (4%)
Rupture long fléchisseur du pouce	5 (2%)
Autre intervention poignet	4 (2%)
Vis déverrouillée	3 (1%)
Fracture sur plaque	3 (1%)
Démontage	3 (1%)
Intolérance métaux	3 (1%)
Pseudarthrose	2 (1%)
Tendinite de De Quervain	2 (1%)
Sepsis	1 (0%)
Kyste arthrosynovial	1 (0%)
Rupture fléchisseur profond index	1 (0%)
Cal vicieux	1 (0%)
Syndrome douloureux régional complexe	1 (0%)

REFERENCES

- [1] Papin P, Berthonnaud E. Incidence of osteosynthesis of members in France. *Int Orthop* 2017;41:1501–6. <https://doi.org/10.1007/s00264-017-3502-6>.
- [2] R T, MI M, D W, Lc B, Jhd R. Complications of volar locking plating of distal radius fractures in 576 patients with 3.2 years follow-up. *Injury* 2017;48. <https://doi.org/10.1016/j.injury.2017.03.008>.
- [3] Yamamoto M, Fujihara Y, Fujihara N, Hirata H. A systematic review of volar locking plate removal after distal radius fracture. *Injury* 2017;48:2650–6. <https://doi.org/10.1016/j.injury.2017.10.010>.
- [4] Bentohami A, de Burlet K, de Korte N, van den Bekerom MPJ, Goslings JC, Schep NWL. Complications following volar locking plate fixation for distal radial fractures: a systematic review. *J Hand Surg Eur Vol* 2014;39:745–54. <https://doi.org/10.1177/1753193413511936>.
- [5] Ho AWH, Ho ST, Koo SC, Wong KH. Hand numbness and carpal tunnel syndrome after volar plating of distal radius fracture. *Hand (N Y)* 2011;6:34–8. <https://doi.org/10.1007/s11552-010-9283-7>.
- [6] Orbay J. Volar plate fixation of distal radius fractures. *Hand Clin* 2005;21:347–54. <https://doi.org/10.1016/j.hcl.2005.02.003>.
- [7] Soong M, Earp BE, Bishop G, Leung A, Blazar P. Volar locking plate implant prominence and flexor tendon rupture. *J Bone Joint Surg Am* 2011;93:328–35. <https://doi.org/10.2106/JBJS.J.00193>.
- [8] Vaiss L, Ichihara S, Hendriks S, Taleb C, Liverneaux P, Facca S. The utility of the fluoroscopic skyline view during volar locking plate fixation of distal radius fractures. *J Wrist Surg* 2014;3:245–9. <https://doi.org/10.1055/s-0034-1394132>.
- [9] Letissier H, Dardenne G, Stindel E, Borotikar B, Le Nen D, Kerfant N. Predicting epiphyseal screw length in anterior plating of distal radial fractures. *J Hand Surg Eur Vol* 2020;45:354–9. <https://doi.org/10.1177/1753193419841269>.
- [10] Tannan SC, Pappou IP, Gwathmey FW, Freilich AM, Chhabra AB. The Extended Flexor Carpi Radialis Approach for Concurrent Carpal Tunnel Release and Volar Plate Osteosynthesis for Distal Radius Fracture. *J Hand Surg Am* 2015;40:2026–2031.e1. <https://doi.org/10.1016/j.jhsa.2015.07.001>.
- [11] Sinicropi SM, Su BW, Raia FJ, Parisien M, Strauch RJ, Rosenwasser MP. The effects of implant composition on extensor tenosynovitis in a canine distal radius fracture model. *J Hand Surg Am* 2005;30:300–7. <https://doi.org/10.1016/j.jhsa.2004.08.004>.

- [12] Lutsky KF, Beredjiklian PK, Hioe S, Bilello J, Kim N, Matzon JL. Incidence of Hardware Removal Following Volar Plate Fixation of Distal Radius Fracture. *J Hand Surg Am* 2015;40:2410–5. <https://doi.org/10.1016/j.jhsa.2015.09.017>.
- [13] David JS, Bouzat P, Raux M. Evolution and organisation of trauma systems. *Anaesth Crit Care Pain Med* 2019;38:161–7. <https://doi.org/10.1016/j.accpm.2018.01.006>.
- [14] Selles CA, Reerds STH, Roukema G, van der Vlies KH, Cleffken BI, Schep NWL. Relationship between plate removal and Soong grading following surgery for fractured distal radius. *J Hand Surg Eur Vol* 2018;43:137–41. <https://doi.org/10.1177/1753193417726636>.
- [15] DeGeorge BR, Brogan DM, Becker HA, Shin AY. Incidence of Complications following Volar Locking Plate Fixation of Distal Radius Fractures: An Analysis of 647 Cases. *Plast Reconstr Surg* 2020;145:969–76. <https://doi.org/10.1097/PRS.0000000000006636>.
- [16] Lee J-K, Lee Y, Kim C, Kim M, Han S-H. Volar locking plate removal after distal radius fracture: a 10-year retrospective study. *Arch Orthop Trauma Surg* 2020. <https://doi.org/10.1007/s00402-020-03637-7>.
- [17] Lutsky KF, Jimenez M, Rivlin M, Matzon JL, Maltenfort M, Beredjiklian PK. Reliability of the Soong Classification for Volar Plate Position. *Journal of Hand Surgery* 2016;41:e199–202. <https://doi.org/10.1016/j.jhsa.2016.04.024>.
- [18] Gyuricza C, Carlson MG, Weiland AJ, Wolfe SW, Hotchkiss RN, Daluiski A. Removal of locked volar plates after distal radius fractures. *J Hand Surg Am* 2011;36:982–5. <https://doi.org/10.1016/j.jhsa.2011.03.032>.
- [19] Acklin YP, Bircher A, Morgenstern M, Richards RG, Sommer C. Benefits of hardware removal after plating. *Injury* 2018;49 Suppl 1:S91–5. [https://doi.org/10.1016/S0020-1383\(18\)30311-5](https://doi.org/10.1016/S0020-1383(18)30311-5).

CONCLUSION

Au travers ce travail, nous avons pu démontrer dans le 1^{er} article que le design des plaques antérieures verrouillées de radius pouvait influencer leur positionnement, et dans le 2^{ème} article, qu'il existait des facteurs de risque de complications et donc d'ablation de ce matériel.

Nous retrouvons, comme dans la littérature, une augmentation des ostéosynthèses des fractures du radius par plaque antérieure verrouillée, avec une forte incidence chez les sujets âgés de sexe féminin [1,2]. Le recueil de données s'est effectué sur les établissements publics du département du Finistère où la plupart des chirurgiens ont été formé au CHU de Brest, qui a adopté l'ostéosynthèse par plaque depuis longtemps. Aucun chirurgien exerçant ne procède à une ablation systématique de toutes ses plaques de poignet, cependant certains les enlèvent au cas par cas chez des patients asymptomatiques (patient jeune, militaire, plaque trop distale...), afin d'éviter la survenue de complications.

Le positionnement trop distal de la plaque était un facteur de risque de complication et d'ablation du matériel retrouvé dans notre étude [3]. Par ailleurs nous avons aussi démontré que le positionnement de la plaque pouvait être influencé par son design. On peut donc extrapoler en suggérant que le design de la plaque peut être en soi un facteur de risque de complications.

Le type de fracture est aussi un facteur de risque de complications [4] ou un facteur protecteur dans notre étude, ce qui se conçoit aisément. Une fracture comminutive articulaire est en effet techniquement plus difficile à ostéosynthéser qu'une fracture extra articulaire simple. Les fragments articulaires pouvant être difficiles à ostéosynthéser et nécessitant le positionnement distal de la plaque. L'aide de l'arthroscopie de poignet dans les fractures 2R3C permet de contrôler la réduction articulaire de visu, ainsi que de vérifier qu'aucune vis ne soit intra articulaire. Il serait intéressant d'étudier si le fait de pouvoir s'aider d'un arthroscope pour la réduction articulaire permettrait de placer la plaque de façon plus proximale. On peut aussi imaginer cette aide dans le but de positionner la plaque de façon plus proximale et de

pouvoir chercher les fragments articulaires avec les vis obliques au lieu d'être obligé de positionner la plaque de façon trop distale.

L'ablation systématique de toutes les plaques de poignet est une solution simple pour prévenir les complications, mais cela implique d'une part un coût socio-économique [5,6] (hospitalisation, arrêt de travail post ablation, encombrement des plages opératoires...), d'autre part des risques inhérents à toute opération (anesthésie, infection ...), et enfin des risques liés à l'intervention elle-même [7][8] (impossibilité d'enlever le matériel, lésion nerveuse / vasculaire / tendineuse, douleur post opératoire, algodystrophie ...). Un compromis devrait être trouvé entre l'ablation systématique et la non ablation du matériel. Grâce aux facteurs de risque retrouvés dans notre étude, on peut imaginer des algorithmes décisionnels pour aider le chirurgien à mieux choisir les patients pour qui l'ablation du matériel serait bénéfique (par exemple un patient âgé de moins de 62 ans présentant une fracture 2R3C ostéosynthésée par une plaque positionnée Soong 2). De même on peut imaginer, si l'on dispose dans l'arsenal du bloc opératoire de différents designs de plaques de radius, choisir un design qui se place plus facilement en amont de la Watershed line afin de diminuer le risque de complication, et cela d'autant plus s'il s'agit d'un patient jeune présentant une fracture comminutive articulaire.

L'ostéosynthèse du radius distale par plaque antérieure verrouillée est une intervention de routine de nos jours mais elle qui est encore perfectible. Que ce soit par le choix du bon matériel en fonction du type de fracture, par le bon positionnement de celui-ci ou par l'aide d'autres outils tel l'arthroscopie.

- [1] Chung KC, Shauver MJ, Birkmeyer JD. Trends in the United States in the treatment of distal radial fractures in the elderly. *J Bone Joint Surg Am* 2009;91:1868–73. <https://doi.org/10.2106/JBJS.H.01297>.
- [2] Papin P, Berthonnaud E. Incidence of osteosynthesis of members in France. *Int Orthop* 2017;41:1501–6. <https://doi.org/10.1007/s00264-017-3502-6>.
- [3] Selles CA, Reerds STH, Roukema G, van der Vlies KH, Cleffken BI, Schep NWL. Relationship between plate removal and Soong grading following surgery for fractured distal radius. *J Hand Surg Eur Vol* 2018;43:137–41. <https://doi.org/10.1177/1753193417726636>.
- [4] DeGeorge BR, Brogan DM, Becker HA, Shin AY. Incidence of Complications following Volar Locking Plate Fixation of Distal Radius Fractures: An Analysis of 647 Cases. *Plast Reconstr Surg* 2020;145:969–76. <https://doi.org/10.1097/PRS.0000000000006636>.
- [5] Partio N, Huttunen TT, Mäenpää HM, Mattila VM. Reduced incidence and economic cost of hardware removal after ankle fracture surgery: a 20-year nationwide registry study. *Acta Orthop* 2020;91:331–5. <https://doi.org/10.1080/17453674.2020.1733749>.
- [6] El Khatib K, Danino A, Malka G. [Correlation between the real cost of an intervention and cost factors in France: example of removal of jaw fixation material in mandibular fractures]. *Rev Stomatol Chir Maxillofac* 2004;105:143–8. [https://doi.org/10.1016/s0035-1768\(04\)72293-7](https://doi.org/10.1016/s0035-1768(04)72293-7).
- [7] Lee J-K, Lee Y, Kim C, Kim M, Han S-H. Volar locking plate removal after distal radius fracture: a 10-year retrospective study. *Arch Orthop Trauma Surg* 2020. <https://doi.org/10.1007/s00402-020-03637-7>.
- [8] Acklin YP, Bircher A, Morgenstern M, Richards RG, Sommer C. Benefits of hardware removal after plating. *Injury* 2018;49 Suppl 1:S91–5. [https://doi.org/10.1016/S0020-1383\(18\)30311-5](https://doi.org/10.1016/S0020-1383(18)30311-5).

TANNER (Jean-Loup) – Plaque antérieure verrouillée de radius : positionnement et facteurs de risque de complication.

Th. : Méd. : Brest 2021

RESUME : L'auteur s'est intéressé au positionnement des plaques antérieures verrouillées dans le cadre des ostéosyntheses des fractures distales du radius et aux facteurs de risque de complications et d'ablation de matériel, au travers de deux articles expérimentaux :

- 1- Étude du positionnement de six designs de plaque antérieure verrouillée de poignet par rapport à la Watershed line
- 2- Facteurs de risque de complications après ostéosynthèse du radius par plaque antérieure verrouillée

MOTS CLES :

Fracture distale du radius
Ostéosynthèse par plaque antérieure verrouillée
Classification de Soong
Ablation de matériel
Facteurs de risque de complications

JURY :

Président : Professeur LE NEN

Membres : Professeur DUBRANA

Dr HENRY
Dr WILLIAMS
Dr DI FRANCIA
Dr LETISSIER

DATE DE SOUTENANCE :

2 juillet 2021

ADRESSE DE L'AUTEUR :

4 rue Pierre Brossolette 29200 Brest