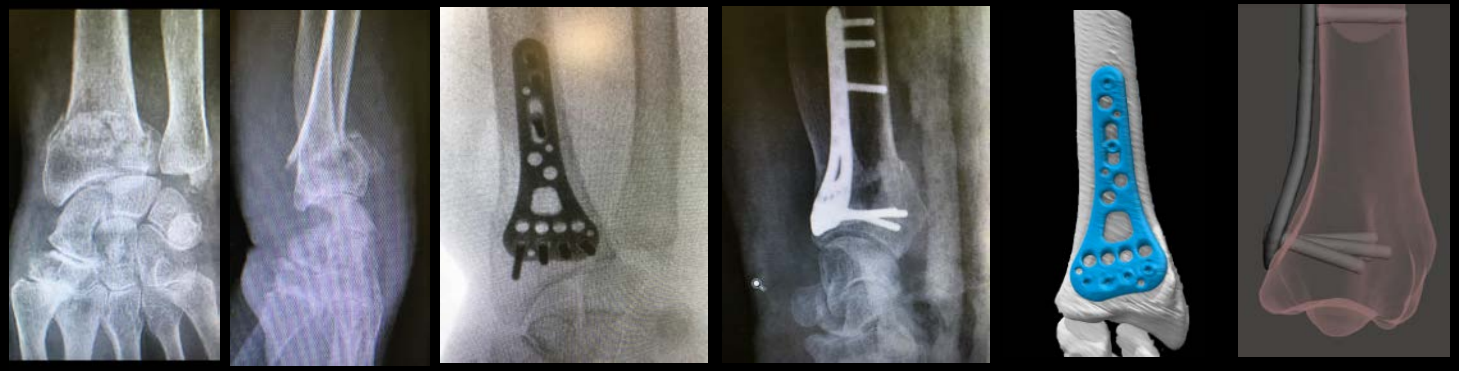
Plaque antérieure anatomique de radius dans le cadre des fractures du radius distal : La longueur des vis épiphysaires est-elle prédictible ?

Volar plates in the fractures of the distal radius: is the length of the epiphyseal screw predictable ?



H. LETISSIER (MD, MSc), G DARDENNE (PhD), E. STINDEL (MD, PhD), D. LE NEN (MD, PhD), N. KERFANT (MD, MSc)

SOO Société d'Orthopédie de l'Ouest

CHRU BREST CENTRE HOSPITALIER REGIONAL UNIVERSITAIRE

L@TIM Inserm

université de bretagne occidentale

Fractures du radius distal : Jusqu'à **18%** des fractures des plus de **65 ans**

PubMed
The Epidemiology of Distal Radius Fractures
Kate W. Nellans, MD, MPH[1], Evan Kowalski, BS[2], and Kevin C. Chung, MD, MS[3]
[1]Hand Fellow, University of Michigan Health System, Section of Plastic Surgery

Cette fréquence tend à augmenter en raison de l'augmentation de **l'espérance de vie** et de **l'ostéoporose**

PubMed
Volar Approach to Distal Radius Fractures
Themistocles S. Protopsaltis, MD, David S. Ruch, MD

Volar Fixed-Angle Plate Fixation for Unstable Distal Radius Fractures in the Elderly Patient
Jorge L. Orbay, MD, Miami, FL, Diego L. Fernandez, MD, Berne, Switzerland

L'avènement des plaques antérieures anatomiques de radius s'accompagnent d'une augmentation des poses …

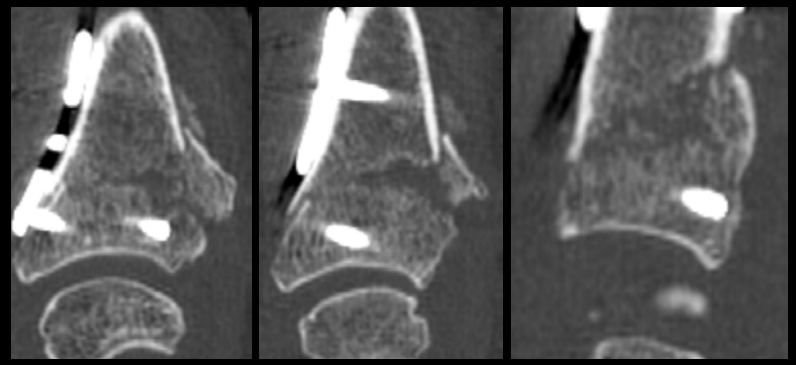
PubMed
Quality of Life After Volar Plate Fixation of Articular Fractures of the Distal Part of the Radius
Gruber, Gerald MD; Zacherl, Max MD; Giessauf, Christian MD; Glehr, Mathias MD; Fuerst, Florentine MD; Liebmann, Walter MD; Gruber, Karl MD; Bernhardt, Gerwin Alexander MD

… et des **complications** : irritation et **rupture** de tendons **extenseurs lors du méchage / mise en place de vis débordantes en dorsal**

PubMed
Radiographic Evaluation of Dorsal Screw Penetration After Volar Fixed-Angle Plating of the Distal Radius: A Cadaveric Study
Steven D. Maschke · Peter J. Evans · David Schub · Richard Drake · Jeffrey N. Lawton

La **comminution** dorsale peut rendre le méchage et la mesure des **vis épiphysaires difficile** :

PubMed
SCIENTIFIC ARTICLE
Predicting a Safe Screw Length for Volar Plate Fixation of Distal Radius Fractures: Lunate Depth as a Marker for Distal Radius Depth
Karin L. Ljungquist, MD, Sonya P. Agawa, MD, Jerry I. Huang, MD



La fréquence des vis débordantes en dorsal est **estimée entre 2 et 9 %**

PubMed
J Bone Joint Surg Br. 2006 Dec;88(12):1610-2
Delayed ruptures of the extensor tendon secondary to the use of volar locking compression plates for distal radial fractures.
Al-Rashid M[1], Theivendran K, Craigen MA

Afin d'éviter un **méchage** et la mise en place de **vis débordantes** en dorsal pour les vis épiphysaires, il semble nécessaire de **connaître à priori** la mesure optimale :

Méchage

Choix de la longueur de vis

Vérification après pose de la vis

Diaphysaire : sensation fiable méchage bicortical

Diaphysaire : Mesure fiable

Diaphysaire : Rx de profil fiable

Epiphysaire : sensation non fiable si comminution ++ : Quelle longueur mécher ?

Epiphysaire : Mesure non fiable si comminution ++ Quelle longueur choisir ?

Epiphysaire : Rx de profil non fiable forme trapézoïdale du radius distal

Solutions apportées

Place des connaissances à priori :

Prédiction de la taille des vis ?

- par rapport au semi lunaire ?
- études cadavériques ?

Expérience du traumatologue

Vis radiale : 16/18mm max !

Incidences particulières type Skyline view

Place des connaissances à priori :

Prédiction de la taille des vis ?

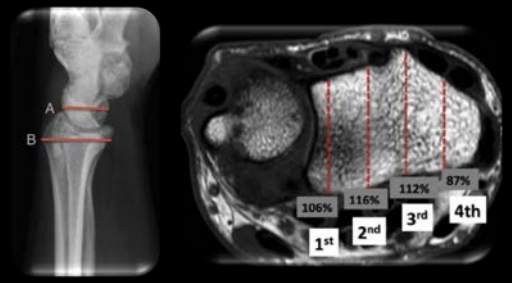
- par rapport au semi lunaire ?
- études cadavériques ?

Expérience du traumatologue

Méthodes existantes dans la littérature

Prédiction par rapport au semi lunaire :
- Nécessite une Rx de profil stricte
- Difficile en traumatologie ?

Etudes anatomiques sur cadavre ?
Variations anatomiques ++ Non spécifique au patient



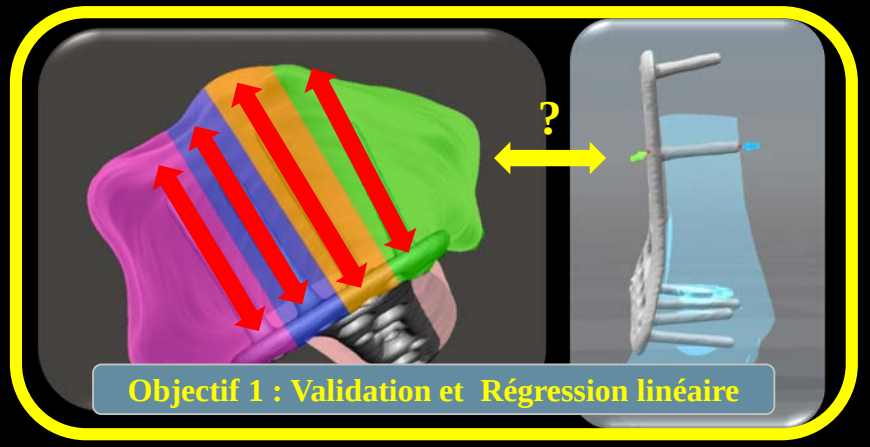
Expérience du traumatologue :
- disponible partout
- Transmission en compagnonnage

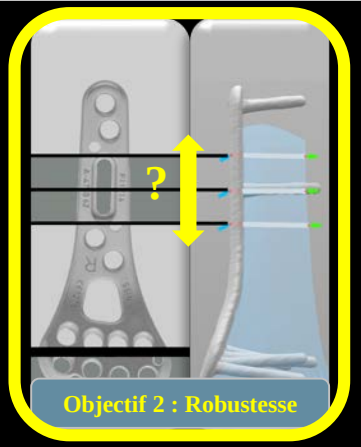
Malgré tout :
Fréquence des vis débordantes entre **2 et 9%**

Objectifs : Puisque la mesure de la vis diaphysaire du trou oblong de la plaque est fiable

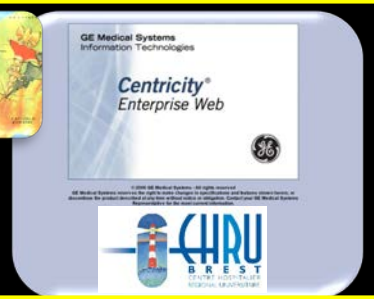
Objectif 1 : Peut-on prédire par simulation la taille des vis épiphysaires par rapport à la taille de la vis diaphysaire du trou oblong ?

Objectif 2 : Cette relation est-elle vraie sur toute hauteur du trou oblong où la vis diaphysaire peut être positionnée ?





Base de données de Scanners issus du PACS du CHRU de BREST



Sélection de 40 scanners
Sans fracture du radius

Indication du scanner ?

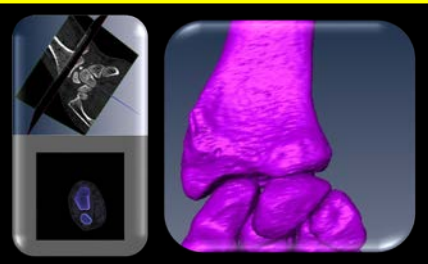
Accord du comité d'éthique BREST 2018CE.10

Suspicion de fracture os du scaphoide ? Radius ok ✓

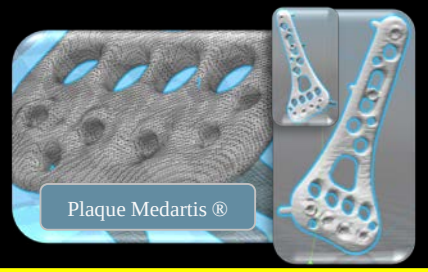
Suspicion de fracture autre os du carpe ? Radius ok ✓

Fracture du radius déplacée ? ✗

Segmentation et reconstruction 3D des radius

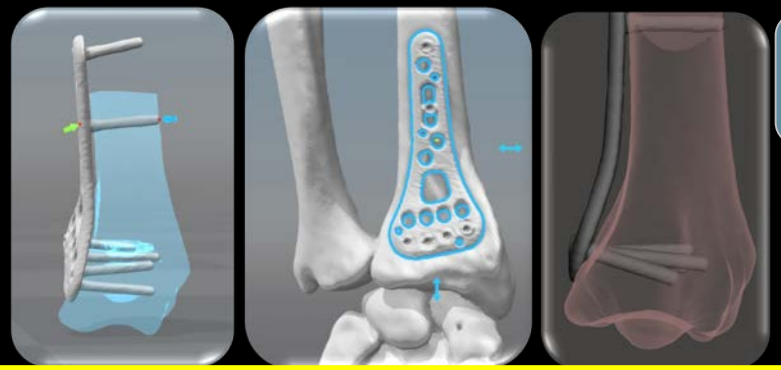


Segmentation / reconstruction 3D d'une plaque anatomique issue d'un scanner du PACS avec ses propres vis

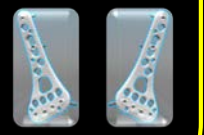


Simulation informatique de la pose de la plaque sur le radius au niveau de la Watershed Line

Positionnement ajusté de la plaque sans collision des modèles 3D (3D Builder Microsoft®)



x40 patients avec la plaque adaptée gauche / droite

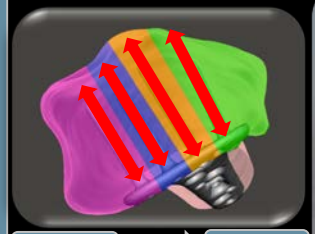


Objectif 1 : Validation des mesures

Validation des mesures du protocole de mesure 3D : **Comparaison des longueurs de vis segmentées sur la plaque avec les vis réellement mise dans le compte-rendu opératoire**

Objectif 1 : Régression linéaire

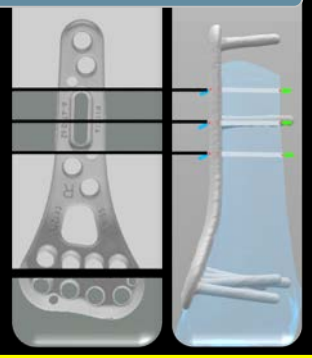
Mesure pour chaque patient de la longueur maximale de chaque vis épiphysaire et de la vis diaphysaire du trou oblong



Ulnaire → Radial

Objectif 2 : Robustesse des mesures

Mesure pour chaque patient de la vis diaphysaire au niveau du trou oblong à 3 hauteurs différentes



Analyse 2 groupes :

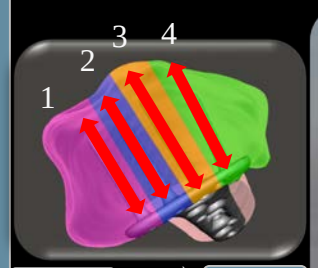
Pour chaque mesure 12< x ≤ 14mm : une vis diaphysaire 14 mm est choisie

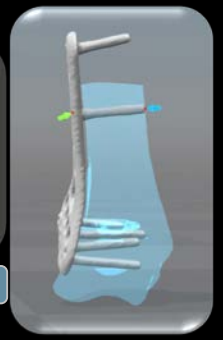
Pour chaque mesure 14 < x ≤ 16mm : une vis diaphysaire 16 mm est choisie

Objectif 1 : Régression linéaire

Régression linéaire

Expression de la longueur de chaque vis épiphysaire par rapport à la longueur de la vis diaphysaire





Ulnaire → Radial

Vis Ulnaire 1 : R=0,64

Vis Ulnaire 2 : R=0,67

Vis Radiale 3 : R=0,59

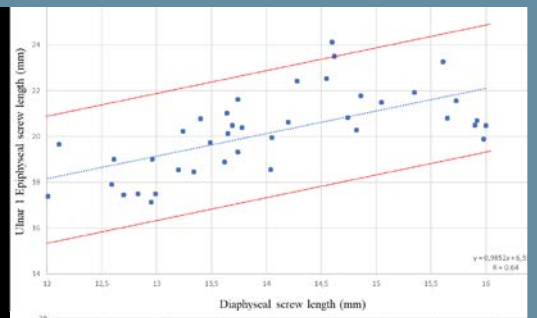
Vis Radiale 4 : R=0,73

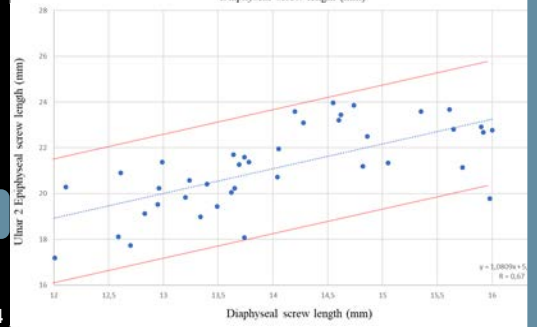
Objectif 2 : Robustesse

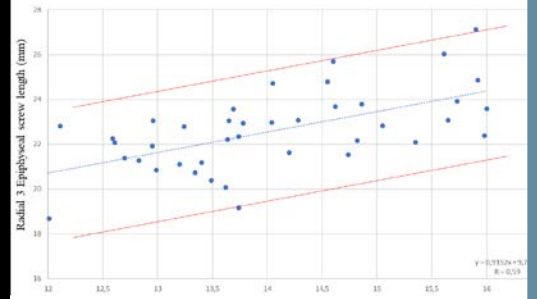
Population entière	Vis diaphysaire (mm)		
	Trou oblong	Trou oblong	Trou oblong
	Milieu	Haut	Bas
Moyenne	14.1	14.0	14.2
Ecart-type	1.1	1.1	1.2
Minimum	12.0	11.6	12.0
Maximum	16.0	16.1	16.1

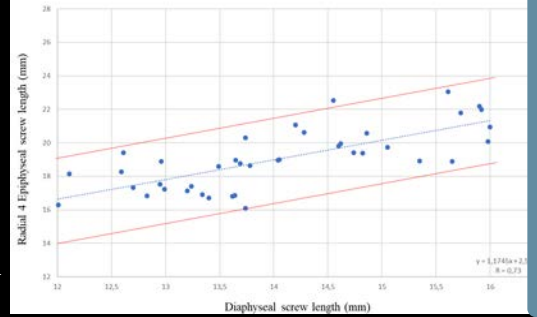
Il n'y avait pas de différence de longueur sur toute la portion du trou oblong : (t-test)

Milieu vs Haut : p=0,68
Milieu vs Bas : p=0,68
Haut vs Bas : p=0,42









Régressions linéaires

Objectif 1 : Validation des mesures

Validation des mesures du protocole de mesure 3D : **Comparaison des longueurs de vis segmentées sur la plaque avec les vis réellement mise dans le compte-rendu opératoire**

La plaque a été segmentée avec ses 6 propres vis et reconstruite en 3D. Ces vis ont été mesurées selon le protocole de mesure de l'étude 3x, soit 18 mesures. Ces longueurs ont été comparées avec le compte-rendu opératoire (vérité terrain)

Différence moyenne 0°

(Ecart type 0,03mm, min -0,05 max +0,06

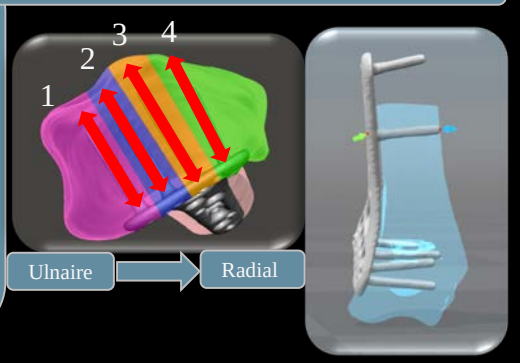
		Vis Diaphysaire du trou oblong			Vis épiphysaires			
		Milieu	Haut	Bas	Ulnaire 1	Ulnaire 2	Radiale 3	Radiale 4
Groupe 14mm	Moyenne	13.2	13.1	13.2	19.1	19.9	21.7	17.8
	Ecart-type	0.4	0.6	0.5	1.3	1.3	1.3	1.1
	Minimum	12.0	11.6	12.0	17.1	17.2	18.7	16.1
	Maximum	14.0	13.9	14.0	21.6	21.7	23.6	20.3
Groupe 16mm	Moyenne	15.1	15.0	15.3	21.5	22.6	23.7	20.6
	Ecart-type	0.7	0.6	0.5	1.3	1.1	1.6	1.3
	Minimum	14.1	14.2	14.4	19.9	19.8	21.5	18.9
	Maximum	16.0	16.1	16.1	24.1	24.0	27.1	23.0
T-tests entre les groupes	Moyennes	p < 0,0001	p < 0,0001	p < 0,0001	p<0,0001	p<0,0001	p=0,0001	p<0,0001

Objectif 1 : Validation des mesures

Différence moyenne 0°
(Ecart type 0,03mm, min -0,05 max +0,06
La précision est très satisfaisante

Objectif 1 : Régression linéaire

L'étude en régression linéaire retrouve une relation forte pour les vis **Ulnaire 1**, **Ulnaire 2** et **Radiale 4** et modérée pour la vis **Radiale 3** (Lister)



Vis Ulnaire 1 : R=0,64

Vis Ulnaire 2 : R=0,67

Vis Radiale 3 : R=0,59

Vis Radiale 4 : R=0,73

Objectif 2 - Robustesse : Peu importe où se fait le méchage dans le trou oblong : portion de diaphyse peu variable

Il est possible **de prédire le spectre des longueurs des vis épiphysaires** à l'aide de la mesure de la vis diaphysaire :
Le choix d'une vis de **14 mm** au niveau du trou oblong implique un spectre de vis épiphysaires de 19,1 - 19,9 - 21,7 - 17,8 mm d'ulnaire en radial
(SD 1,3 – 1,3 – 1,3 - 1,1 mm)
Le choix d'une vis de **16 mm** au niveau du trou oblong implique un spectre de vis épiphysaires de 21,5 - 22,6 - 23,7 - 20,6 mm d'ulnaire en radial
(SD 1,3 – 1,1 – 1,6 - 1,3 mm)

En pratique ! Quelle longueur de vis choisir afin d'éviter les vis débordantes en dorsal ?

Sous-dimensionner les vis ? Jusqu'où ?

Am J Orthop (Belle Mead NJ). 2015 Aug;44(8):369-72.
Cadaveric Study of Appropriate Screw Length for Distal Radius Stabilization Using Volar Plate Fixation.
Austin A, Green S, Ahsan S, Roskosky M, Shuler MS[1]
PubMed.gov

Au moins 75% de la profondeur totale pour éviter un déplacement secondaire

Tenir compte des variations inter-individuelles

Notamment au niveau du Lister (R=0,59)

Se servir de l'intervalle de confiance à 99%* des spectres des vis épiphysaires selon la vis diaphysaire : permet de réduire le risque de débord à 1% statistiquement et arrondir à la taille de vis disponible en dessous
*** IC 99% :** (2,576 × SD)/√N)

Proposition pour une vis de **14mm** au niveau du trou oblong :
Choisir des vis de 18-18-20-16 mm
Proposition pour une vis de 16mm au niveau du trou oblong :
Choisir des vis de 20-20-22-18 mm d'ulnaire en radial

Respect de la règle de 75% de la profondeur totale ?
Pour une vis de 14mm: 90%-90%-89%-93%

Pour une vis de 16mm 90%-90%-89%-84%

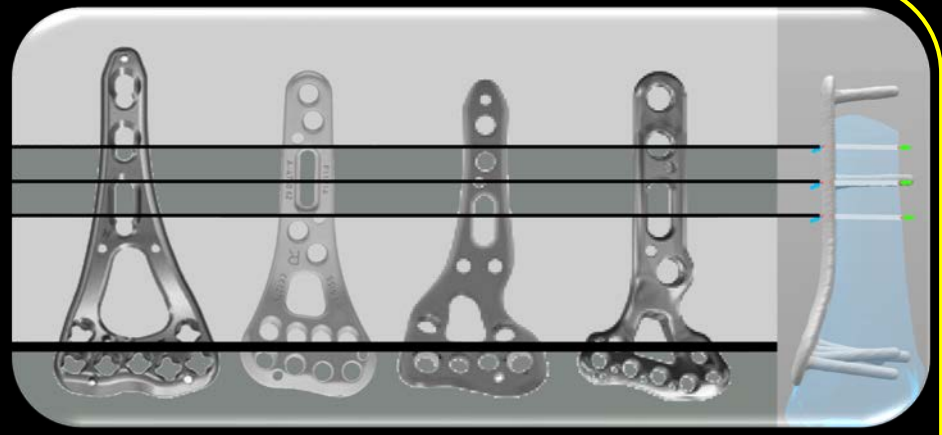
Limite

1 seul design de plaque étudié

Réponse :
L'étude de robustesse sur toute la hauteur du trou oblong permet d'appliquer nos résultats sur **une portion de diaphyse** indépendamment du design

Comparaison de différents designs de plaques

Designs assez proches permettant à chaque centre de confronter nos résultats



Synthes **Medartis** **Newclip** **Acumed**

Limite

1 seul axe de méchage étudié

D'autres mesures sont nécessaires afin d'évaluer la variabilité des mesures dues au caractère **polyaxial** du méchage

Intérêts de cette étude :

La prédiction des longueurs des vis épiphysaires permettent d'éviter un méchage et un choix de vis pénétrant en dorsal

Les vérifications par scopies type Skyline permettent de vérifier la bonne longueur des vis retenues
Ces méthodes peuvent être combinées

Cette étude peut permettre de diminuer le nombre de **scopies** en salle

Cette étude aide à la **formation des internes** afin de guider l'opérateur dans la **longueur souhaitable du méchage** en fonction de la localisation de la vis

Elle peut guider les industriels à tenir compte de la longueur des vis nécessaires à la confection de kits à usage uniques et donc diminuer le nombre de vis supplémentaires déballées
(**diminuer les coûts**)

Take home messages

Cette étude permet de prédire la longueur maximale des vis épiphysaires requises par rapport à la longueur de la vis diaphysaire (régression linéaire)

Afin d'aider le chirurgien à **déterminer la longueur à mécher et la longueur des vis épiphysaires à implanter** lorsque la comminution dorsale rend la mesure / sensation peu fiable

Cette étude vise à **diminuer la fréquence des vis débordantes en dorsal** lors de l'ostéosynthèse des fractures du radius distal par plaque antérieure
Et ainsi diminuer la **fréquence des lésions de tendons extenseurs au poignets**

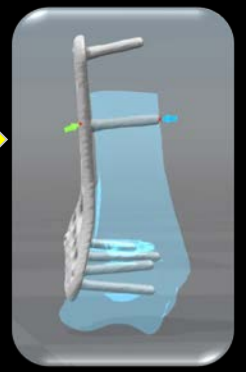
Se servir de l'intervalle de confiance à 99% des spectres des vis épiphysaires selon la vis diaphysaire : permet de réduire le risque de débord à 1% statistiquement et arrondir à la taille de vis disponible en dessous
*** IC 99% :** $(2{,}576 \times SD)/\sqrt{N}$

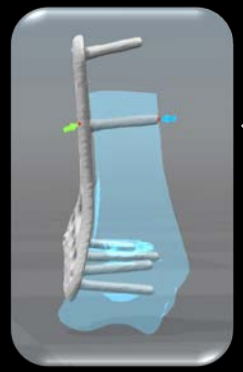
Outil statistique à confronter à la pratique clinique !

Proposition pour une vis de **14mm** au niveau du trou oblong :
Choisir des vis de 18-18-20-16 mm
Proposition pour une vis de 16mm au niveau du trou oblong :
Choisir des vis de 20-20-22-18 mm d'ulnaire en radial

En diaphysaire (trou oblong) : si la mesure est **12< x ≤ 14mm**

Choix d'une vis de 14mm





En diaphysaire (trou oblong) : si la mesure est **14< x ≤ 16mm**

Choix d'une vis de 16mm

Références

The Epidemiology of Distal Radius Fractures

Kate W. Nellans, MD, MPH[1], Evan Kowalski, BS[2], and Kevin C. Chung, MD, MS[3]
[1]Hand Fellow, University of Michigan Health System, Section of Plastic Surgery

Quality of Life After Volar Plate Fixation of Articular Fractures of the Distal Part of the Radius

Gruber, Gerald MD; Zacherl, Max MD; Giessauf, Christian MD; Glehr, Mathias MD; Fuerst, Florentine MD; Liebmann, Walter MD; Gruber, Karl MD; Bernhardt, Gerwin Alexander MD

SCIENTIFIC ARTICLE

Predicting a Safe Screw Length for Volar Plate Fixation of Distal Radius Fractures: Lunate Depth as a Marker for Distal Radius Depth

Karin L. Ljungquist, MD, Sonya P. Agnew, MD, Jerry I. Huang, MD

Volar Approach to Distal Radius Fractures

Themistocles S. Protopsaltis, MD, David S. Ruch, MD

Volar Fixed-Angle Plate Fixation for Unstable Distal Radius Fractures in the Elderly Patient

Jorge L. Orbay, MD, *Miami, FL*, Diego L. Fernandez, MD, *Berne, Switzerland*

J Bone Joint Surg Br. 2006 Dec;88(12):1610-2.

Delayed ruptures of the extensor tendon secondary to the use of volar locking compression plates for distal radial fractures.

Al-Rashid M[1], Theivendran K, Craigen MA

The Utility of the Fluoroscopic Skyline View During Volar Locking Plate Fixation of Distal Radius Fractures

Lucile Vaiss, MD[1] Satoshi Ichihara, MD, PhD[1,2] Sarah Hendriks, MD[1] Chihab Taleb, MD[1] Philippe Liverneaux, MD, PhD[1] Sybille Facca, MD, PhD[1]

Radiographic Evaluation of Dorsal Screw Penetration After Volar Fixed-Angle Plating of the Distal Radius: A Cadaveric Study

Steven D. Maschke · Peter J. Evans · David Schub · Richard Drake · Jeffrey N. Lawton

THE BONE & JOINT JOURNAL

■ WRIST AND HAND: RESEARCH

A new radiological method to detect dorsally penetrating screws when using volar locking plates in distal radial fractures

J Orthop Surg (Hong Kong). 2015 Aug;23(2):164-7.

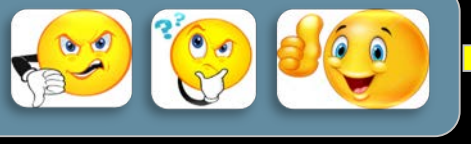
Screw length in volar locking plate fixation for distal radial fractures.

Yuen G[1], Yee DK[2], Fang C[2], Lau TW[2], Leung F[2].

Am J Orthop (Belle Mead NJ). 2015 Aug;44(8):369-72.

Cadaveric Study of Appropriate Screw Length for Distal Radius Stabilization Using Volar Plate Fixation.

Austin A, Green S, Ahsan S, Roskosky M, Shuler MS[1].



hoel.letissier@chu-brest.fr