

La membrane interosseuse de l'avant-bras

Christian Dumontier

Institut de la Main & SOS Mains saint Antoine, Paris

La membrane interosseuse

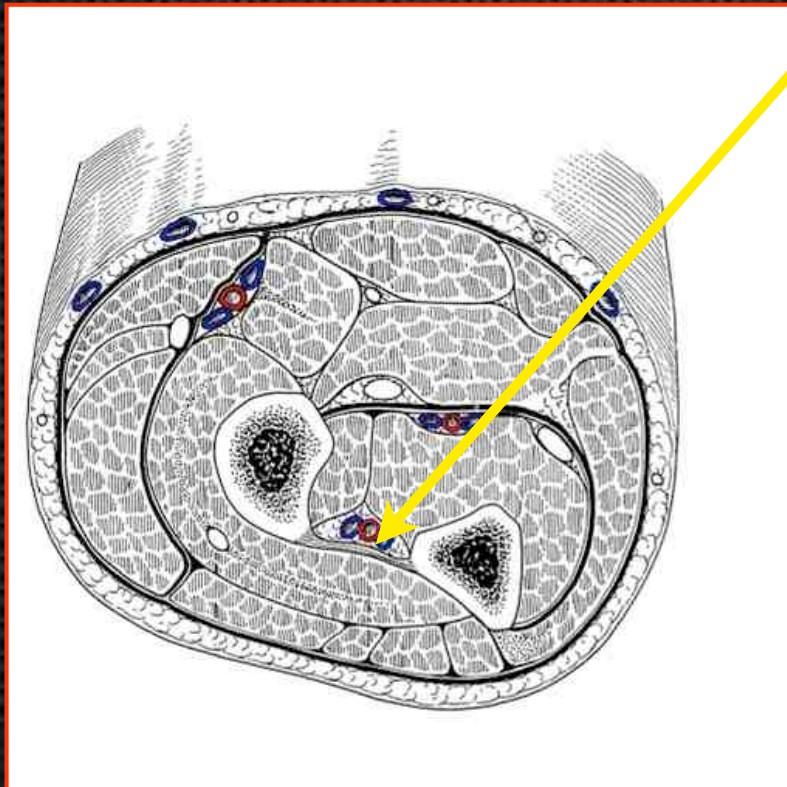
- Son anatomie
- Son rôle physiologique dans l'avant-bras
- Le concept des 3 verrous de l'avant-bras
- Les lésions possibles et leurs conséquences
- Le traitement des déchirures de la membrane interosseuse ?

Anatomie



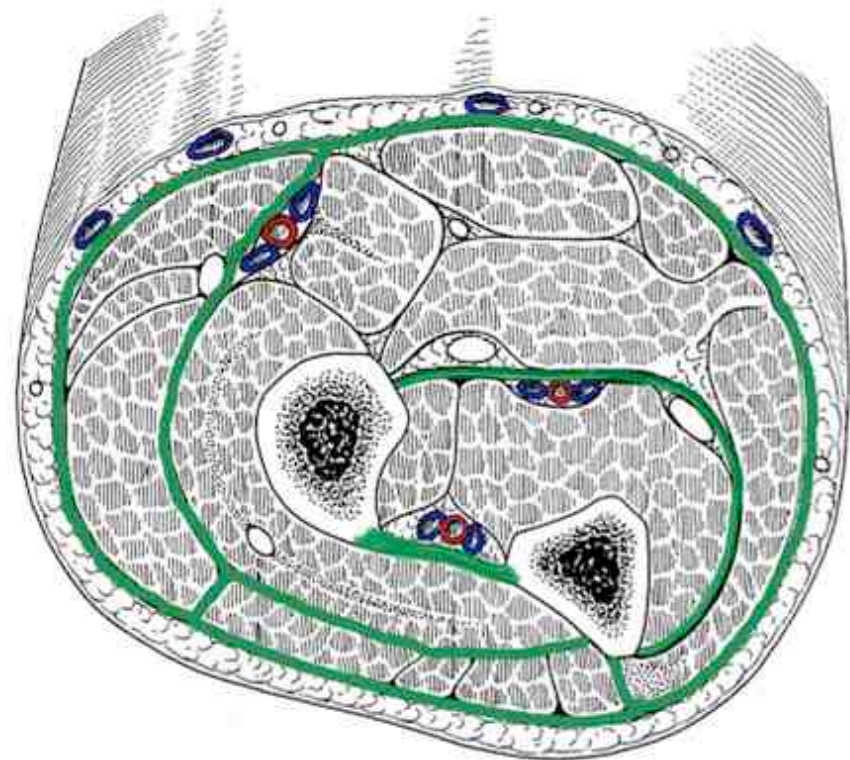
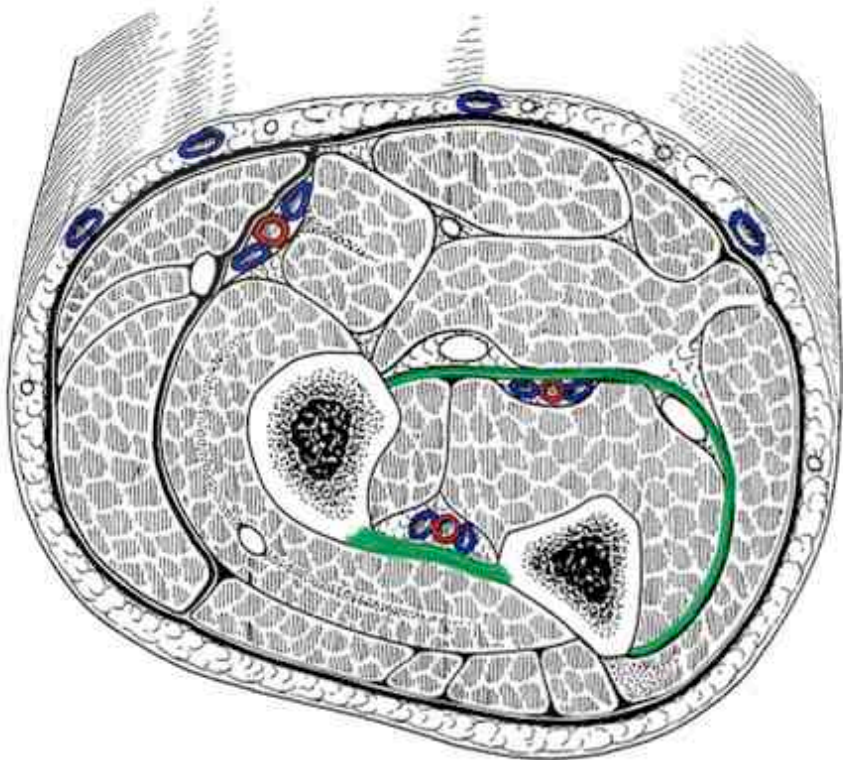
Anatomie

- Elle appartient au système fibreux de l'avant-bras



Anatomie

- Formant une des parois des loges antébrachiales



Anatomie

- Elle appartient au système fibreux de l'avant-bras
- Tendue entre le radius et l'ulna sur plus de 10 cm





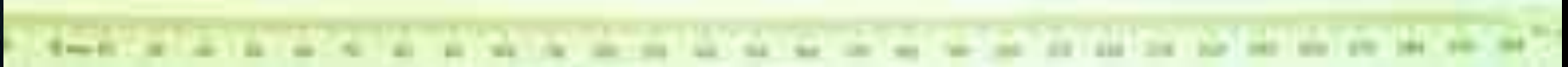
Vue postérieure



Vue antérieure

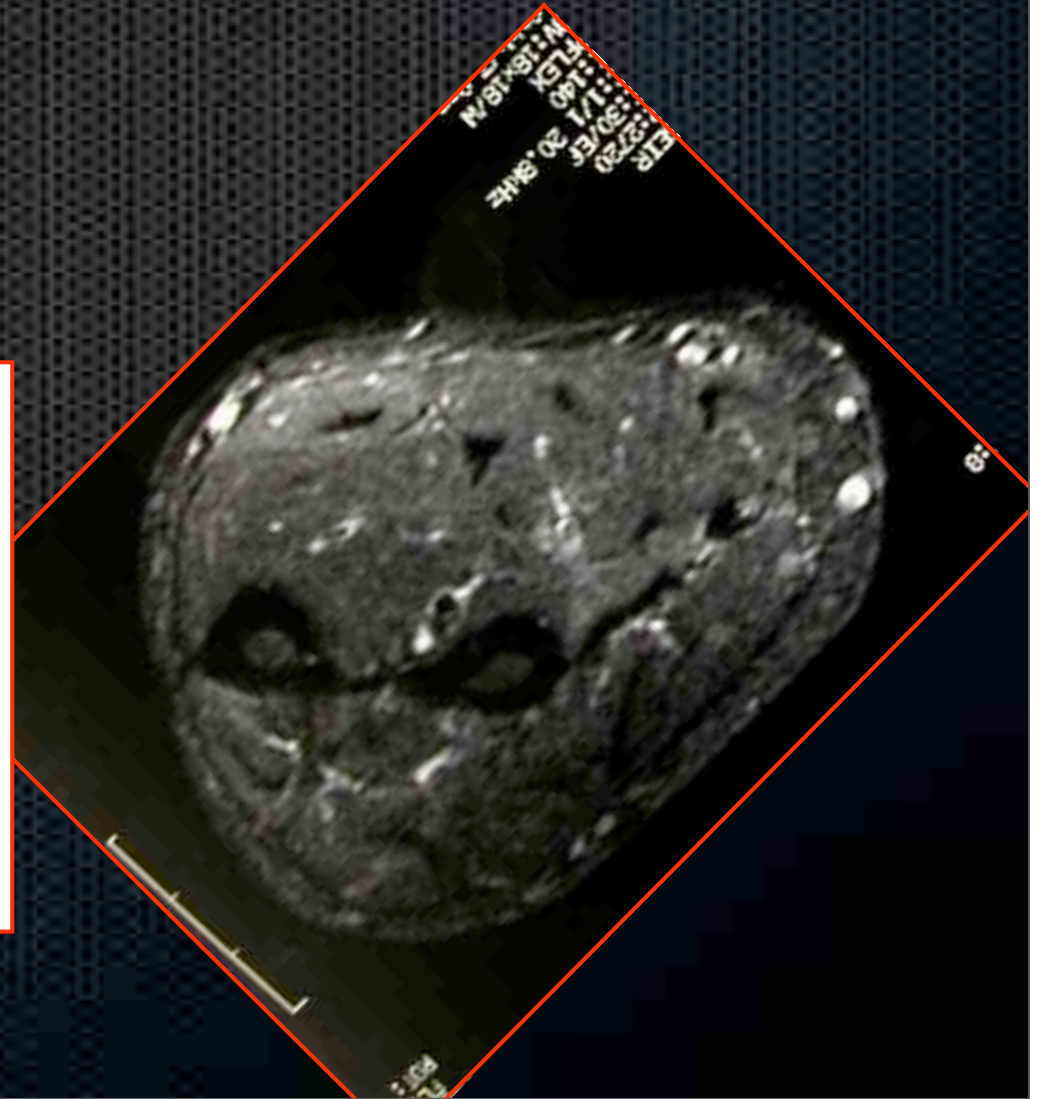
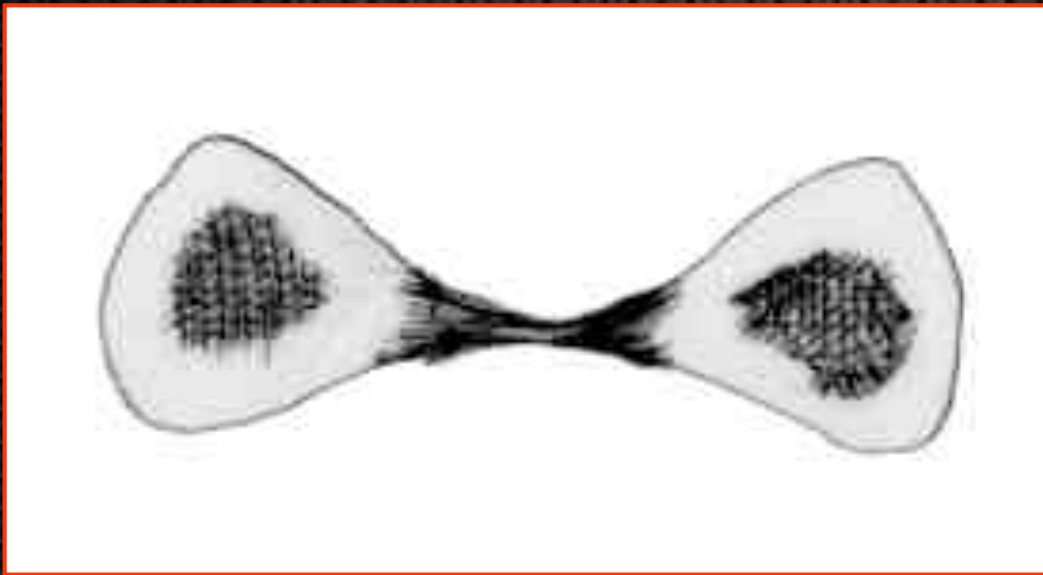


Grande variabilité inter et intra-individus



Anatomie

- Plus épaisse sur les zones d'insertions entre les deux os
- Epaisseur: 2,18 mm



Anatomie

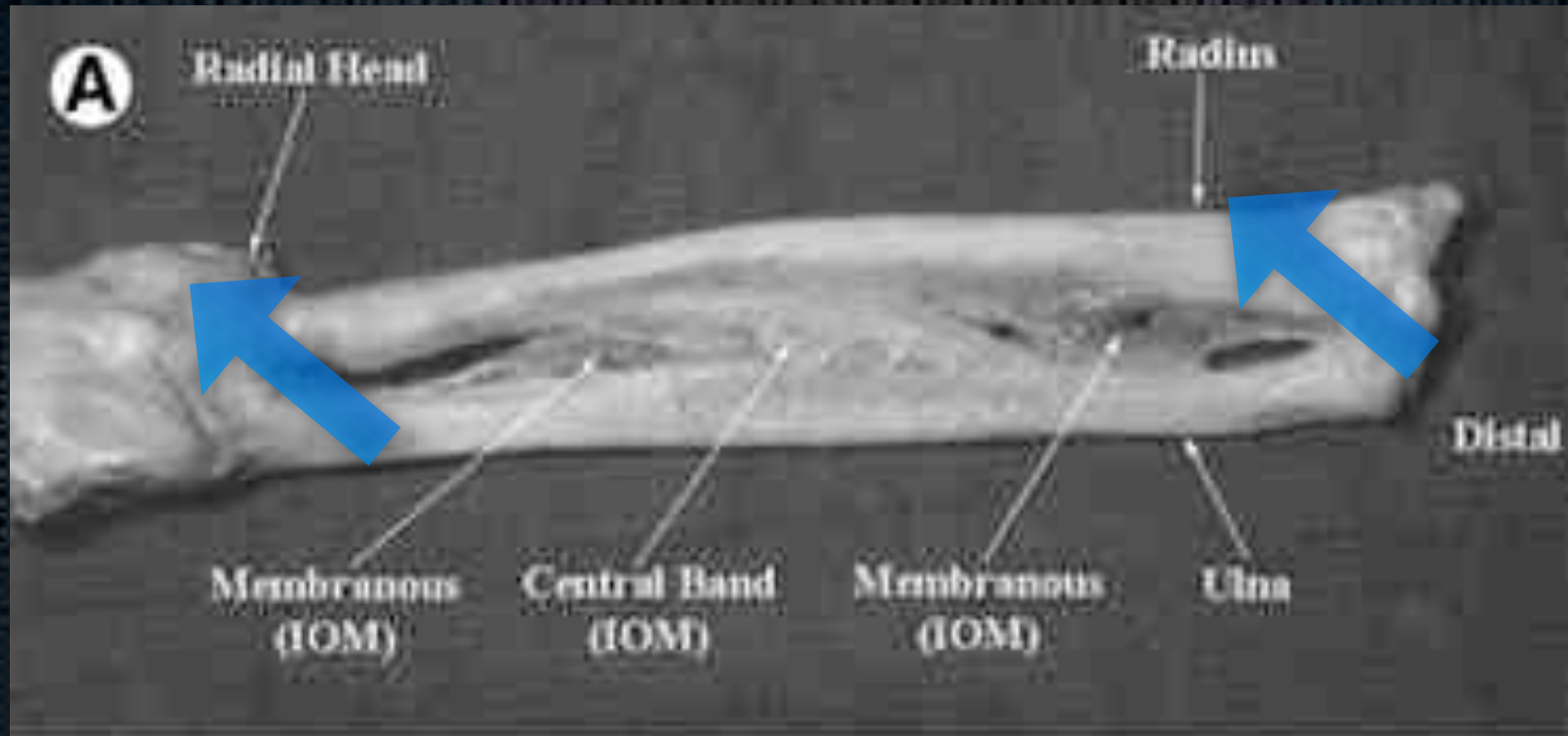
- Elle appartient au système fibreux de l'avant-bras
- Tendue entre le radius et l'ulna sur plus de 10 cm
- Epaisseur: 2,18 mm, plus épaisse sur ses zones d'insertions osseuses
- Deux groupes de fibres selon leurs orientations

Anatomie

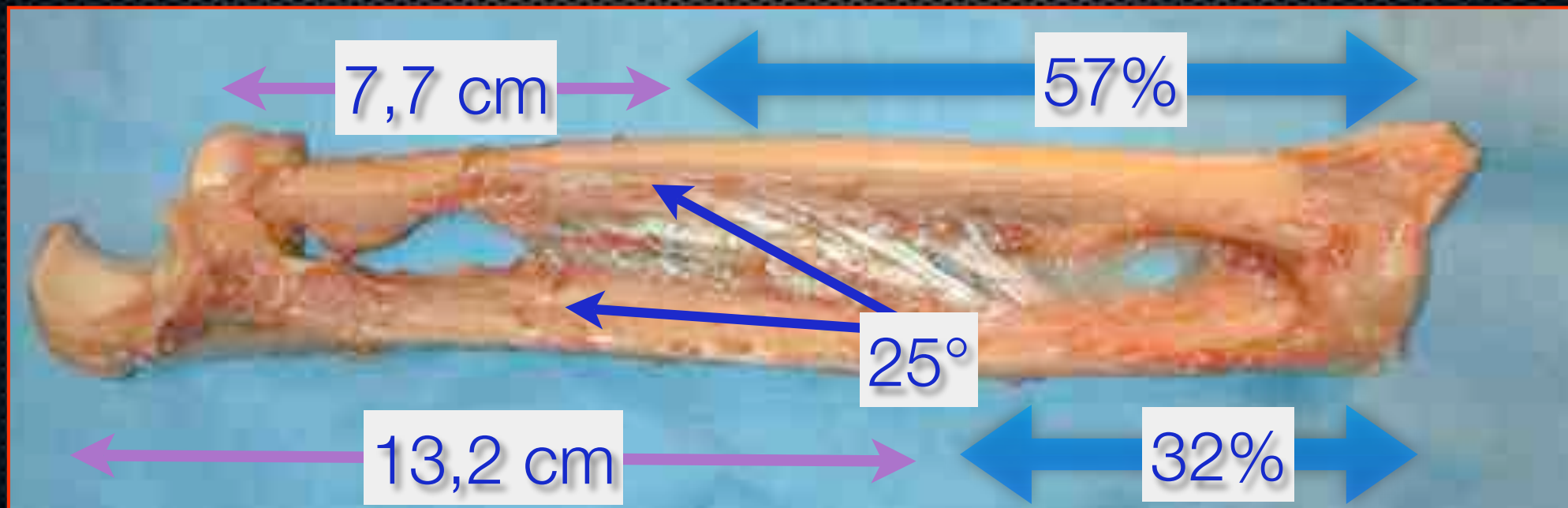
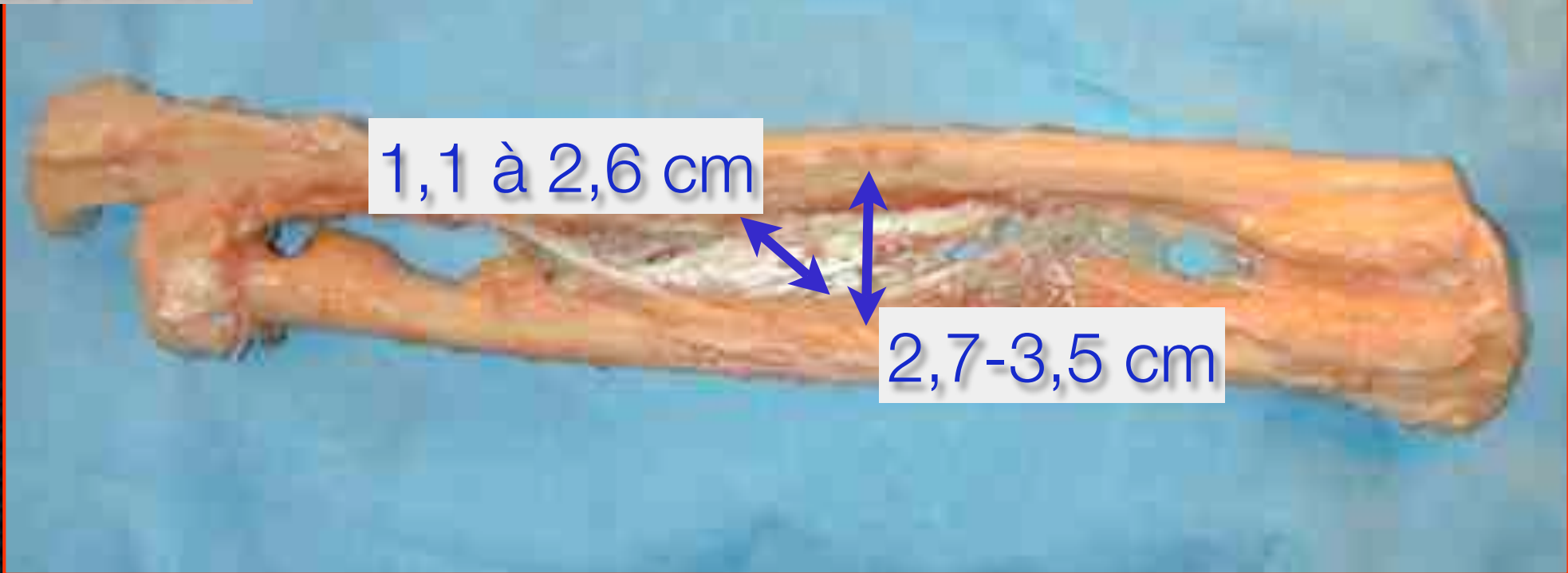
- Les fibres tendues de l'ulna vers le radius et de bas en haut, les plus importantes
- Les fibres tendues de l'ulna vers le radius et haut en bas
- L'ensemble forme un aspect en maille



Les fibres dirigées en haut et en dehors



Vue postérieure



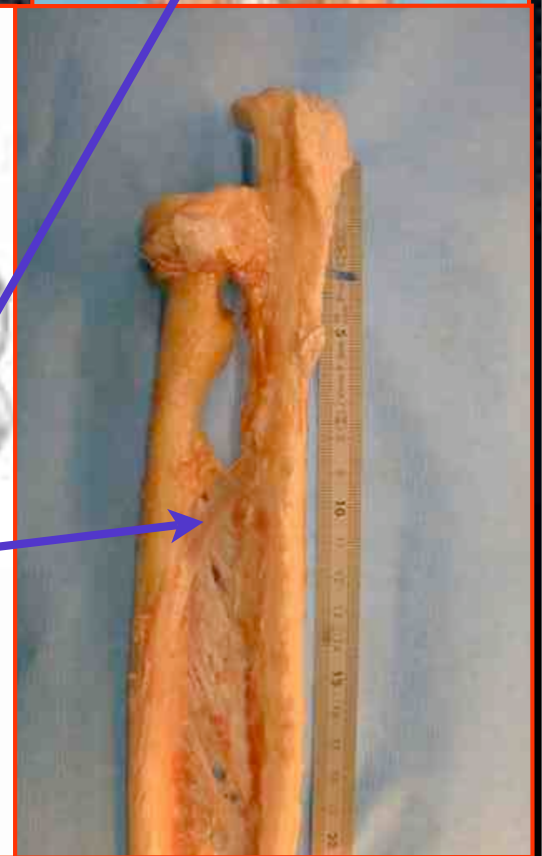
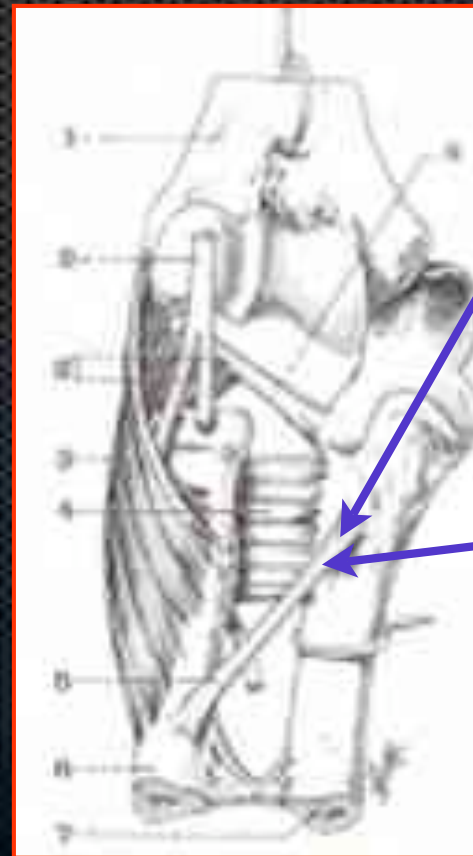
Vue antérieure



- Rigidité: $13,1 \pm 3,0$ N/mm
- Module élasticité: $608,1 \pm 160,2$ mPa
- Rigidité: $9,0 \pm 2,0$ %

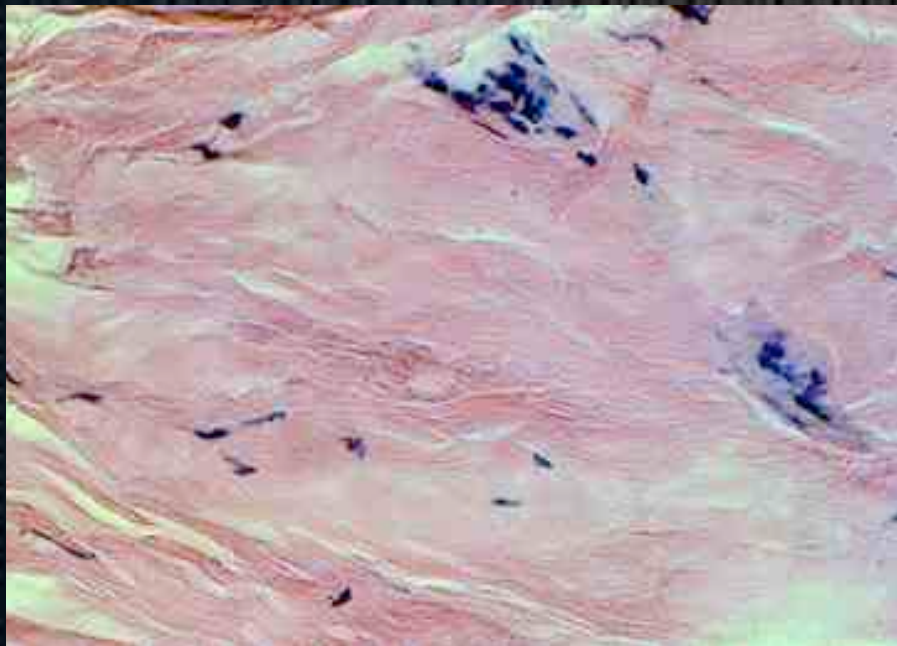
Les fibres dirigées en bas et en dehors

- Corde oblique (ligament de Weitbrecht), structure épaisse (≈ 3 mm)
- Bande proximale (inconstante - $2,87 \pm 0,71$ mm d'épaisseur)



Composition

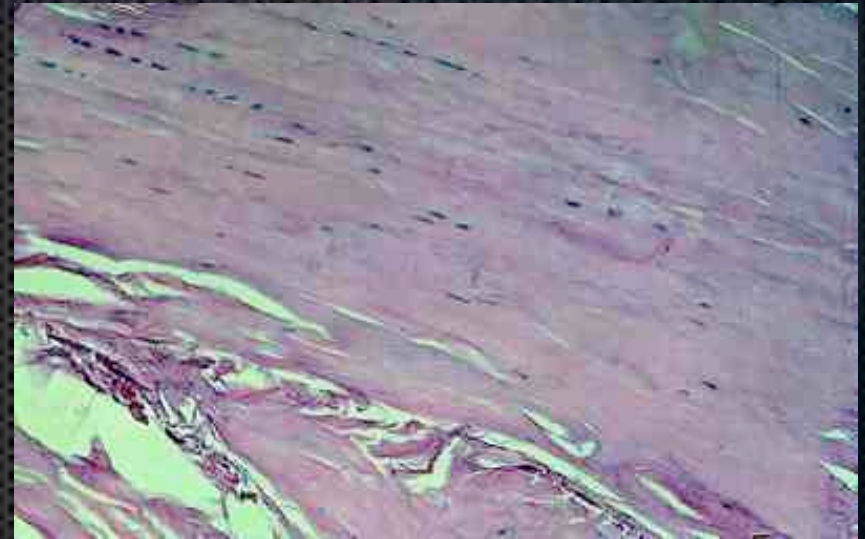
- Prolongation du périoste de l'ulna et du radius
- Collagène (60-90%) et élastine



Partie proximale/

Bande centrale

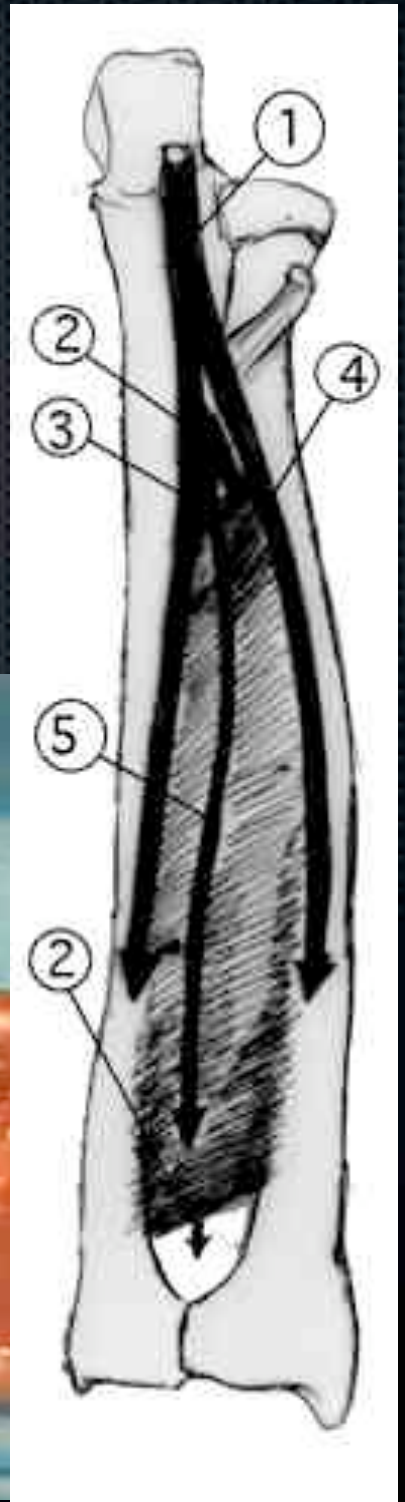
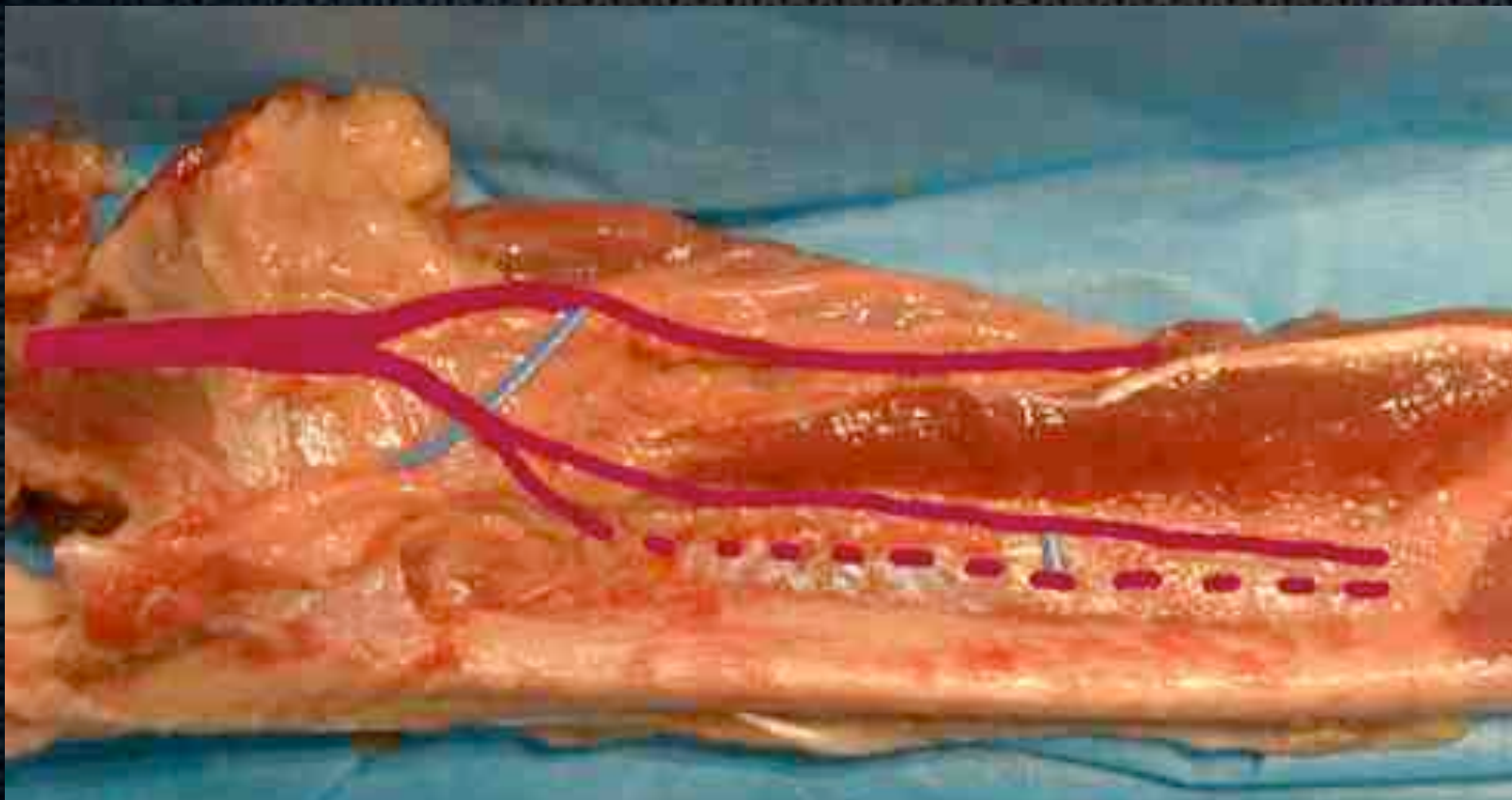
- Structure intermédiaire entre une aponévrose et un ligament
- Microvascularisation qui se raréfie avec l'âge



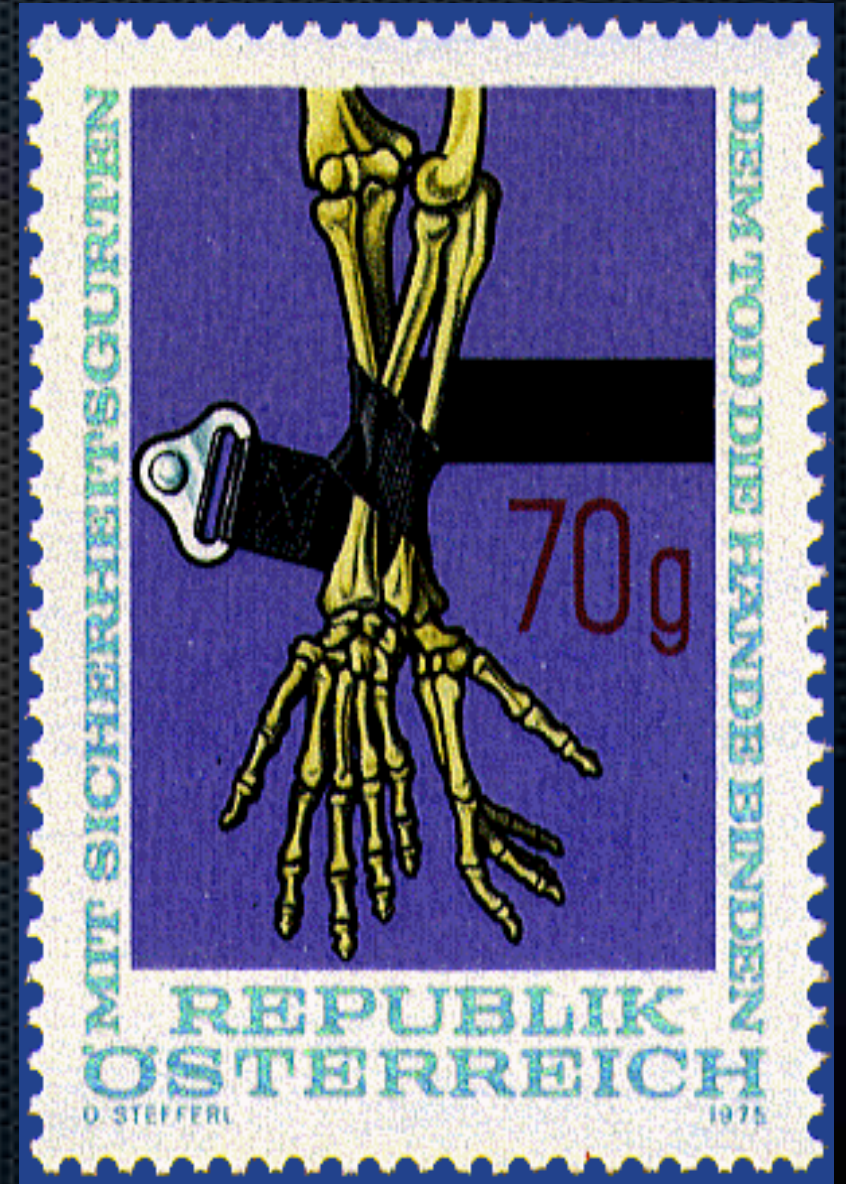
Bande centrale

Rapports principaux

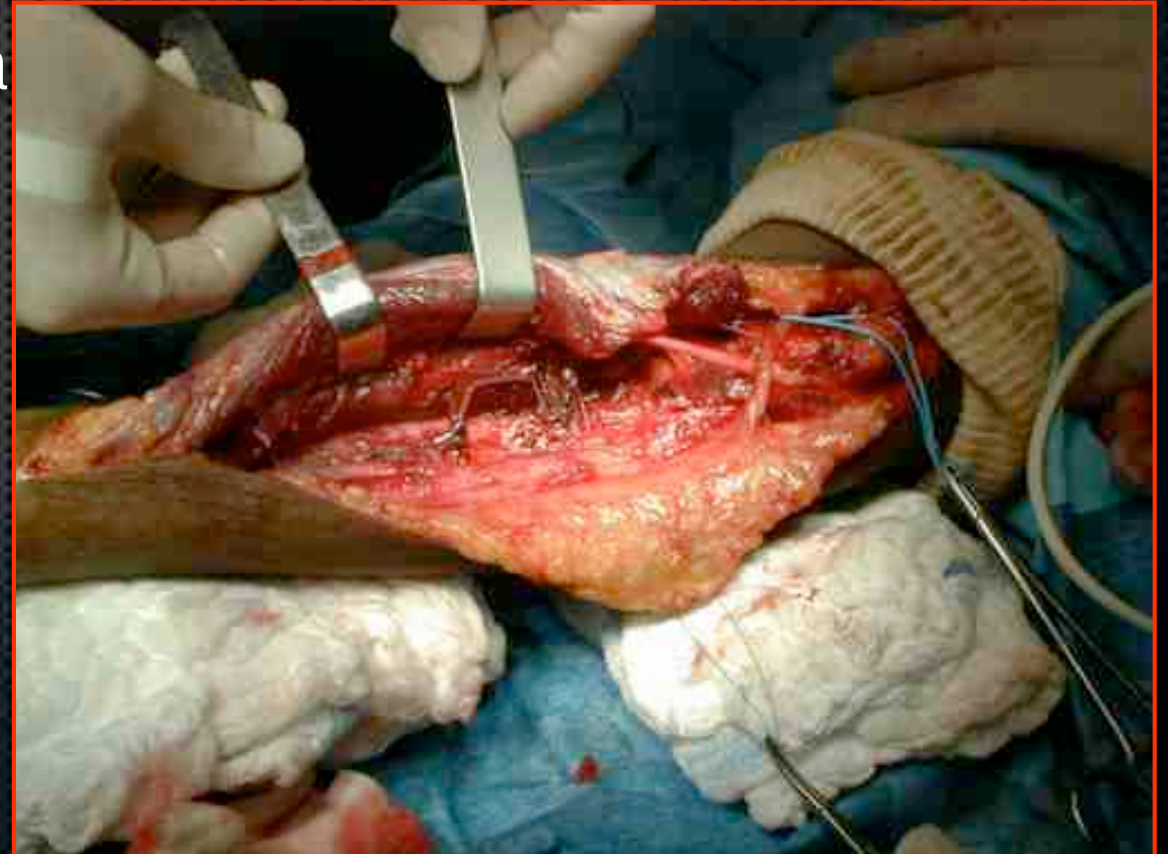
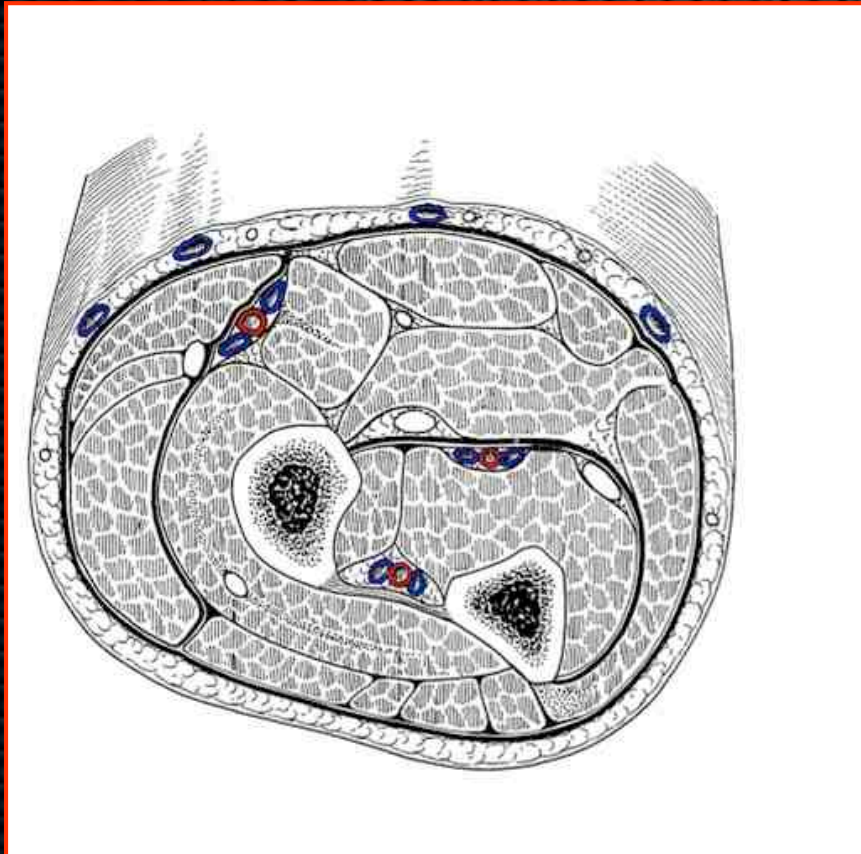
- Axes vasculaires interosseux antérieur et postérieur



Physiologie de la membrane interosseuse

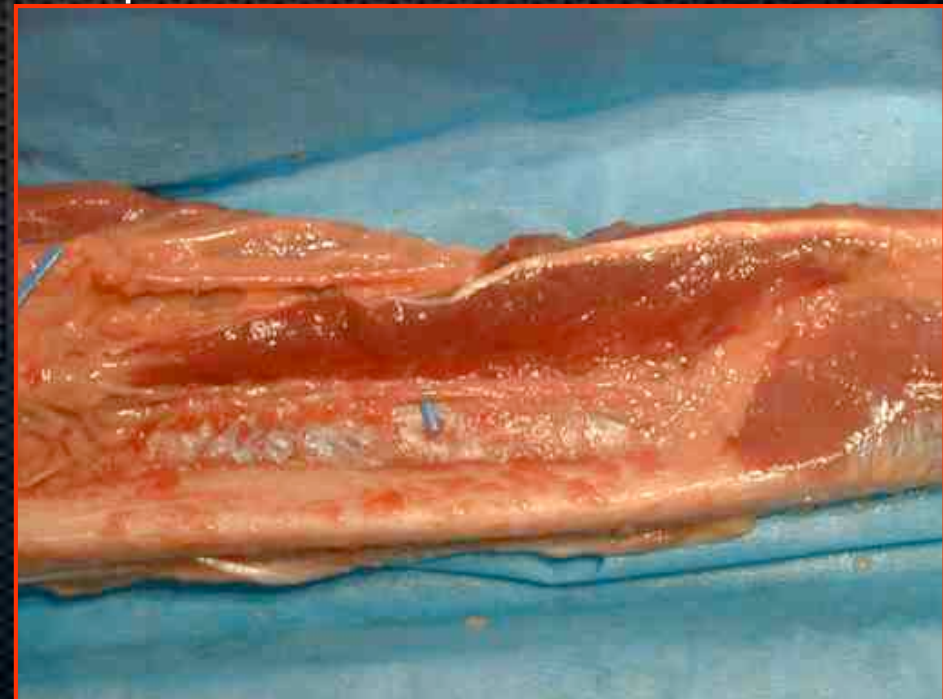


Rôle physiologique "indirect"



Rôle physiologique “indirect”

- Sert de zone d'insertion aux muscles de la loge antérieure:
 - Flexor pollicis longus
 - Flexor digitorum profundus



Rôle physiologique "indirect"

- Sert de zone d'insertion aux muscles de la loge postérieure:
- Extensor pollicis longus , Abductor pollicis longus, Extensor indices proprius



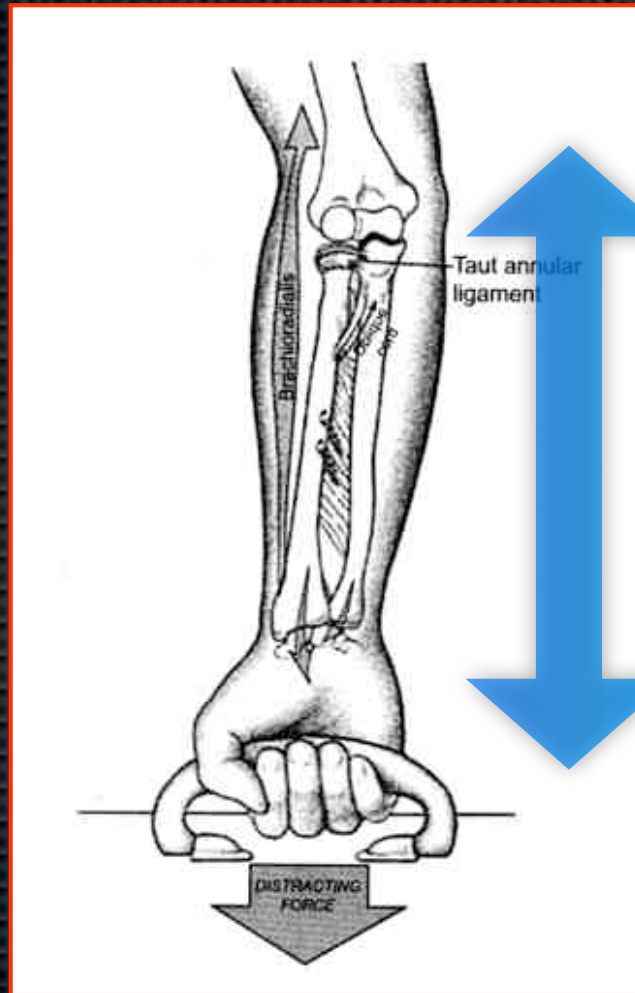
Rôle physiologique “direct”

- Rôle mécanique dans la physiologie de l'avant-bras dont elle constitue un des éléments fonctionnels
- Ce rôle n'est connu que pour la “bande centrale”

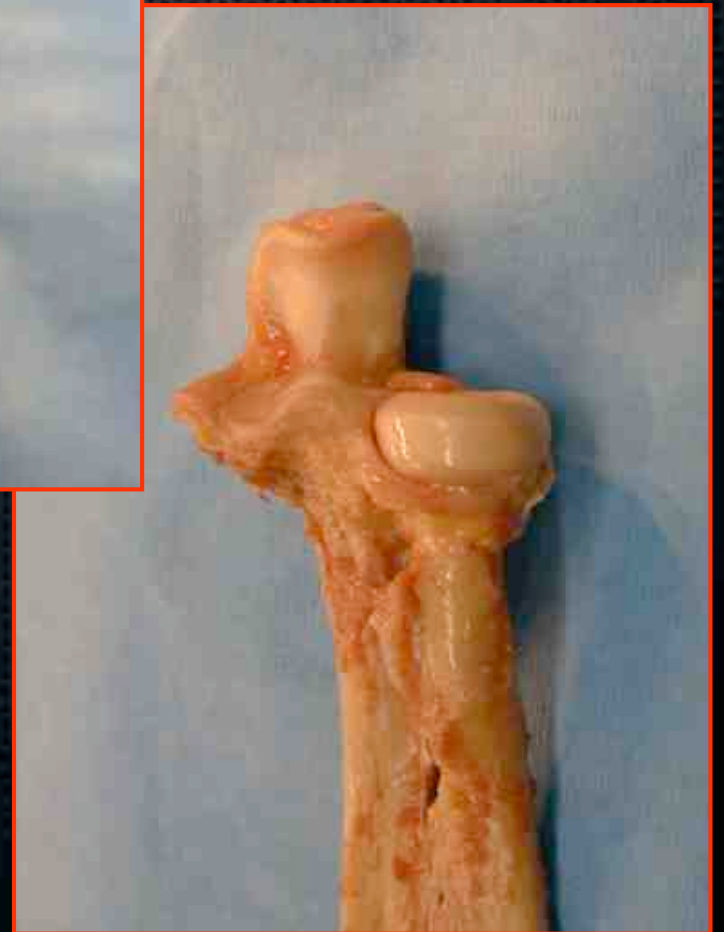


Rôle physiologique "direct"

- Transmission des contraintes axiales et transversales



Les éléments de la stabilité transversale de l'avant-bras

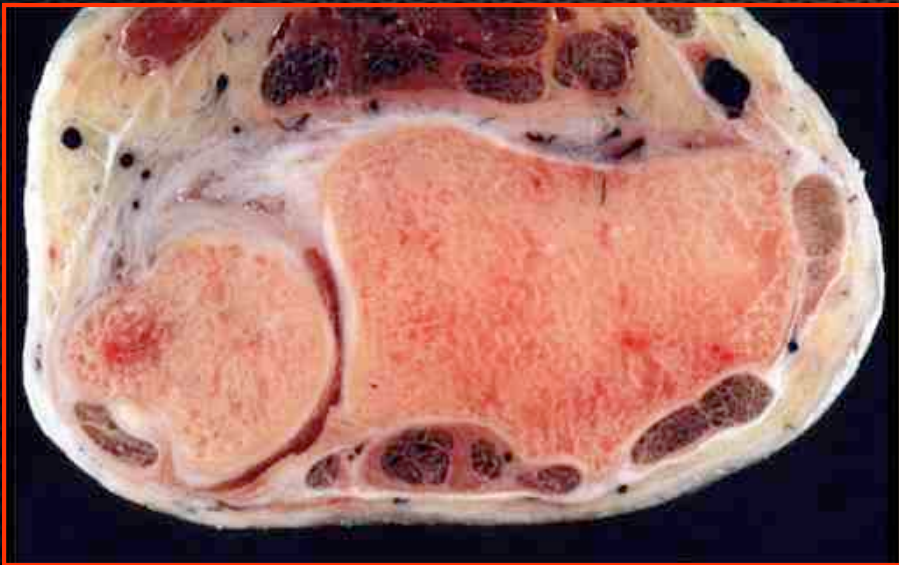


Lgt Annulaire

Les éléments de la stabilité transversale de l'avant-bras

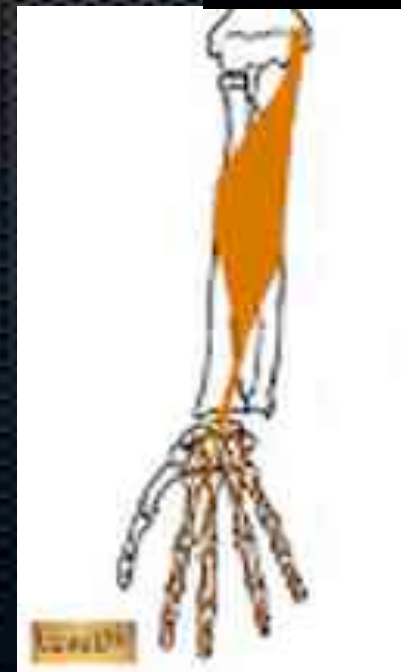


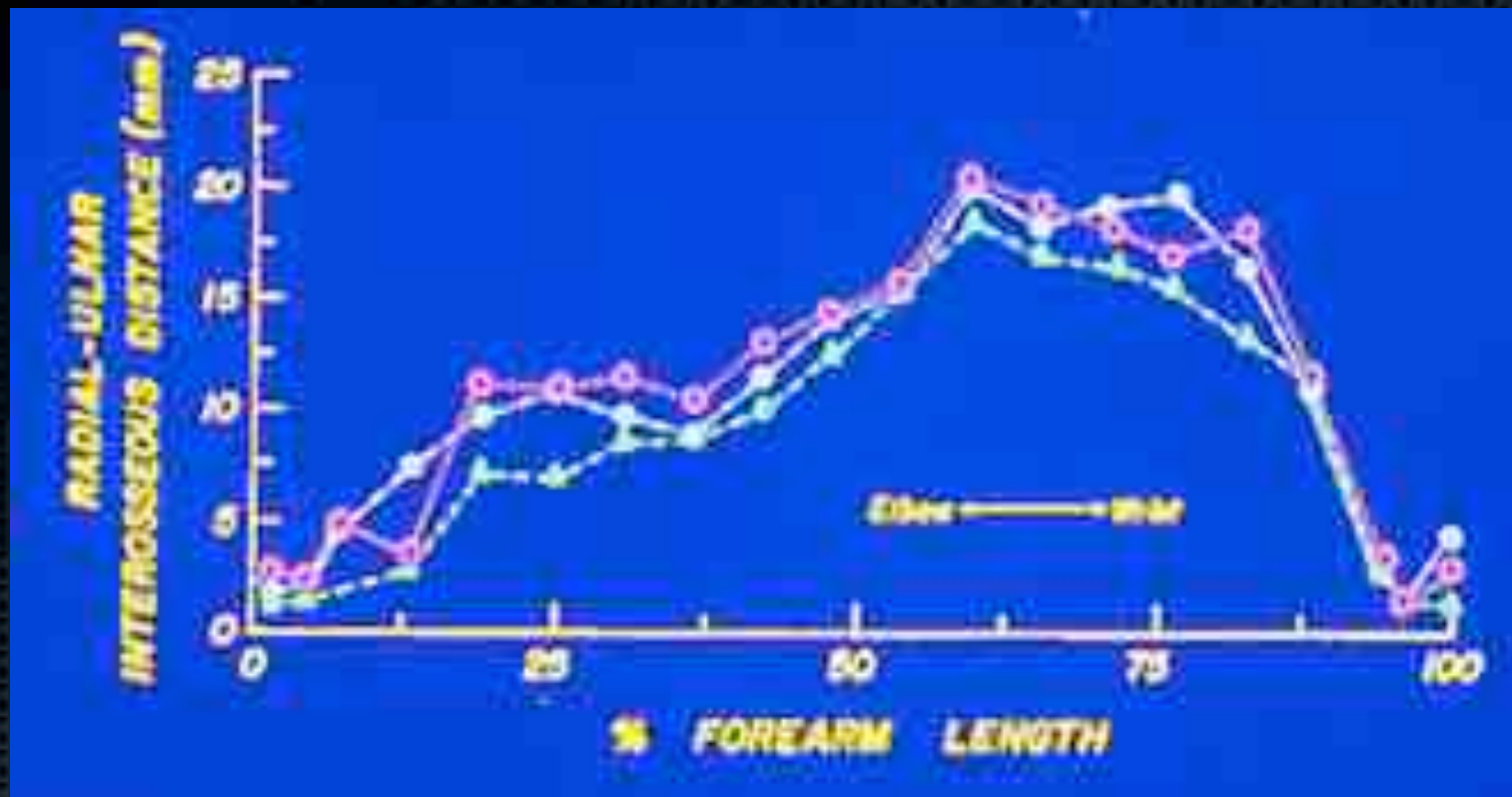
- L'articulation radio-ulnaire distale



Les éléments de la stabilité transversale de l'avant-bras

- La membrane interosseuse et les muscles s'attachant sur l'ulna et le radius
 - Pronator teres
 - Pronator quadratus
 - Flexor digitorum profundus



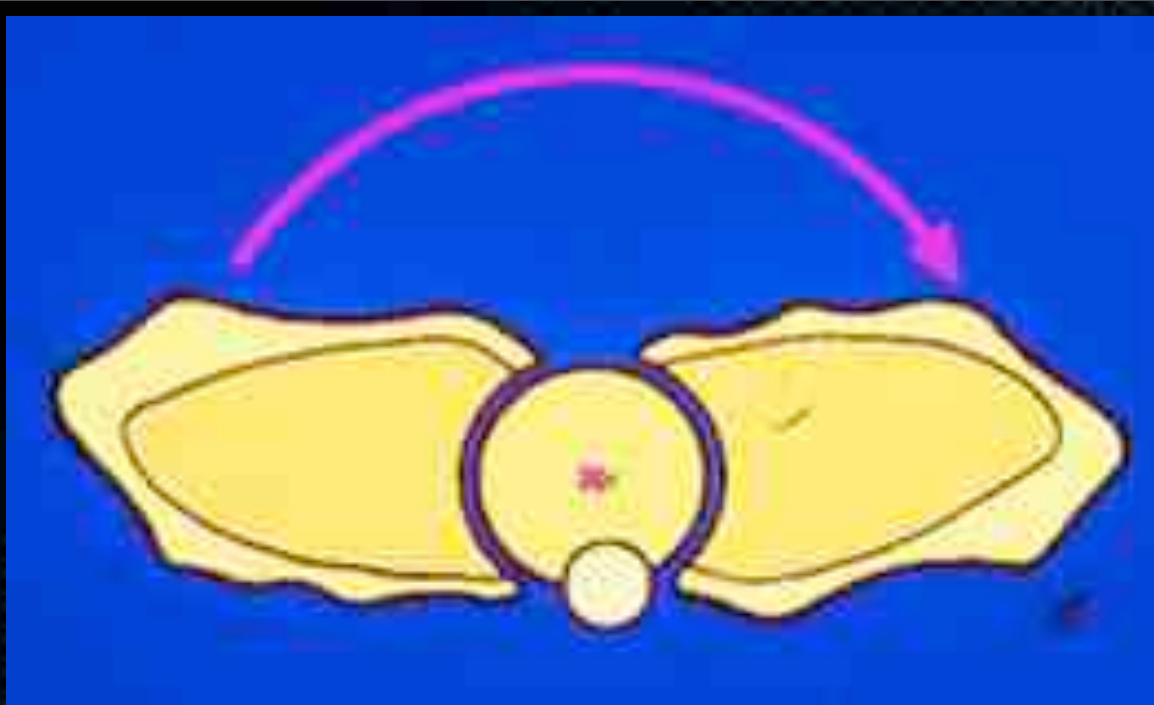


- L'articulation radio-ulnaire distale
- L'articulation radio-ulnaire proximale
- La Membrane interosseuse

➔ Contrôlent et harmonisent les mouvements de pronosupination

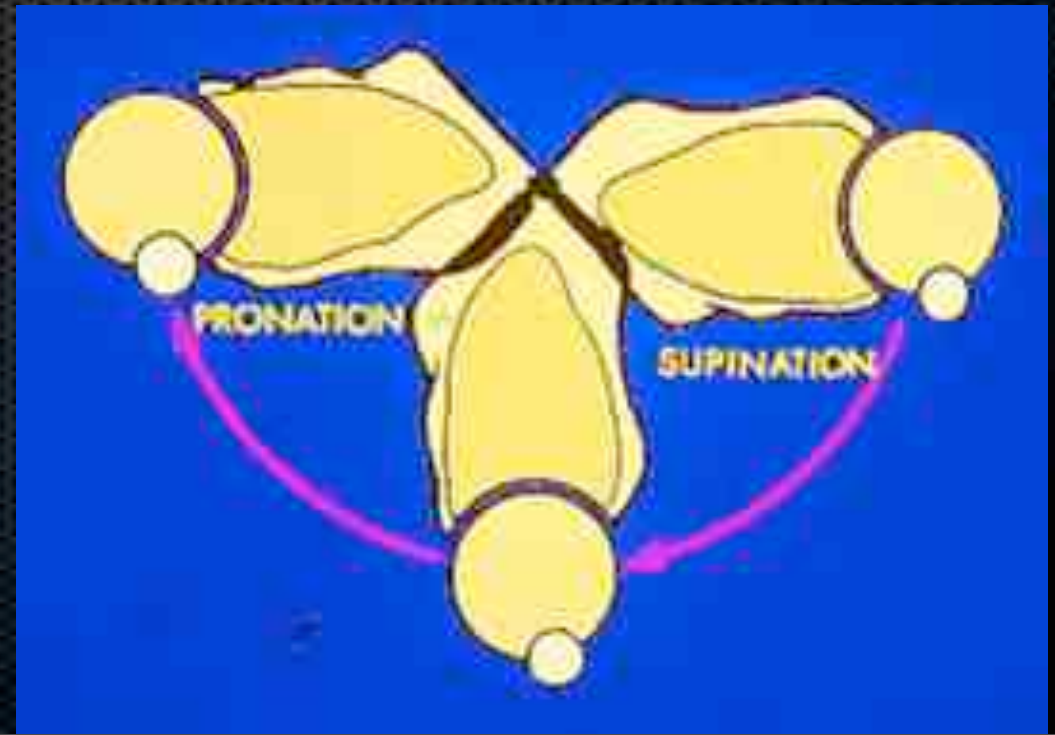
L'axe de l'avant-bras





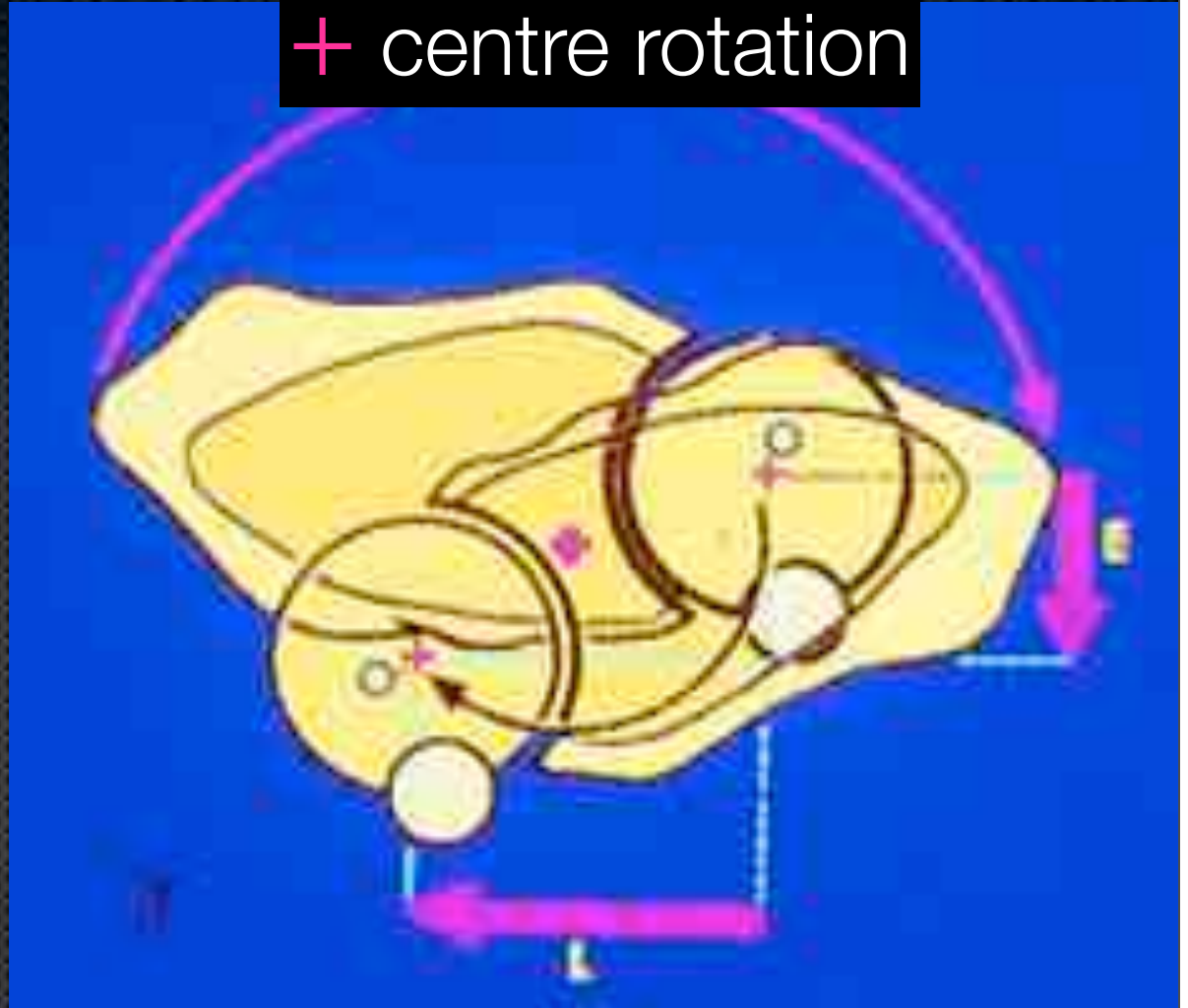
Ulna fixe: mobilité
autour de la RUD

Styloïde radiale fixe,
mobilité au coude et à
la RUD



En réalité

+ centre rotation

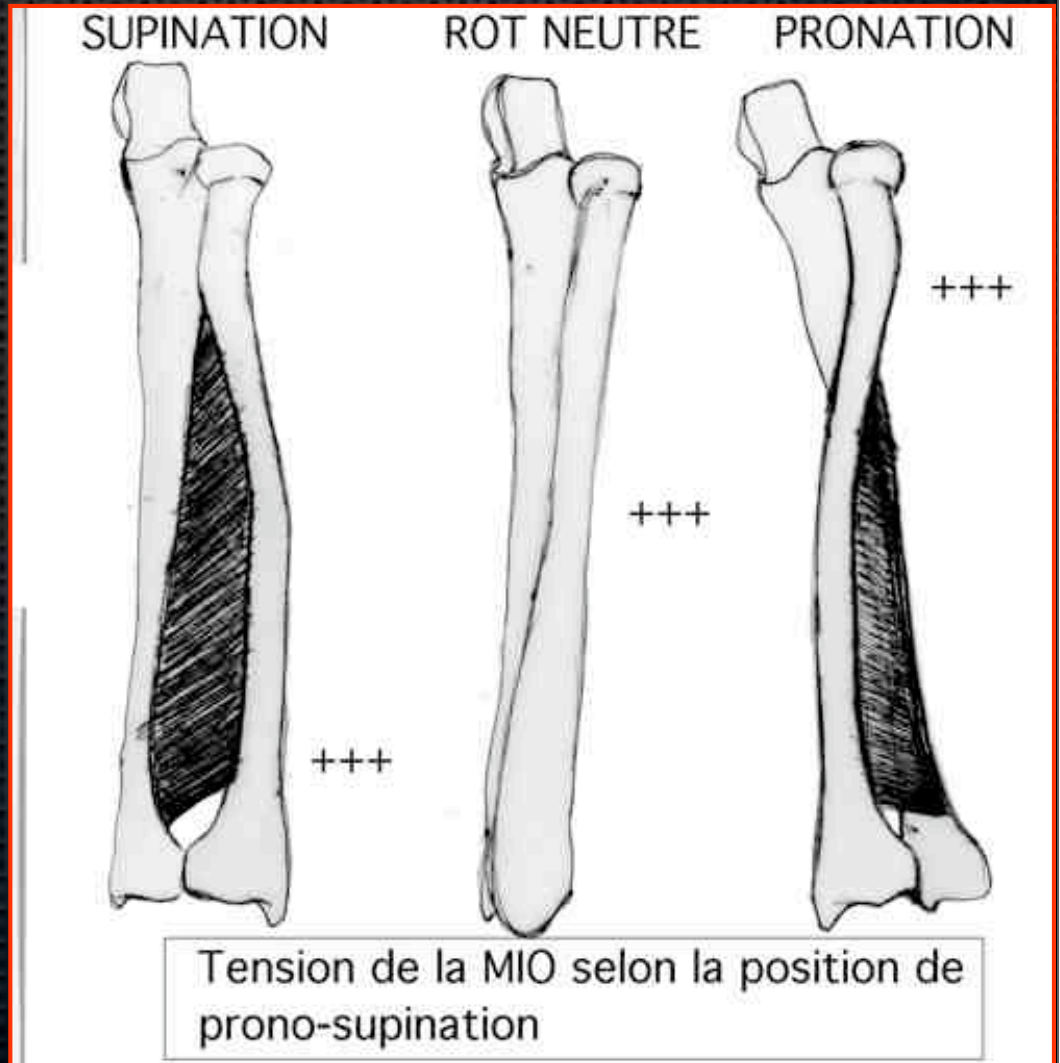
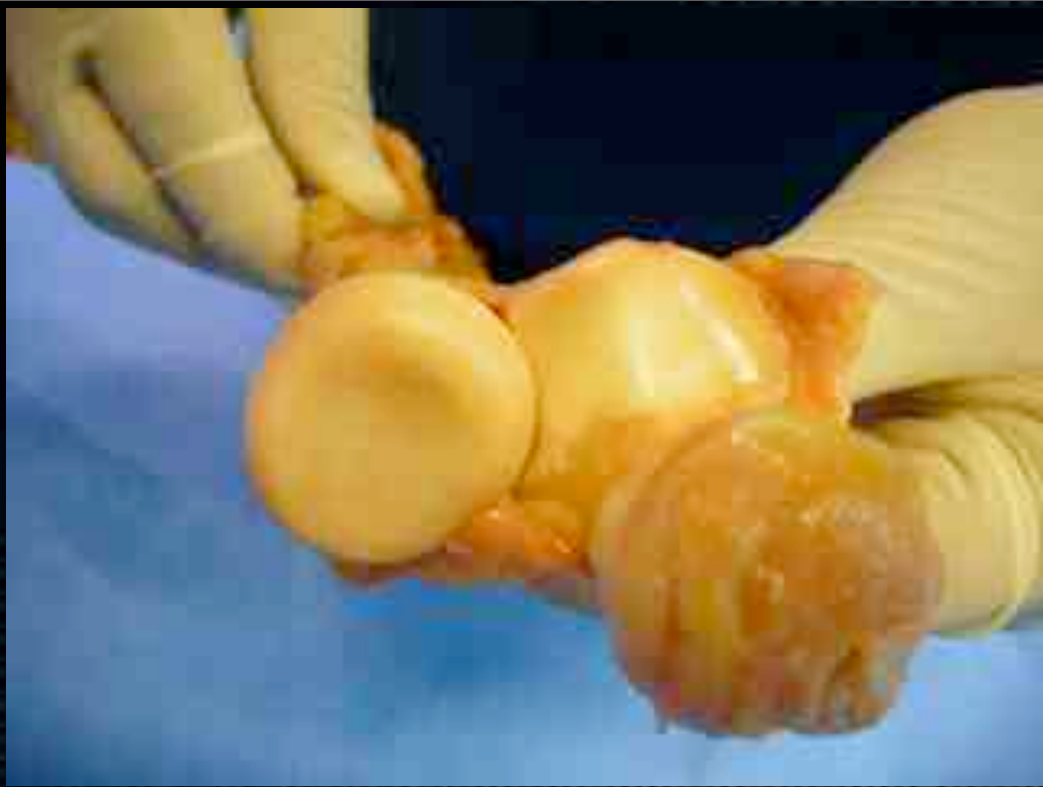


- ✦ De la supination à la pronation
- ✦ l'ulna se déplace en radial (7°) et le coude s'étend

Les éléments de la stabilité transversale de l'avant-bras

- L'ulna peut être considéré comme fixe
- Le radius tourne autour de l'ulna lors de la pronosupination
- L'anatomie des deux os entraîne un recrutement progressif de la MIO (en moyenne la MIO est plus tendue en supination qu'en pronation)





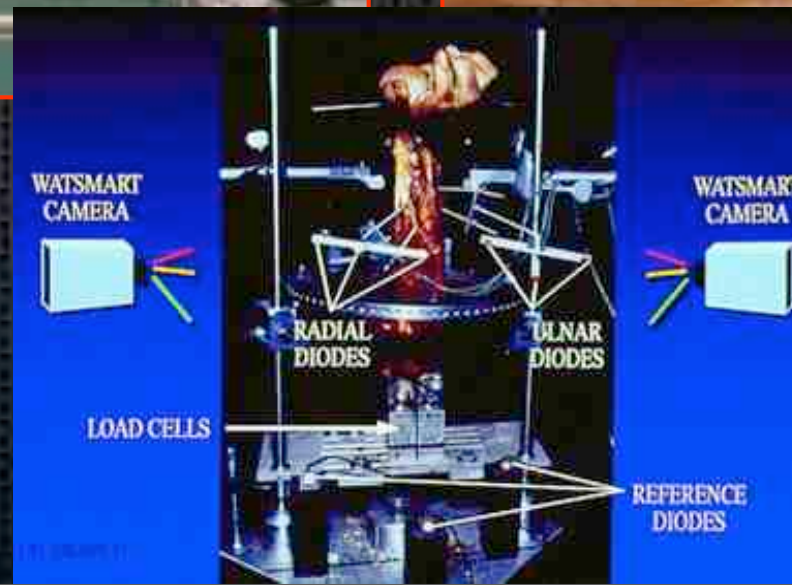
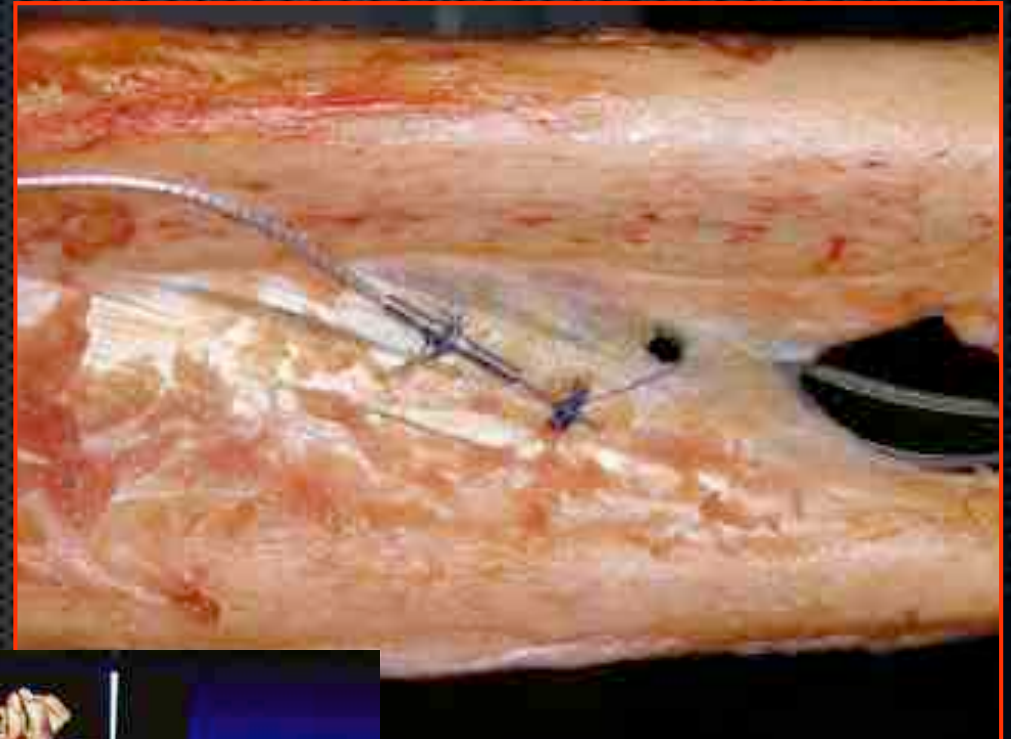
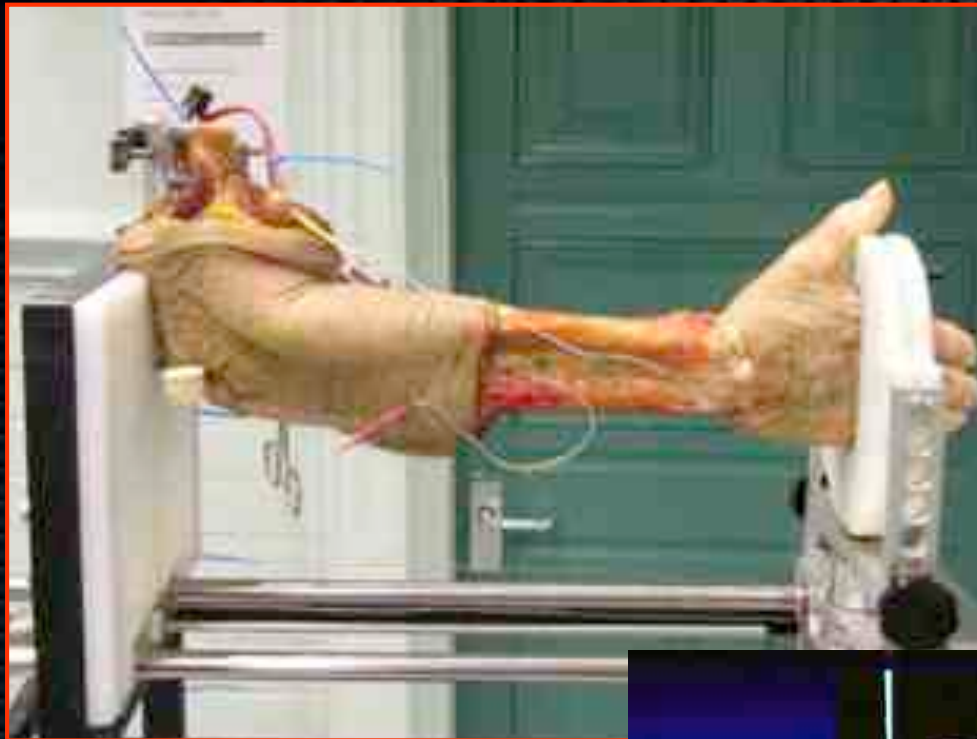
Instabilité transversale

- La forme des radio-ulnaires a tendance à écarter les deux os de l'avant-bras
- La résection de la tête de l'ulna tend à rapprocher la diaphyse ulnaire du radius (radio-ulnar abutment)



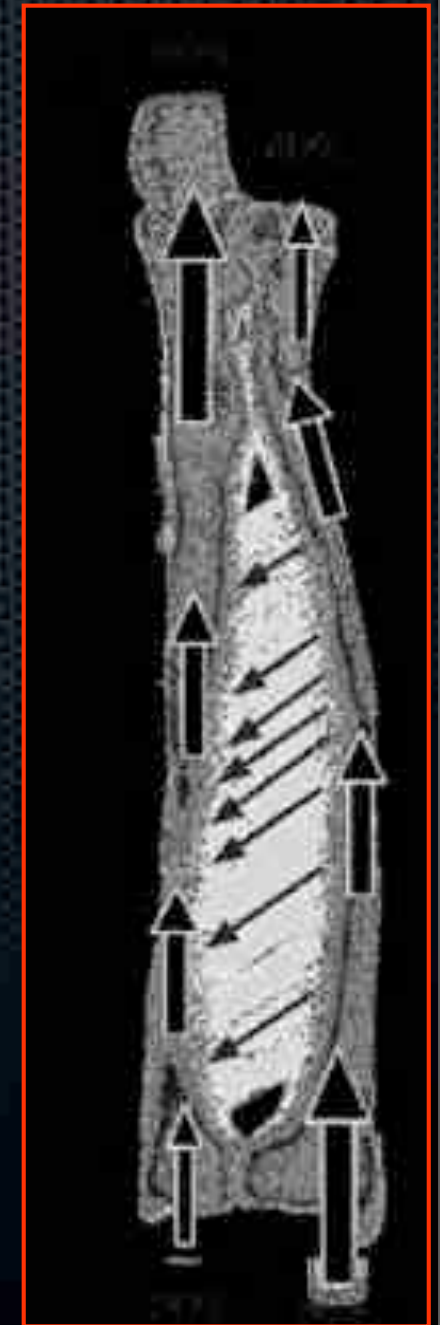


La stabilité longitudinale

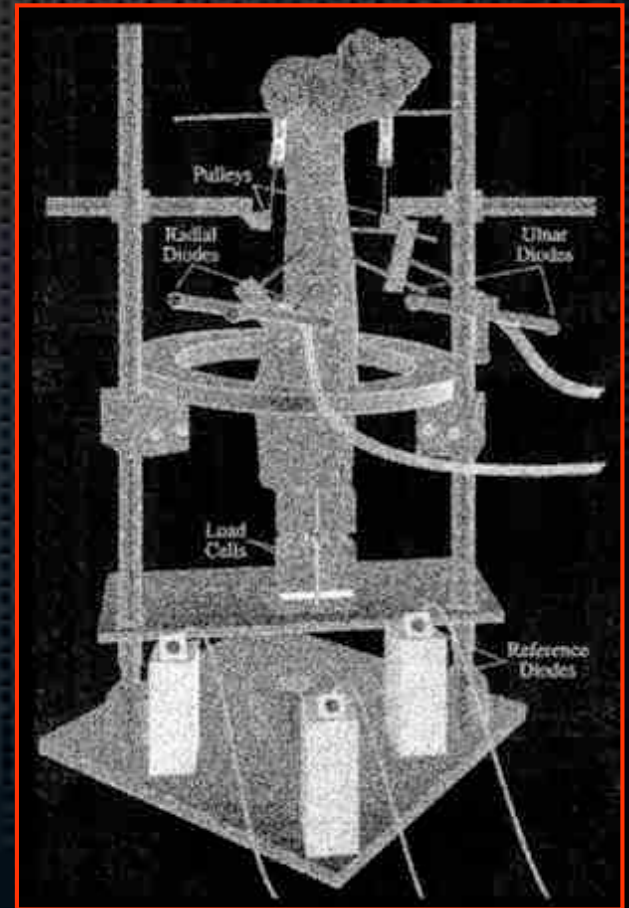


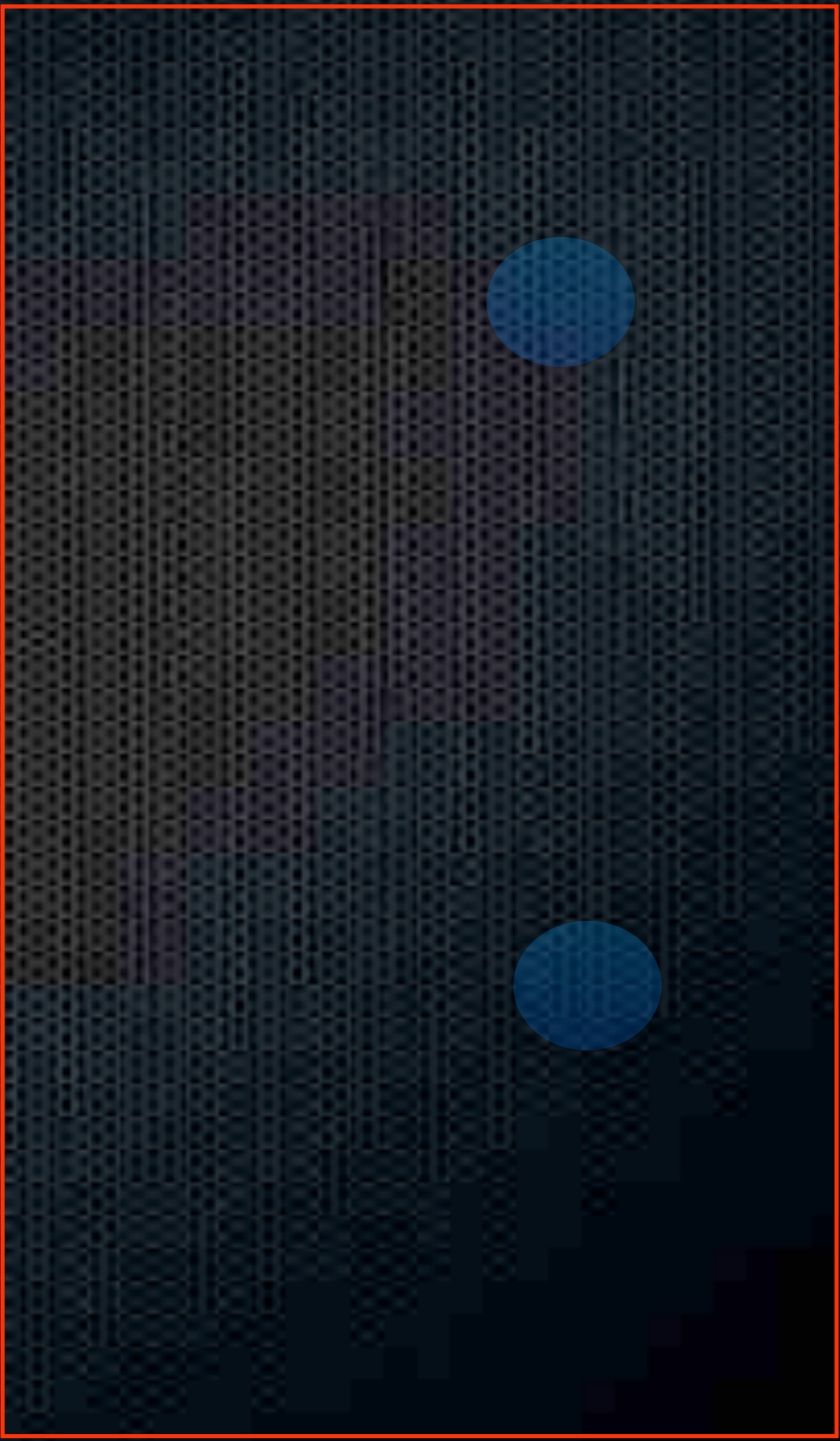
Stabilité longitudinale

- Le radius reçoit au poignet environ 80% des contraintes axiales
- L'ulna transmet, au coude, environ 60% des contraintes axiales
- C'est l'orientation des fibres qui permet le transfert des charges axiales du radius vers l'ulna



- Ce transfert de charges varie selon:
 - Le degré d'inclinaison frontale du poignet,
 - La flexion-extension du poignet,
 - La rotation de l'avant-bras
 - L'inclinaison du coude dans le plan frontal





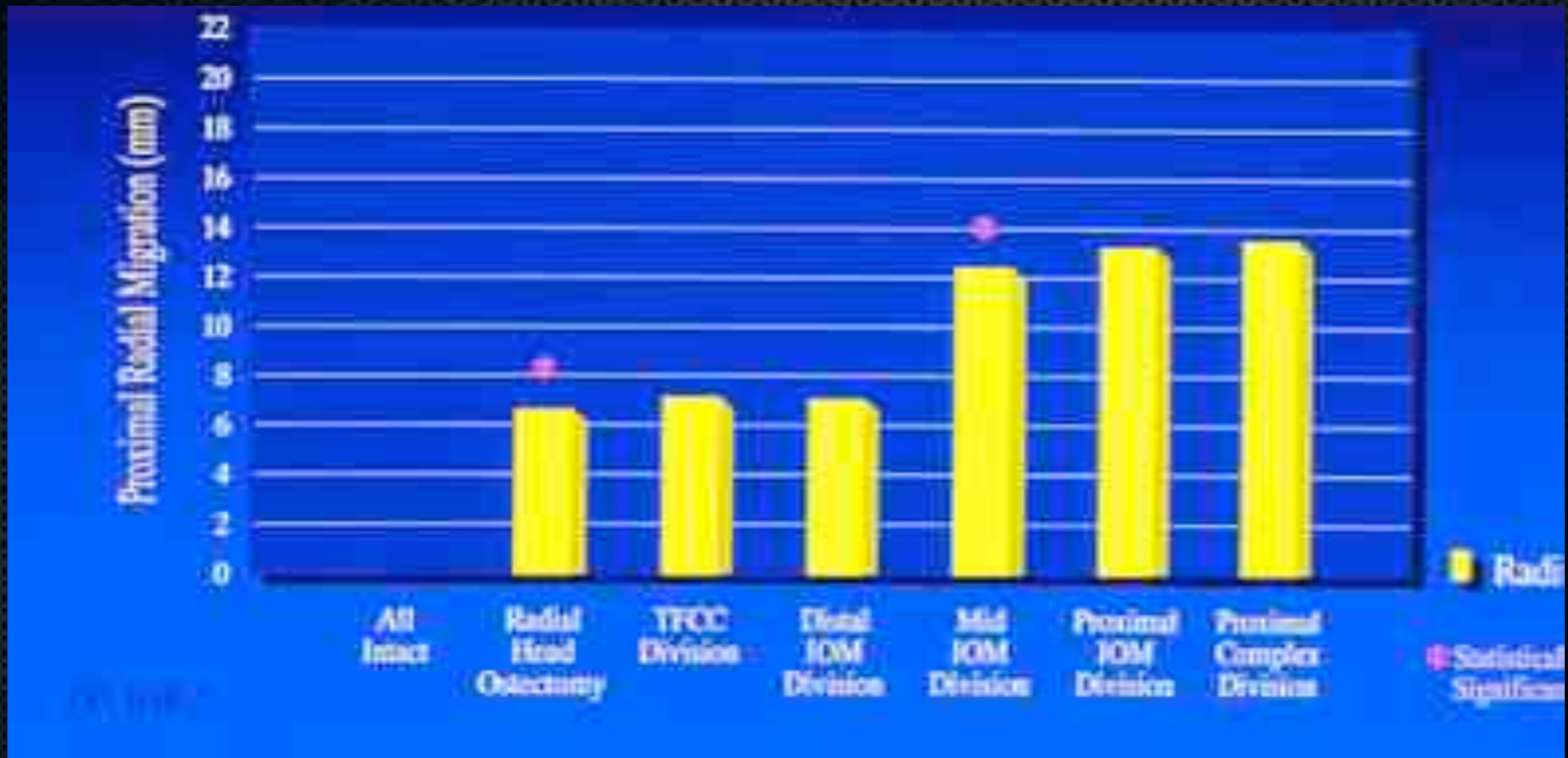




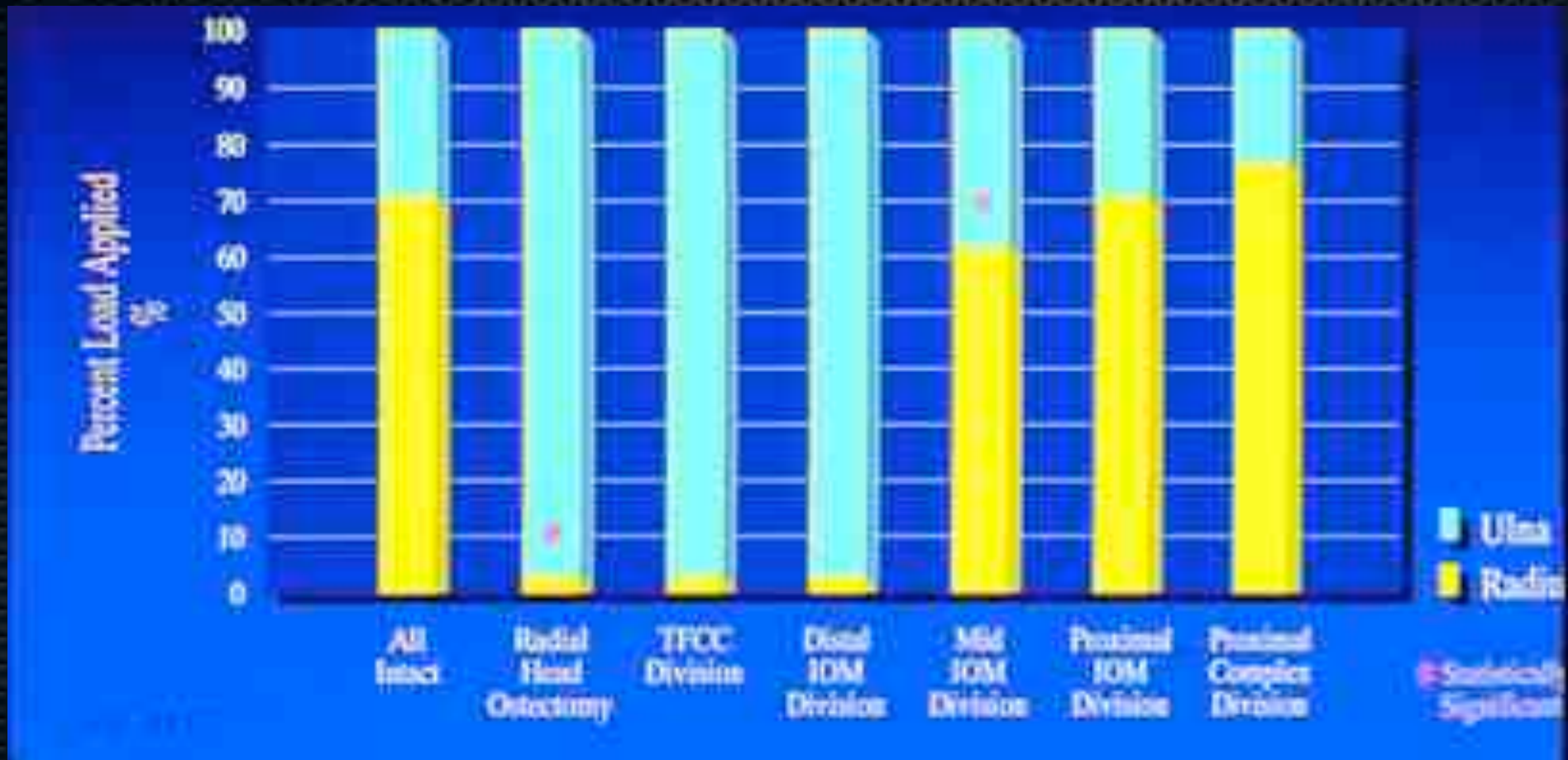
PHASE I (3 Groups)



Proximal Migration of Radius Group IA



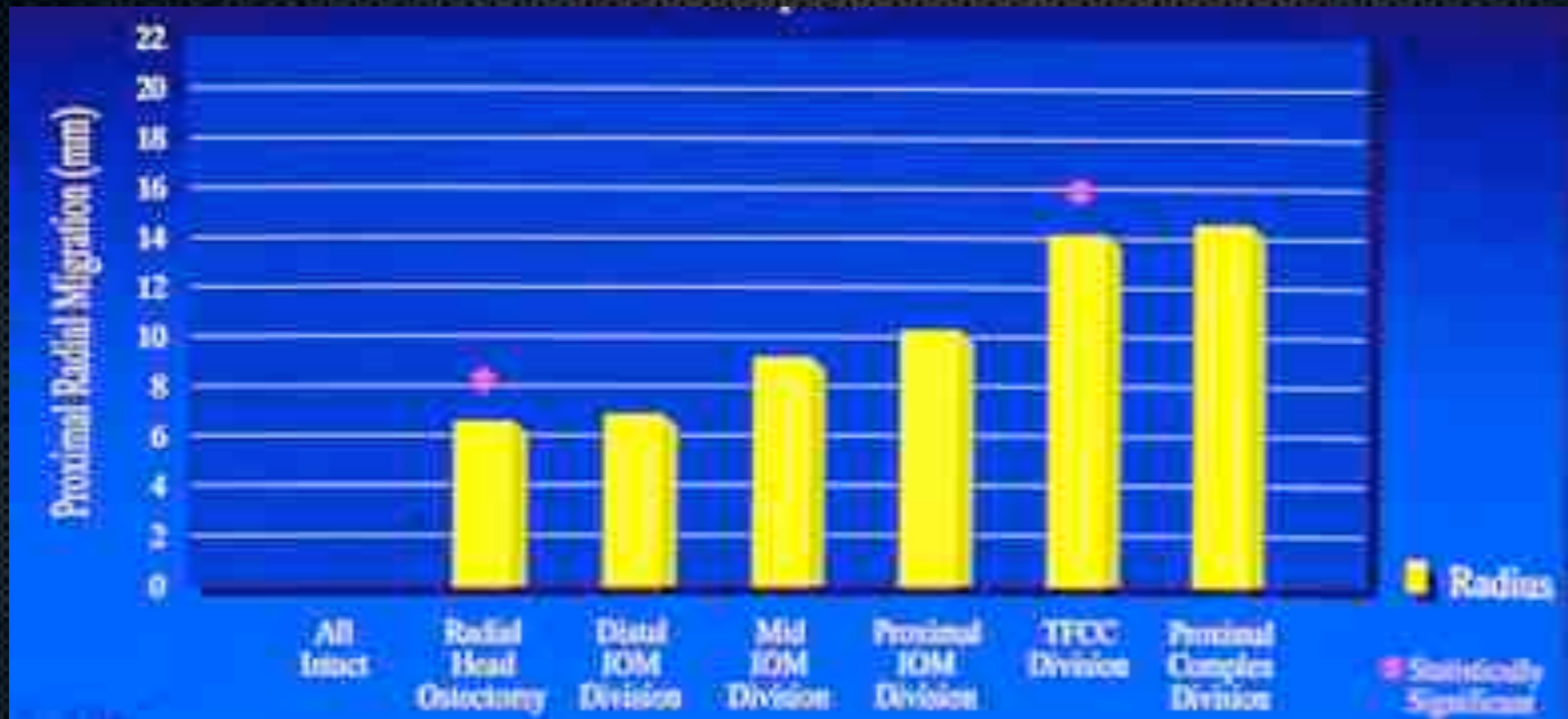
Load Transfer - Group IA



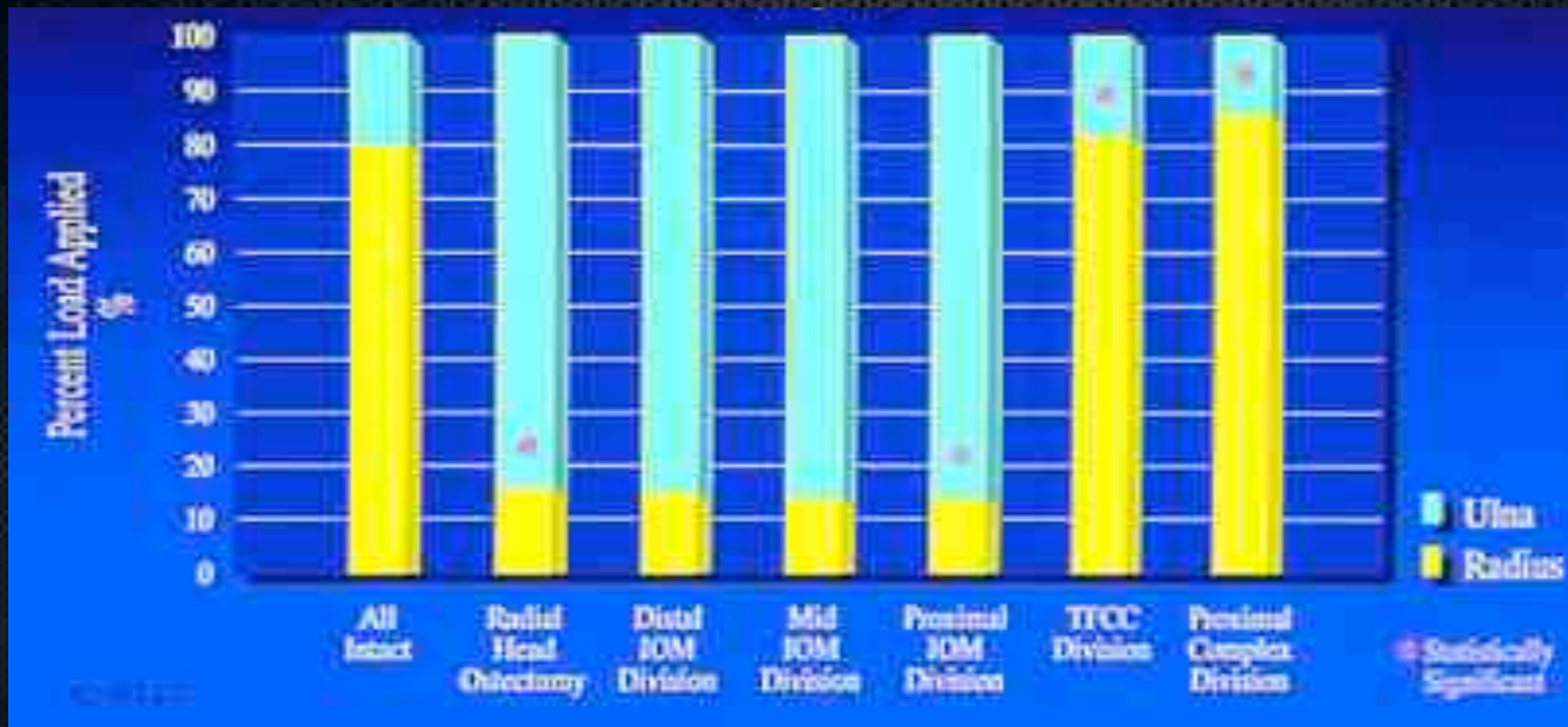
PHASE II (1 Group)



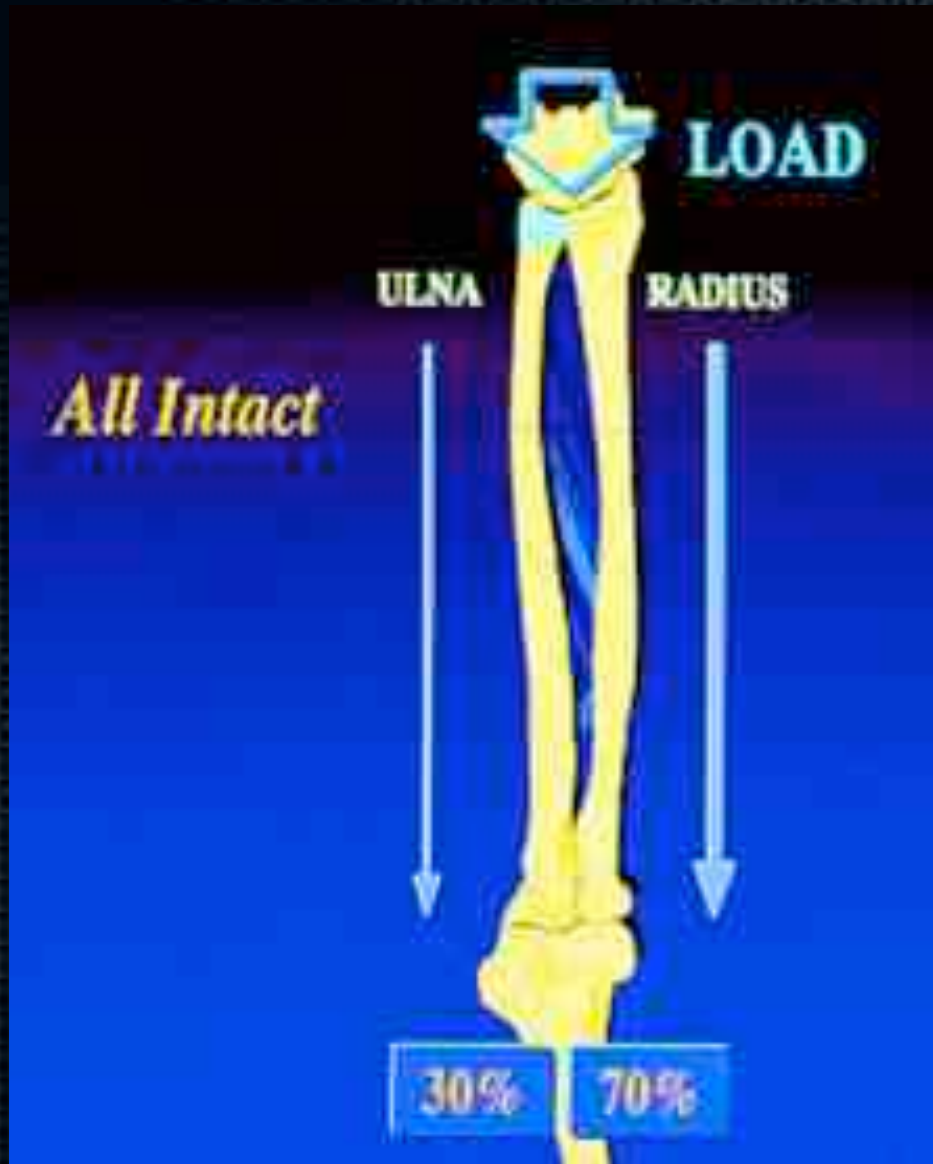
Proximal Migration of the Radius



Load Transfer Group IIA



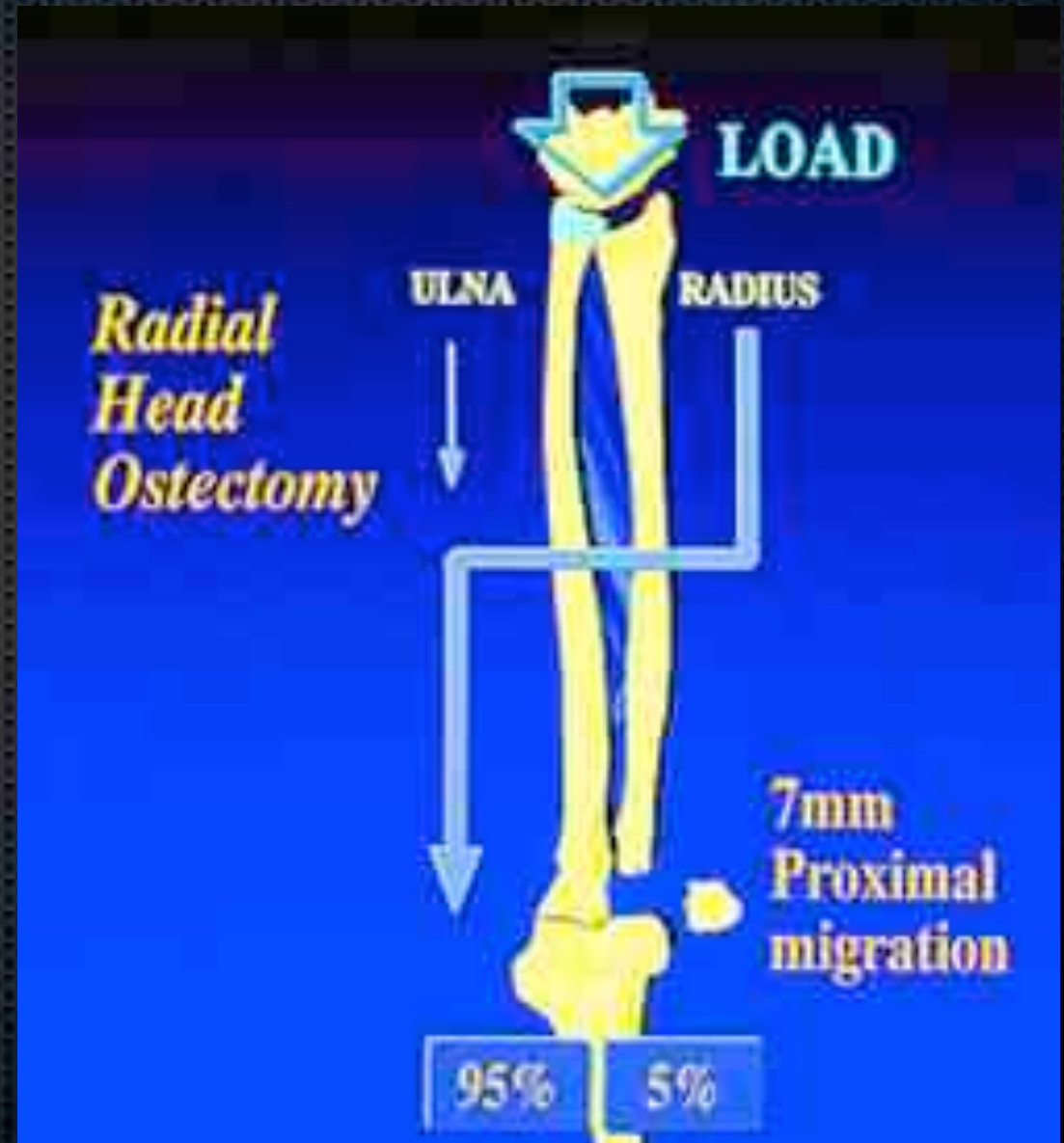
Que retenir ?



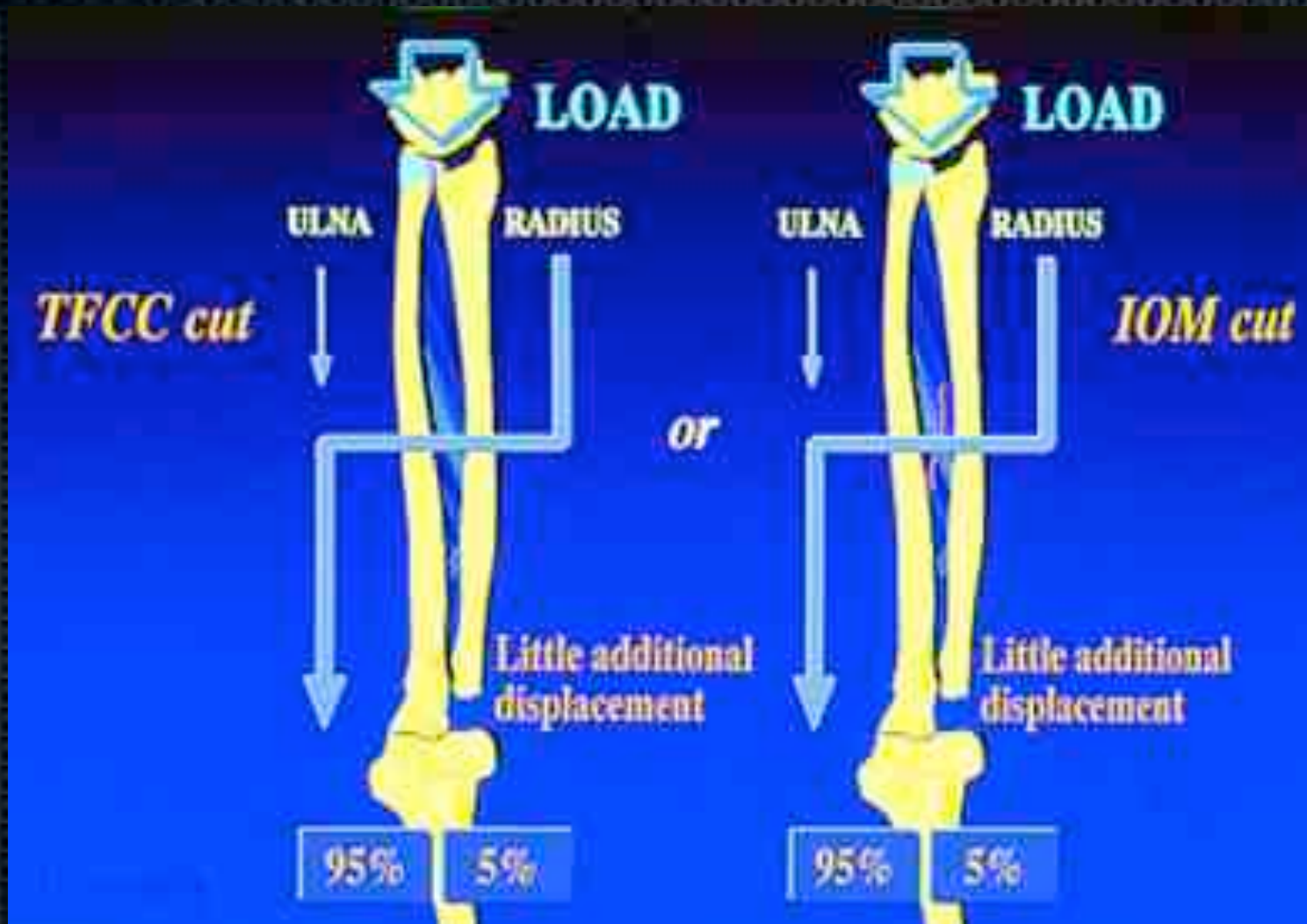
Les contraintes sont partagées entre radius et ulna et transmises de l'extrémité distale du radius vers l'ulna

La résection de la tête radiale

- ✦ Permet une mobilisation de 7 mm, même si les parties molles sont intactes

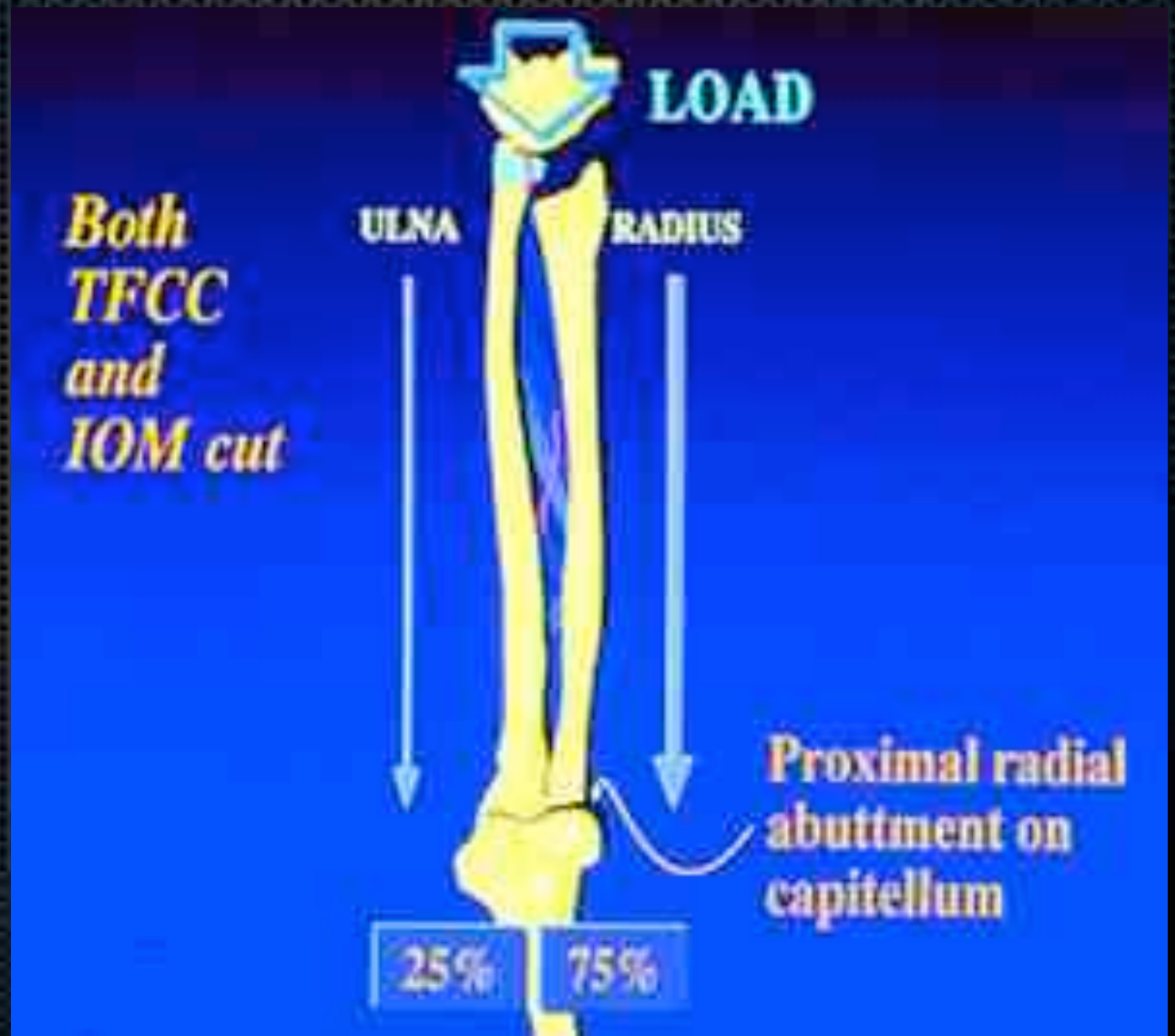


Section du TFCC ou de la MIO

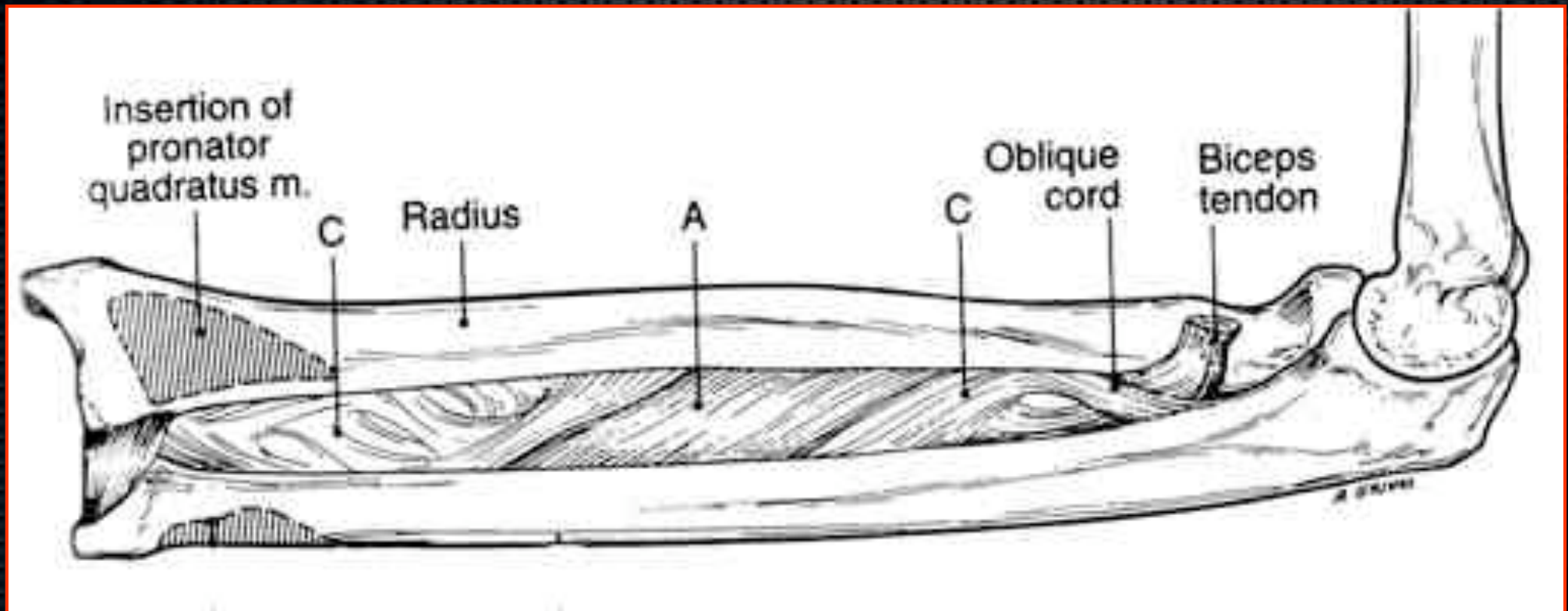


Section combinée + tête radiale

- Déplacement majeur



- Coude: \Rightarrow Radius $>$ lgt annulaire
- Avant-bras: \Rightarrow Membrane interosseuse
- Poignet: \Rightarrow TFCC



Éléments de stabilité longitudinale

Les facteurs actifs de migration proximale du radius

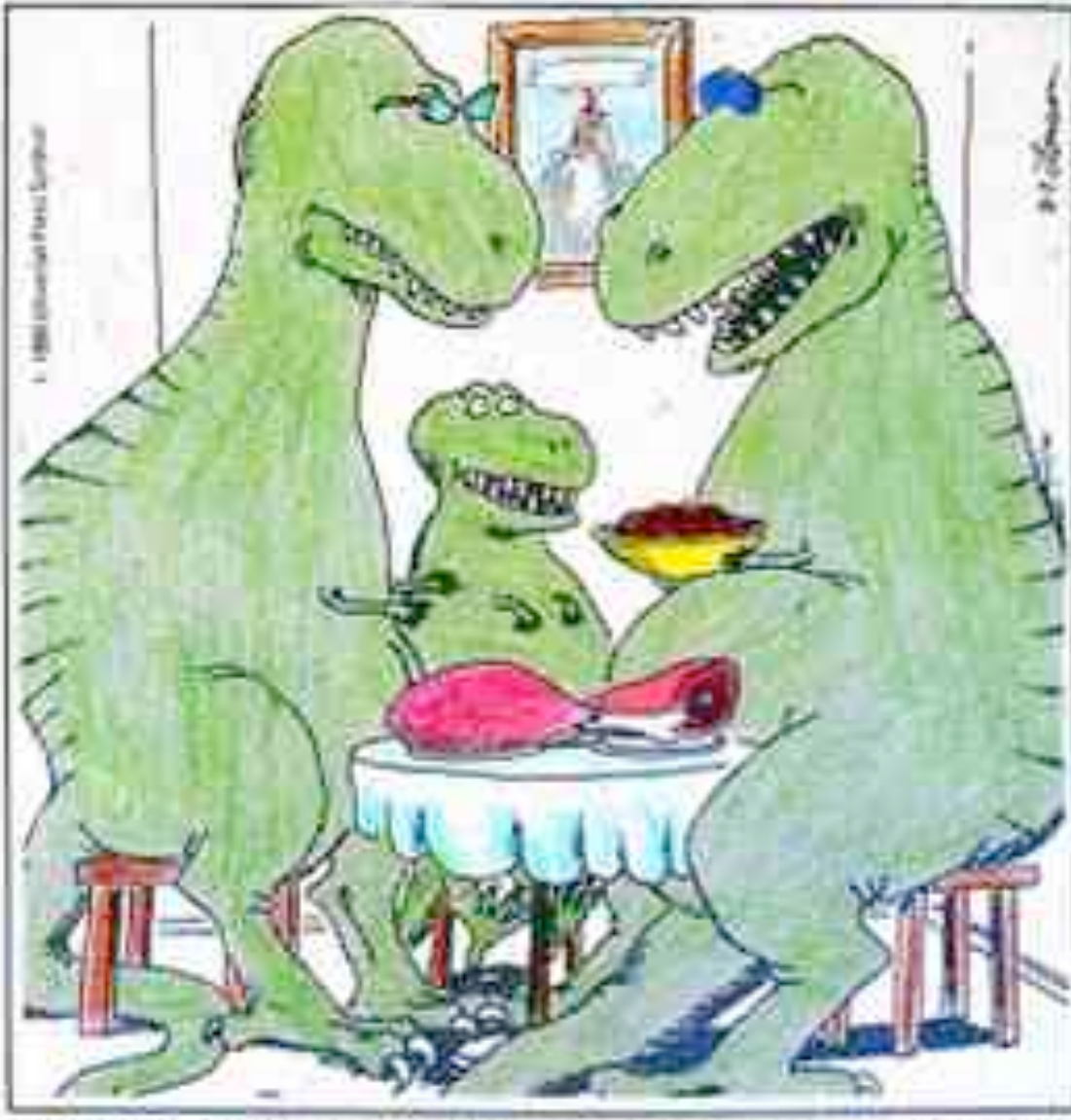
- Biceps
- Muscles huméro-carpiens (FCR, FCU, FDP, FCS, ECRL, ECRB, EDC)
- Muscles postérieurs profonds



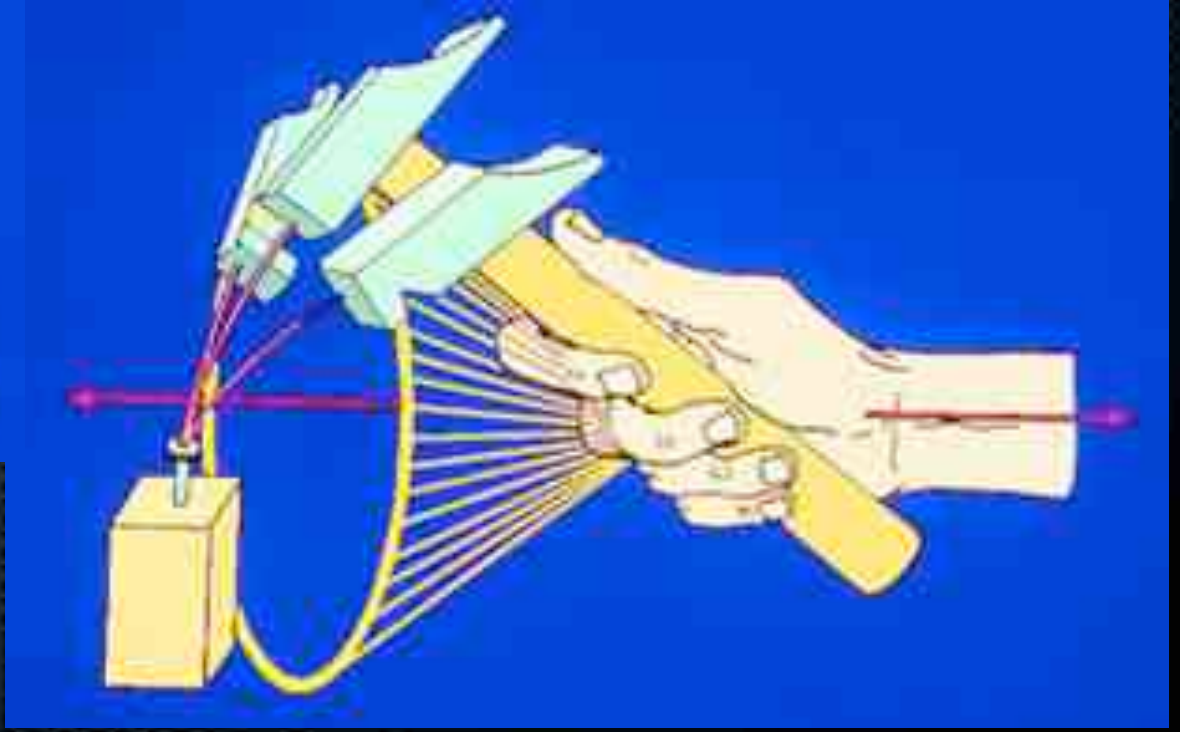
L'avant-bras comme unité fonctionnelle



The Far Side



❖ “Hey! I’m *trying* to pass the potatoes!Remember, my forearms are just as useless as yours!”



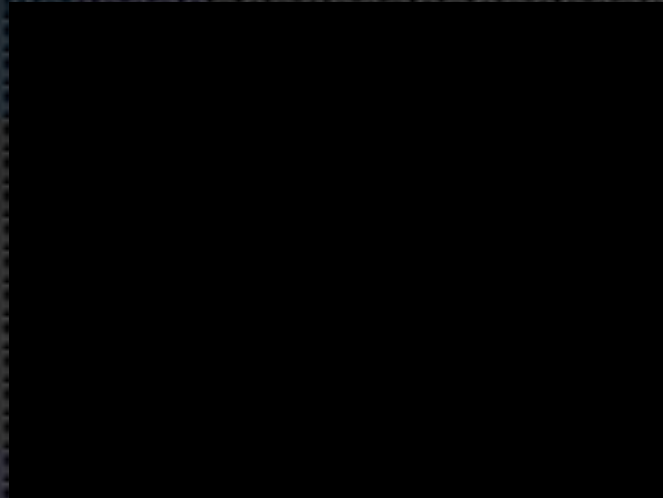
La pronosupination

- Muscles pronateurs: Pronator teres et Pronator quadratus
- Muscles supinateurs : Biceps et supinator (+/- brachioradialis)



La pronosupination

?



?

Intégrité de: radio-ulnaire proximale, distale
et moyenne

La pronosupination

- Se fait autour d'un axe tendu entre la tête du radius et celle de l'ulna
- Passant par la membrane interosseuse



L'articulation radio-ulnaire moyenne






Le concept des trois verrous



- L'ensemble des structures de l'avant-bras participe à la pronosupination et constitue un verrou
- Chacun des verrous peut être absent, instable ou bloqué

Verrou proximal = RUP

Blocage	Synostose radioulnaire proximale	
Absent	Résection tête radiale	
Instable	Luxation tête radiale	

Verrou distal = RUD

Blocage	Raideur radioulnaire distale	
Absent	Résection tête de l'ulna	
Instable	“Luxation” tête de l'ulna	

Verrou Moyen

Blocage	Synostose	
Absent	?	
Instable	Lésions de la MIO ou fracture diaphysaire	

Conséquences pratiques

- ✦ Le blocage d'un seul verrou bloque l'ensemble des trois verrous
- ✦ Synostose
- ✦ Rétraction de la membrane interosseuse dans les blocages de la pronosupination de l'enfant



Conséquences pratiques

- ✦ L'absence d'un seul verrou peut être compensé par les deux autres
 - ✦ Résection de la tête radiale
 - ✦ Résection de la tête de l'ulna
 - ✦ Section isolée de la membrane interosseuse



Conséquences pratiques

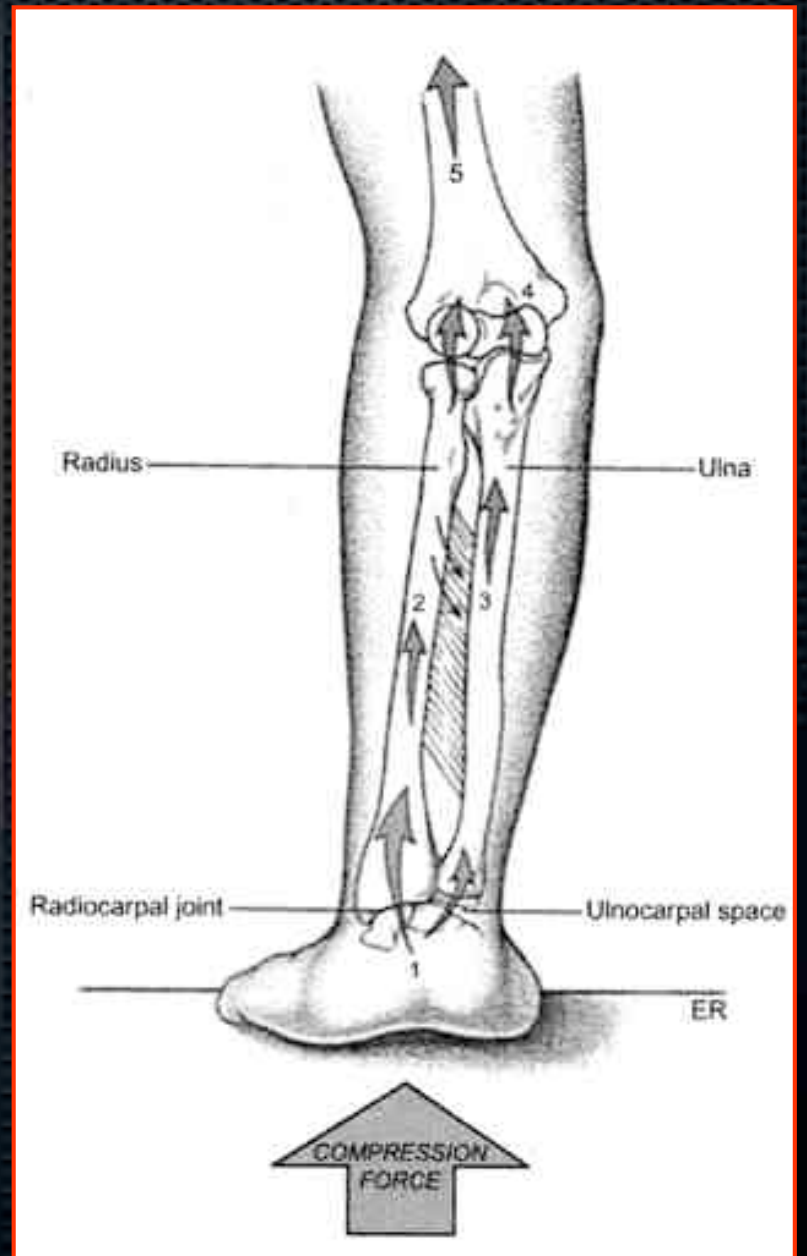
- ✦ L'absence de deux verrous ne peut pas être compensé par le verrou restant
- ✦ Résection de la tête radiale + lésion de la membrane interosseuse
- ✦ Rupture du TFCC et lésion de la membrane interosseuse

Pathologie de l'unité fonctionnelle antébrachiale



Traumatisme de la Membrane Interosseuse

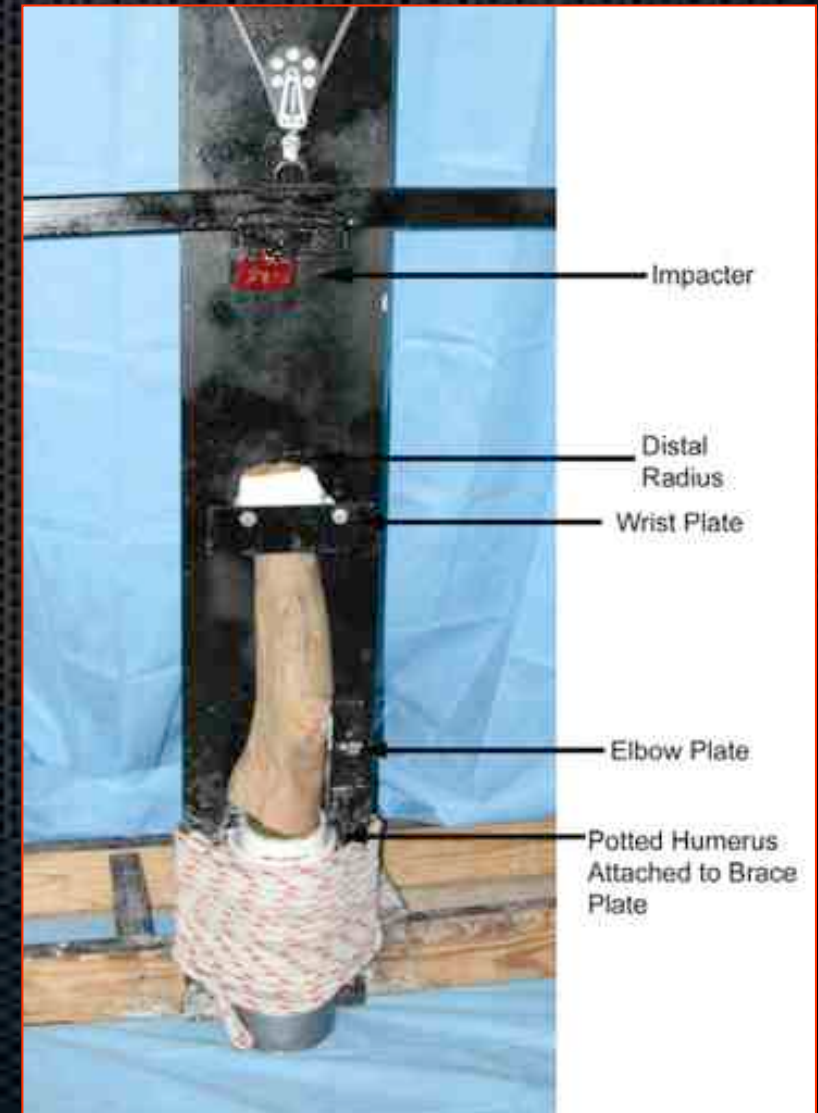
- Mécanisme longitudinal










Expérimentations

McGinley JC, Hopgood BC,
Gaughan JP, Sadeghipour K,
Kozin SH. Forearm and Elbow
Injury: The Influence of
Rotational Position J BJS Am
2003 85: 2403-2409.

- Les lésions dépendent de la rotation de l'avant-bras



Position	Lésion	Exemple	Expérimentation
Supination 85°	Fracture des 2 os AVB		
Supination 45°	Fracture tête radiale		
Supination 15°	Fracture complexe tête radiale		
Rotation neutre	Membrane interosseuse		

Atteinte 1 seul verrou

- 1P: Fracture de la tête radiale, résection isolée de la tête radiale



Atteinte 1 seul verrou

- 1M: Fracture diaphysaire des deux os de l'avant-bras



1M

Atteinte 1 seul verrou

- 1D: fracture distale du radius, fracture de la tête de l'ulna, lésions du TFCC



Instabilité d'un seul verrou ?

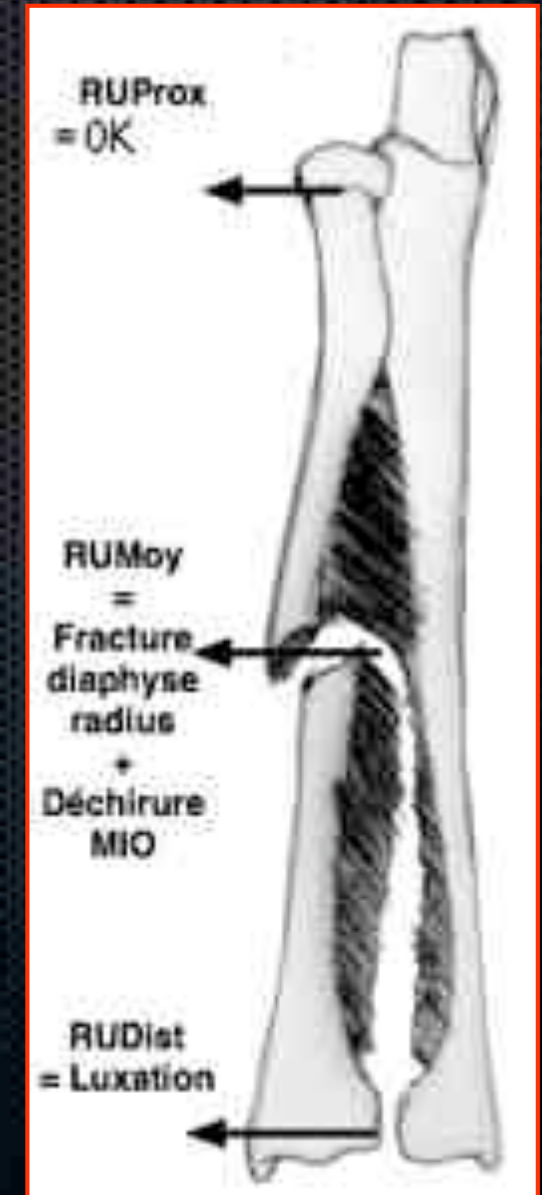
- ✦ L'instabilité isolée d'un seul verrou paraît peu vraisemblable
- ✦ Luxation tête ulna = lésion MIO associée
- ✦ Fractures uni diaphysaire isolée sont rares: les fracture de Monteggia, de Galéazzi supposent une lésion associée de la MIO

Atteinte de deux verrous

- ✦ 2 PM: fracture de Monteggia



Atteinte de deux verrous



- 2 MD: fracture de Galeazzi



Rotation moyenne $5^{\circ} \pm 2,6^{\circ}$

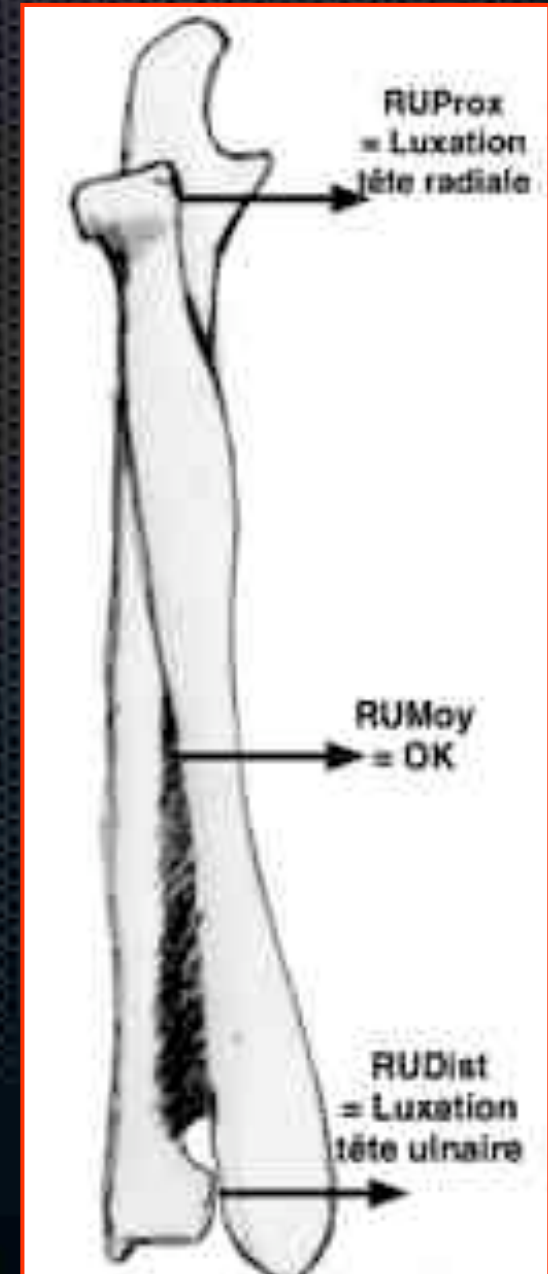
Atteinte de deux verrous

- 2 MD: luxation "isolée" de la tête de l'ulna



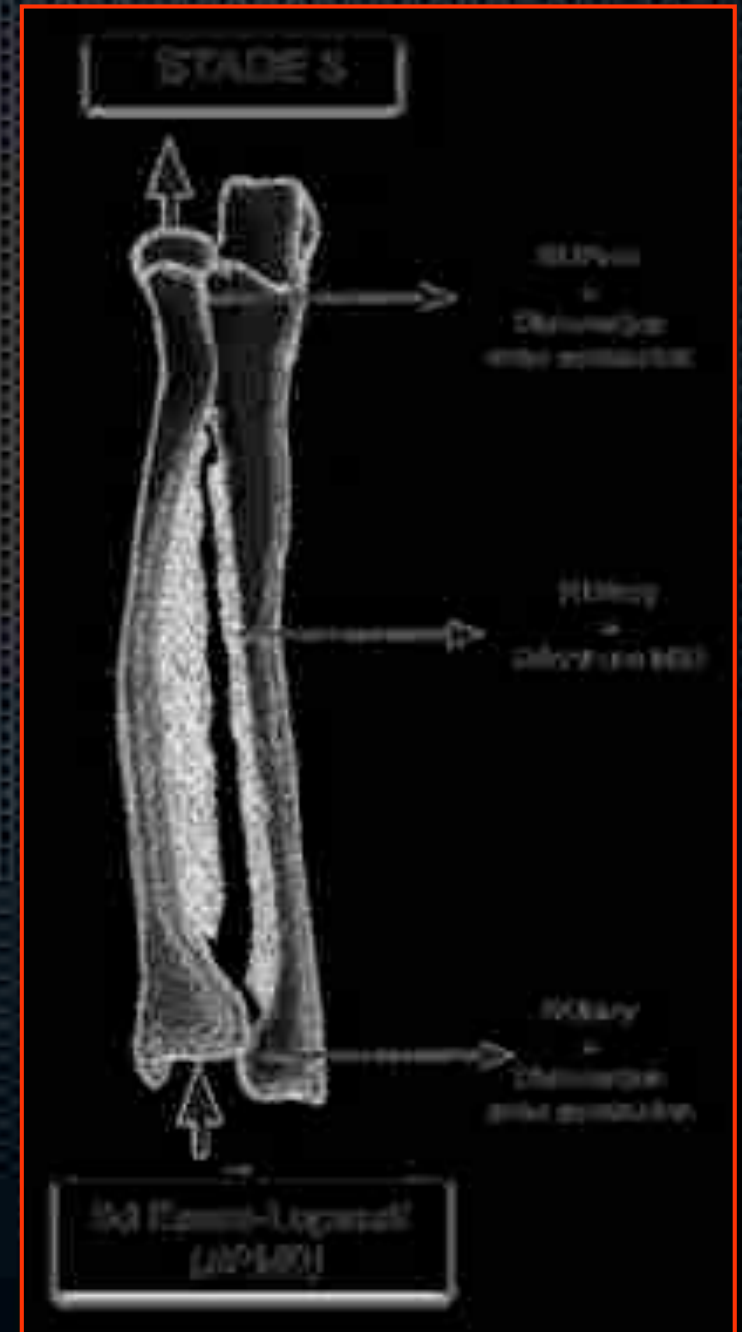
Atteinte de deux verrous

- ✦ 2 PD: criss-cross injury
- ✦ Luxation bipolaire autour d'une membrane intacte (Leung 2005)



Atteinte des trois verrous

- ✦ Syndrome d'Essex-Lopresti (1951)
- ✦ Décrit par Curr et Coe en 1946
- ✦ Instabilité longitudinale (et transversale)

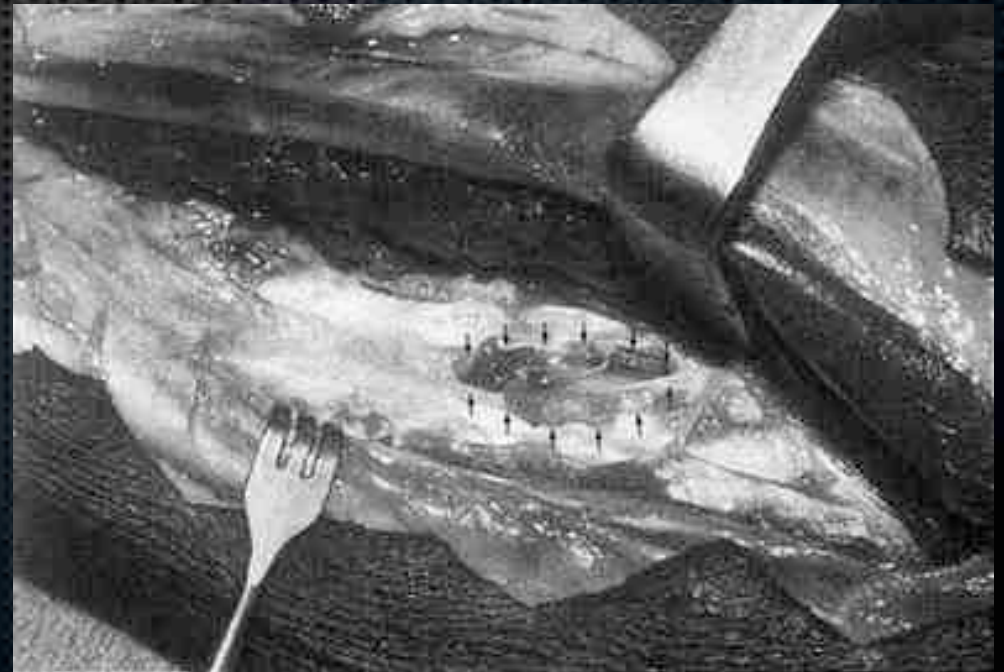
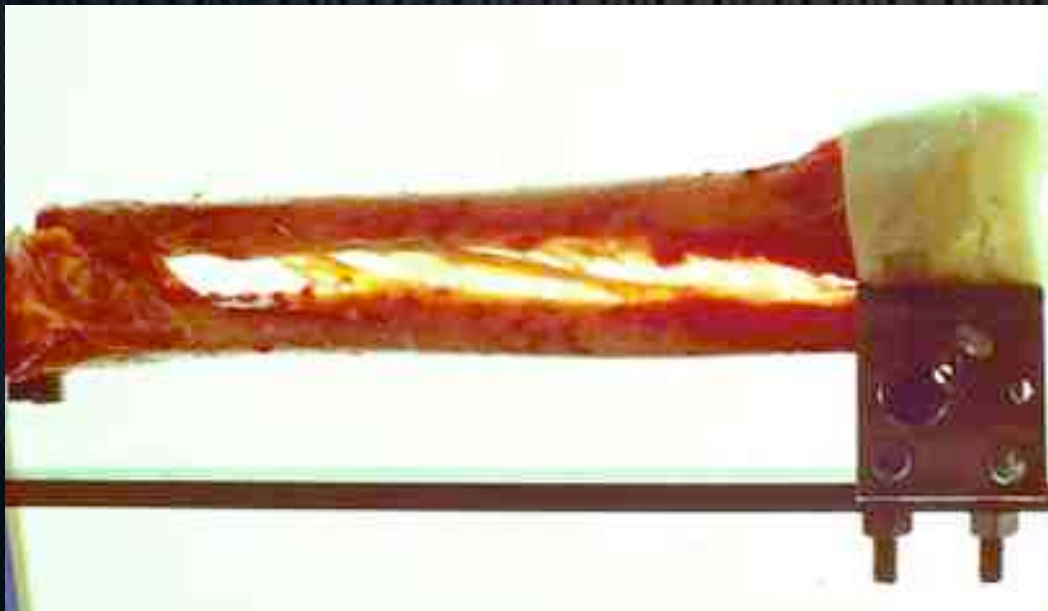


Femme, 19 ans
Chute violente sur l'AVB
gauche
Monteggia + lésions TFCC =
Essex-Lopresti



Evolution des lésions fraîches ?

- ✦ Les lésions de la MIO peuvent-elles cicatriser ?
- ✦ En urgence, Failla décrit un écartement des berges (comme le LCA) et une interposition musculaire (comme la lésion de Stener)



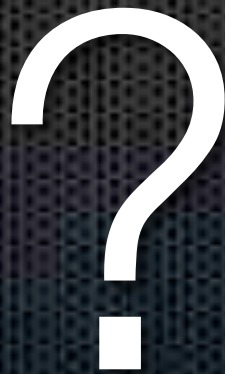
Evolution des lésions fraîches ?

- ✦ L'aggravation (apparition) secondaire des lésions montrent:
 - ✦ Que certaines lésions ne cicatrisent pas
 - ✦ Que certaines lésions partielles s'aggravent
- ✦ Existe t'il une lésion minimum au-delà de laquelle la cicatrisation est impossible et l'aggravation inéluctable ?

Diagnostic des lésions d'Essex-Lopresti

Diagnostic en urgence

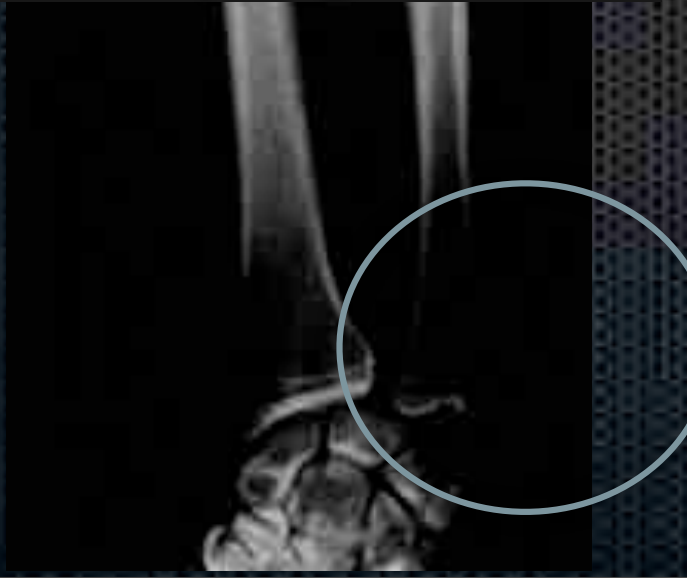
- Très difficile, aucun signe spécifique
- Y penser: l'atteinte de deux verrous doit faire envisager l'atteinte du troisième verrou





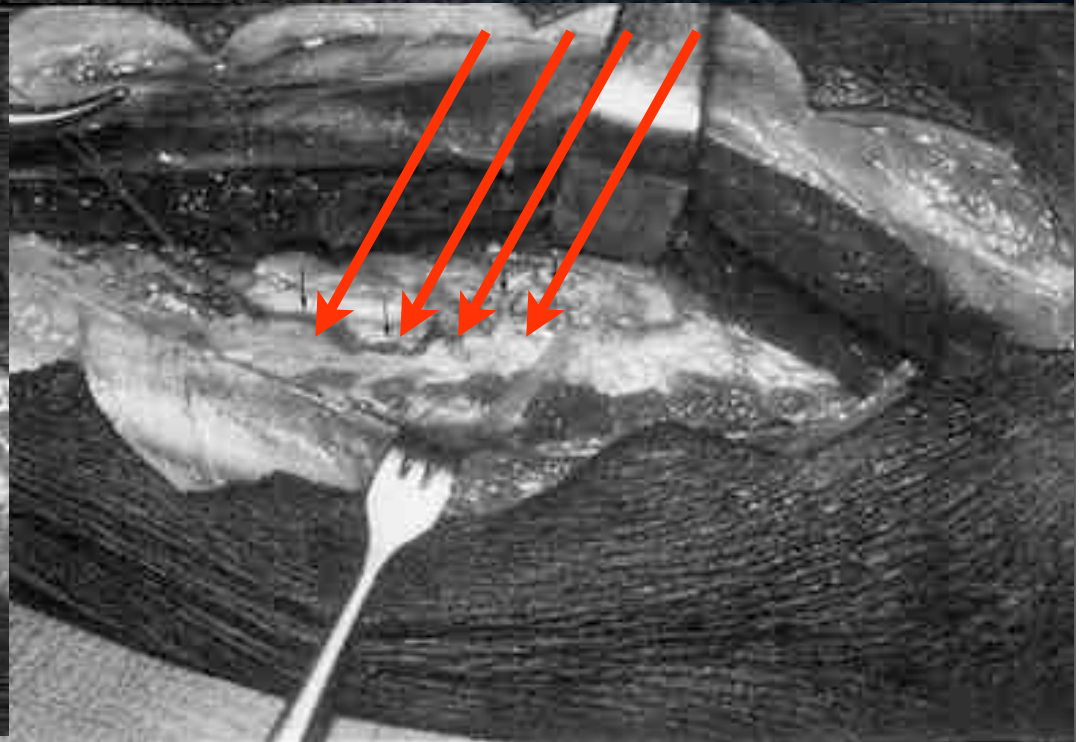
22 ans, chute au

27 ans, chute
d'une échelle,
douleur coude
et poignet



Réparation en urgence ?

- Quelques cas rapportés, résultats peu concluants
- La membrane ne semblent pas capable de supporter les contraintes (et/ou de cicatriser)



Diagnostic secondaire

- ✦ Il associe des douleurs à une limitation de la pronosupination et des signes d'instabilité (luxation progressive de la radio-ulnaire distale).
- ✦ Clinique pauvre
- ✦ Se faire aider de l'imagerie





Sd d'Essex-Lopresti

Radiographie standard



Même patient

4 semaines

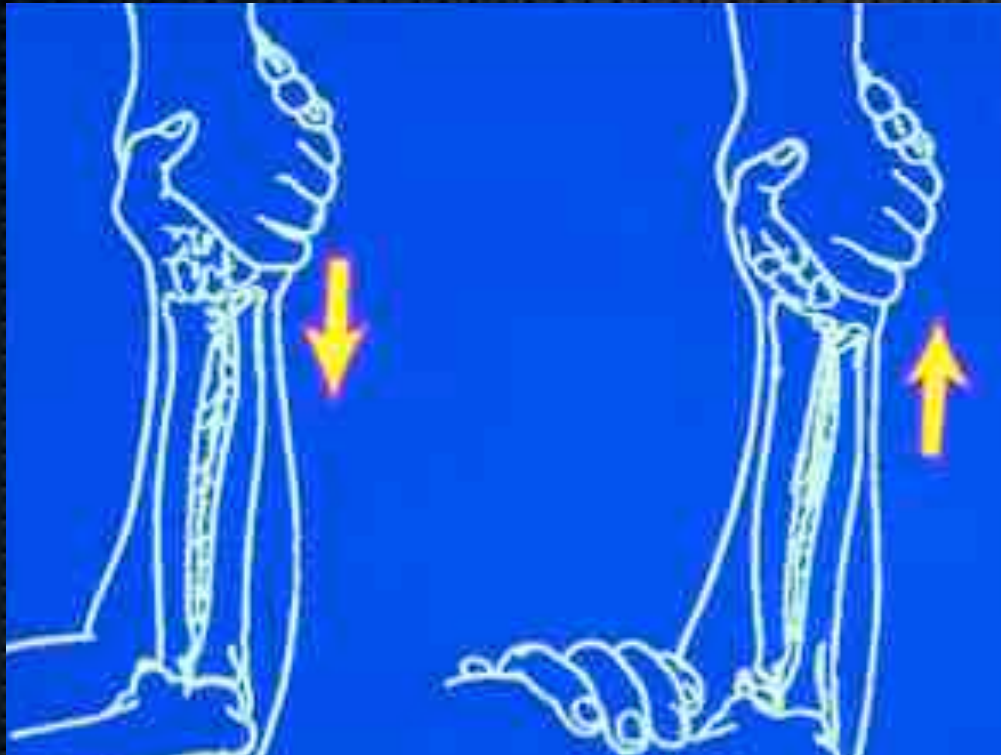
4 mois



- ✦ Signes indirects: Ascension du radius, luxation de la radio-ulnaire distale

Radiographie standard

- Signes directs: tests de compression axiale



Mehlhoff: radios sous

Radius Pull Test

Smith, JBJS 2002

Une migration proximale du radius > 3 mm signe la lésion de la MIO



L'IRM

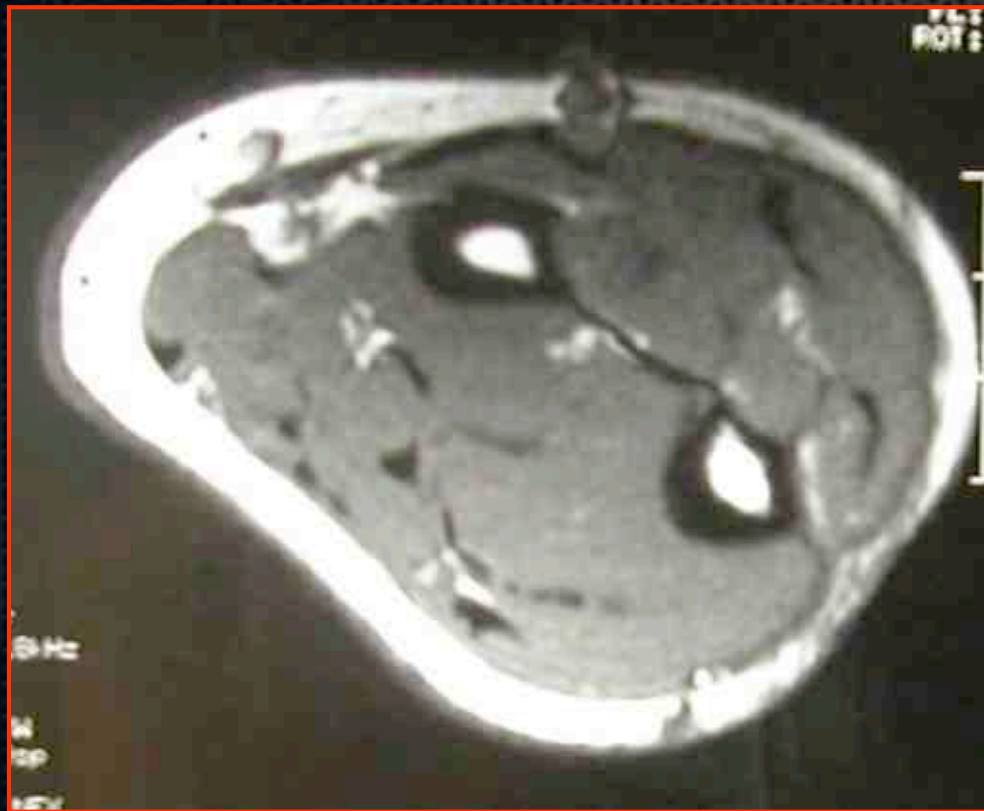
	Lésion +	Lésion -
Diagnostic +	Vrai positif	Faux positif
Diagnostic -	Faux négatif	Vrai négatif

- ✦ VPP : 100% ($VP / VP + FP$)
- ✦ VPN : 89% ($VN / FN + VN$)
- ✦ Sensibilité: 87,5 % ($VP / VP + FN$)
- ✦ Spécificité: 100 % ($FP / FP + VN$)

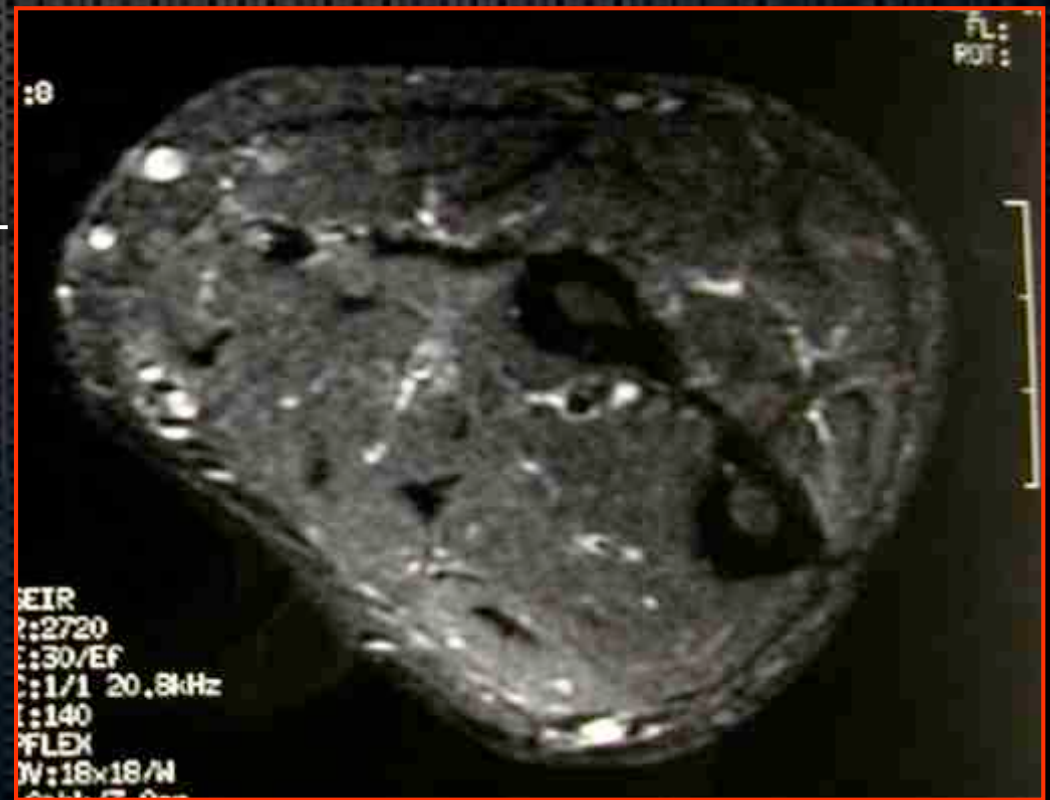


L'IRM est considérée comme la référence

L'IRM



+



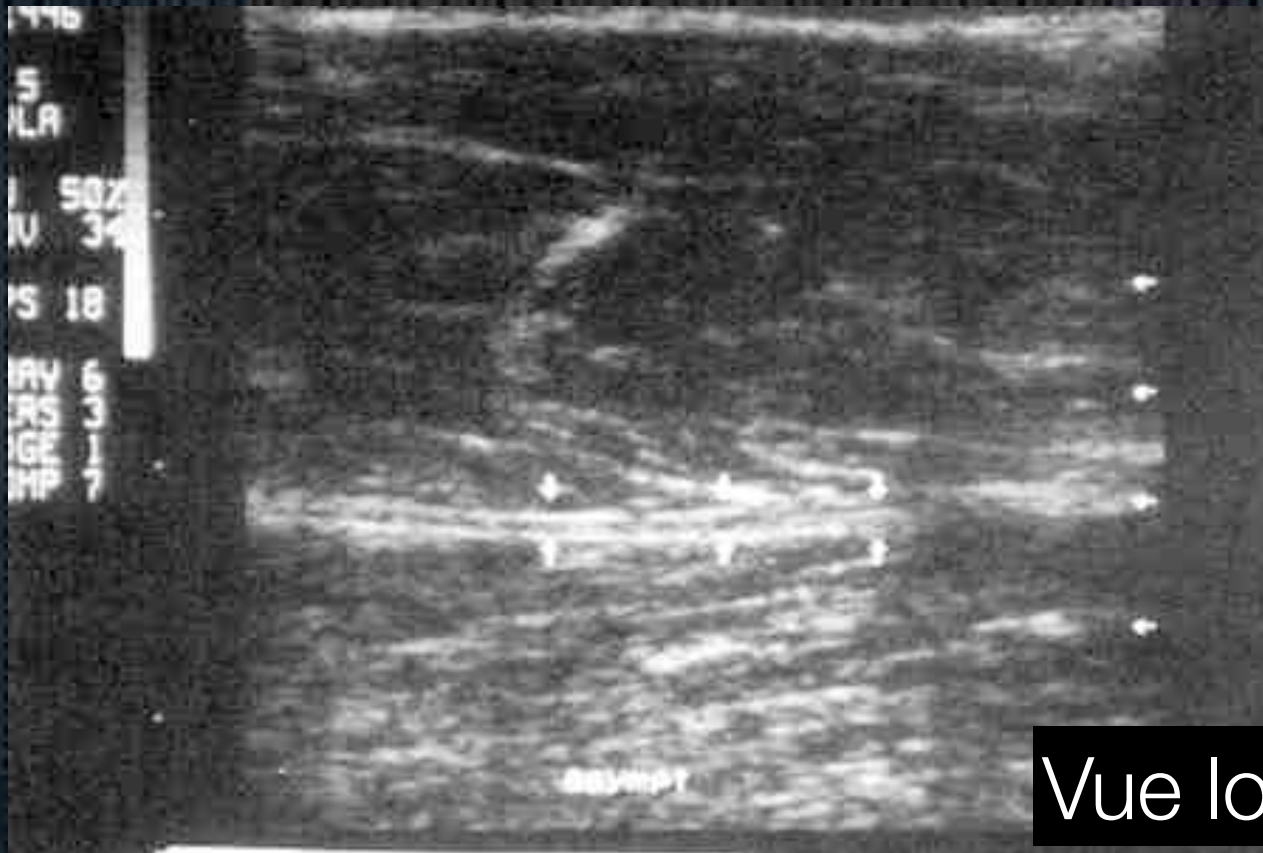
L'IRM

- ✦ Hyposignal T1 et T2
- ✦ Saturation de graisse +++



L'échographie

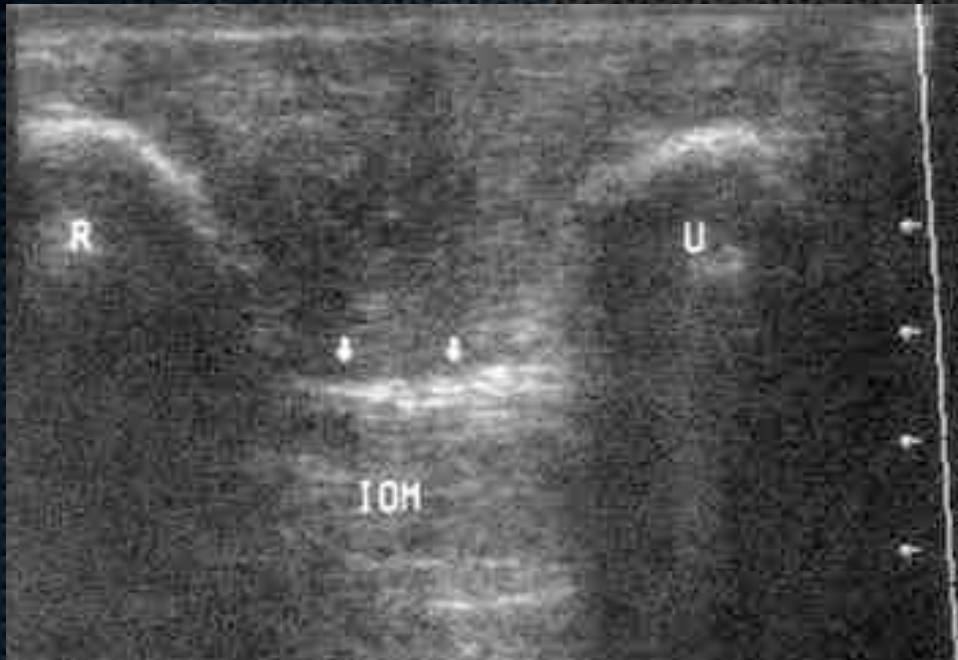
- Statique: évaluée comme ayant une sensibilité et une spécificité proche de 100% par certains auteurs !



Vue longitudinale



Vue transversale,



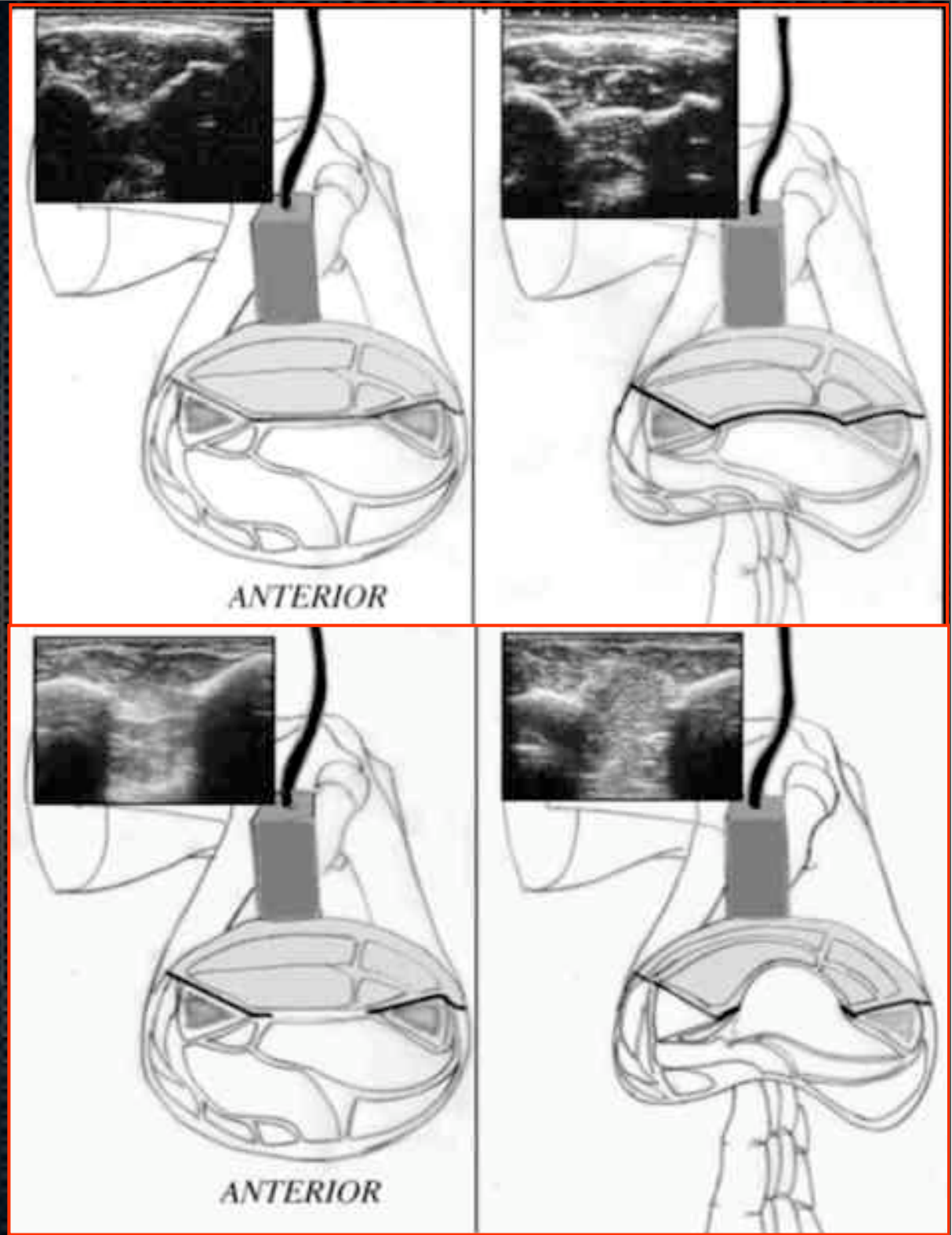
Vue transversale, membrane

L'échographie dynamique

- ❖ Proposée par Soubeyrand
- ❖ La membrane est divisée en trois portions
- ❖ La sonde est placée à la face postérieure
- ❖ On appuie sur les muscles de la face antérieure



- Un léger bombement de la MIO est visible à l'état normal
- La saillie des muscles antérieurs signe la rupture de la MIO
- Sensibilité/spécificité 100% en zone proximale et moyenne

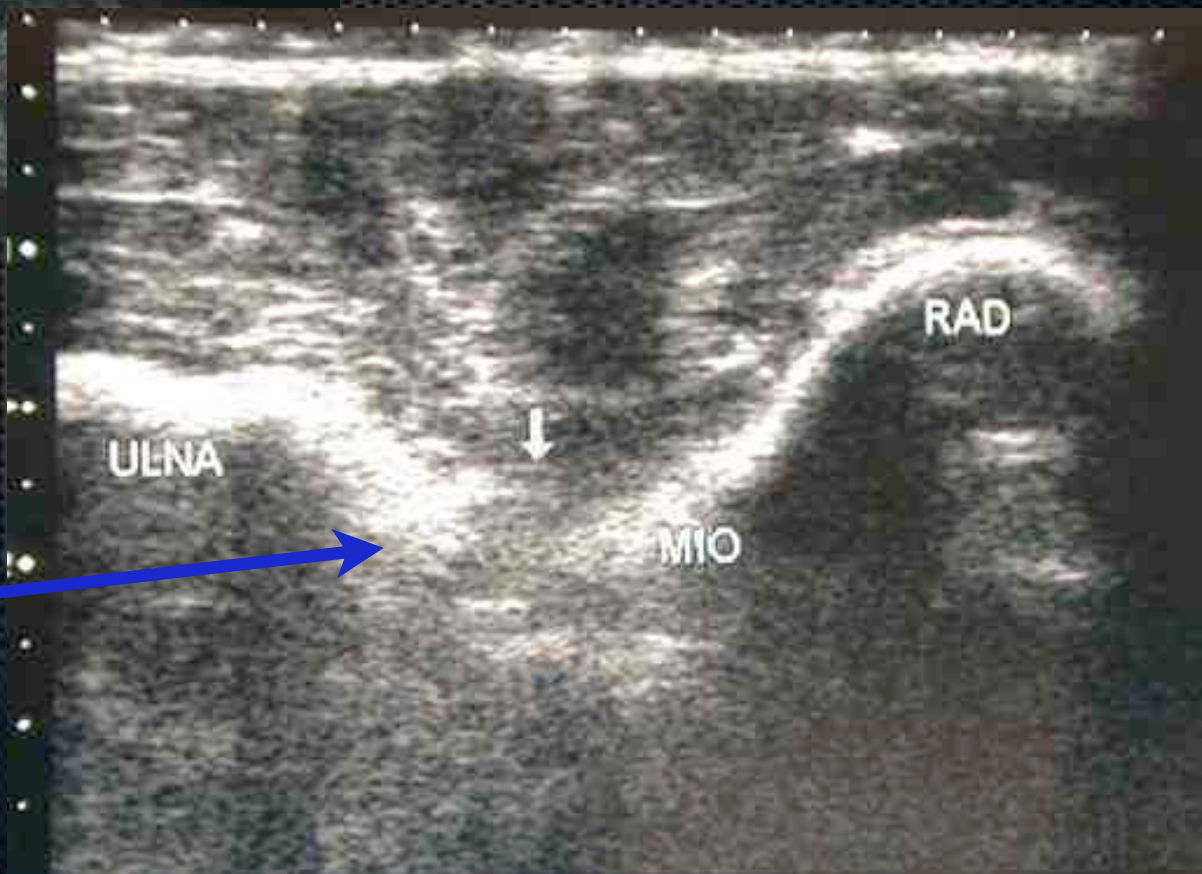


TIER SUPR

Membrane intacte



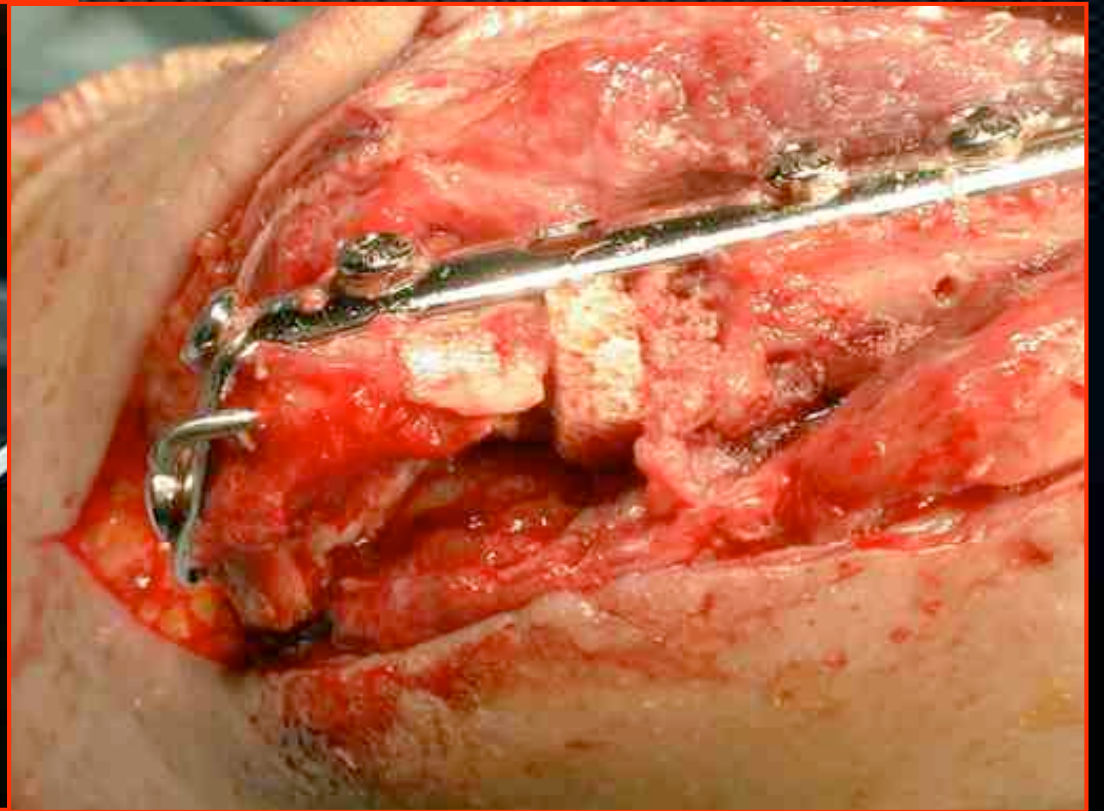
Rupture avec





Traitement des lésions chroniques

Les gestes osseux



Les gestes osseux

- ✦ Raccourcissement de l'ulna (en réséquant distal à l'insertion ulnaire de la bande centrale)



Les gestes osseux

- Cubitalisation de l'avant-bras (one-bone forearm)



La radio-ulnaire proximale

- ✦ Remplacement prothétique



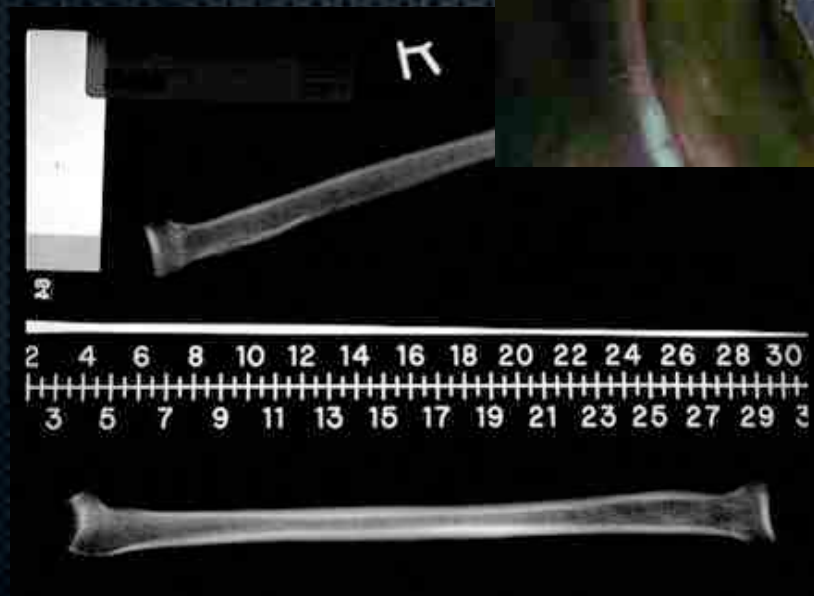
La radio-ulnaire proximale

- ✦ Remplacement prothétique (Métal)



La radio-ulnaire proximale

- Reconstruction de la tête radiale (allogreffe)



5 cas publiés,
court recul

La radio-ulnaire distale

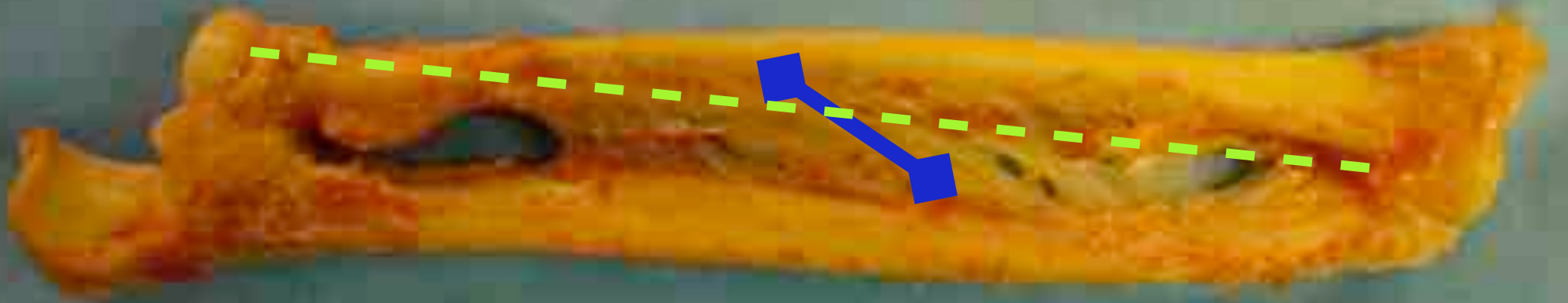
- ✦ Reconstruction du TFCC
- ✦ Raccourcissement de l'ulna (+/- associé à une résection distale de l'ulna)



La réparation de la membrane interosseuse ?

- ✦ Plusieurs essais, pas très concluants
- ✦ Transplants reproduisant la bande centrale (os-tendon rotulien-os ou tendon en un ou deux faisceaux)

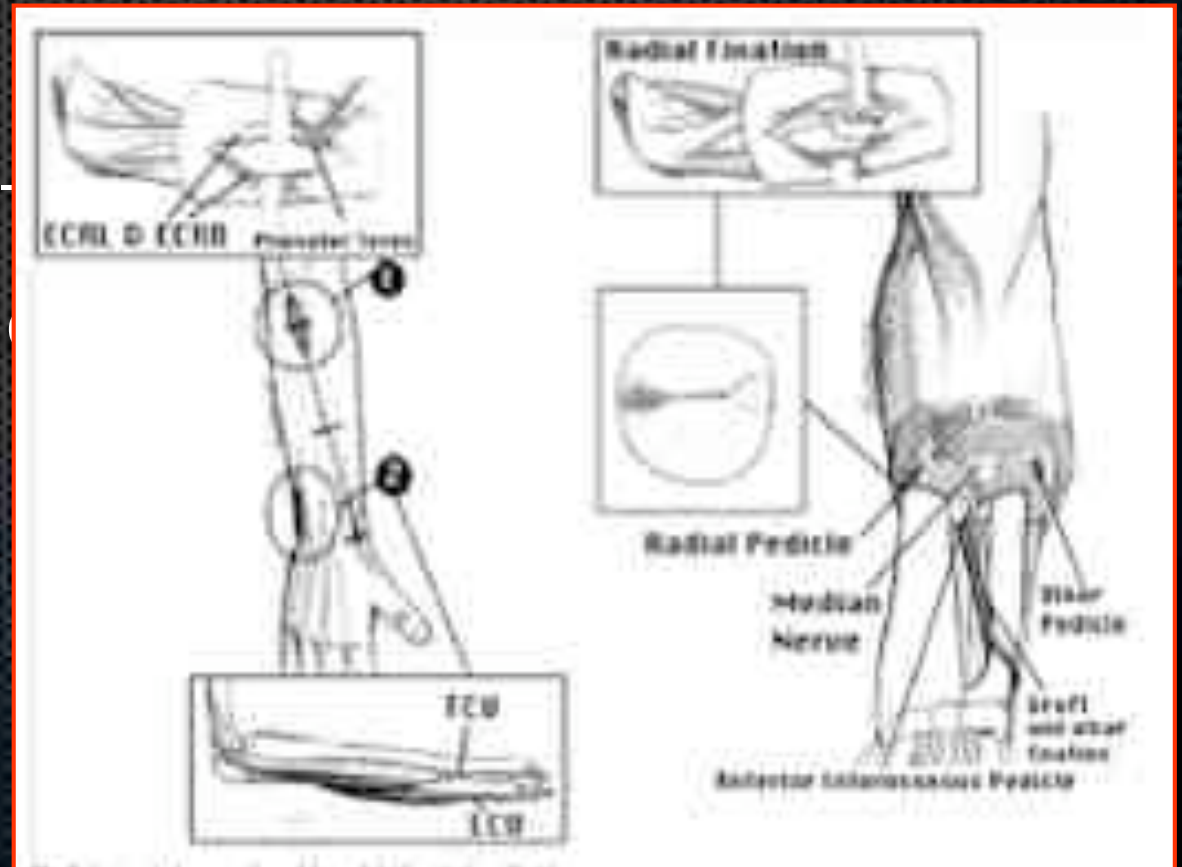




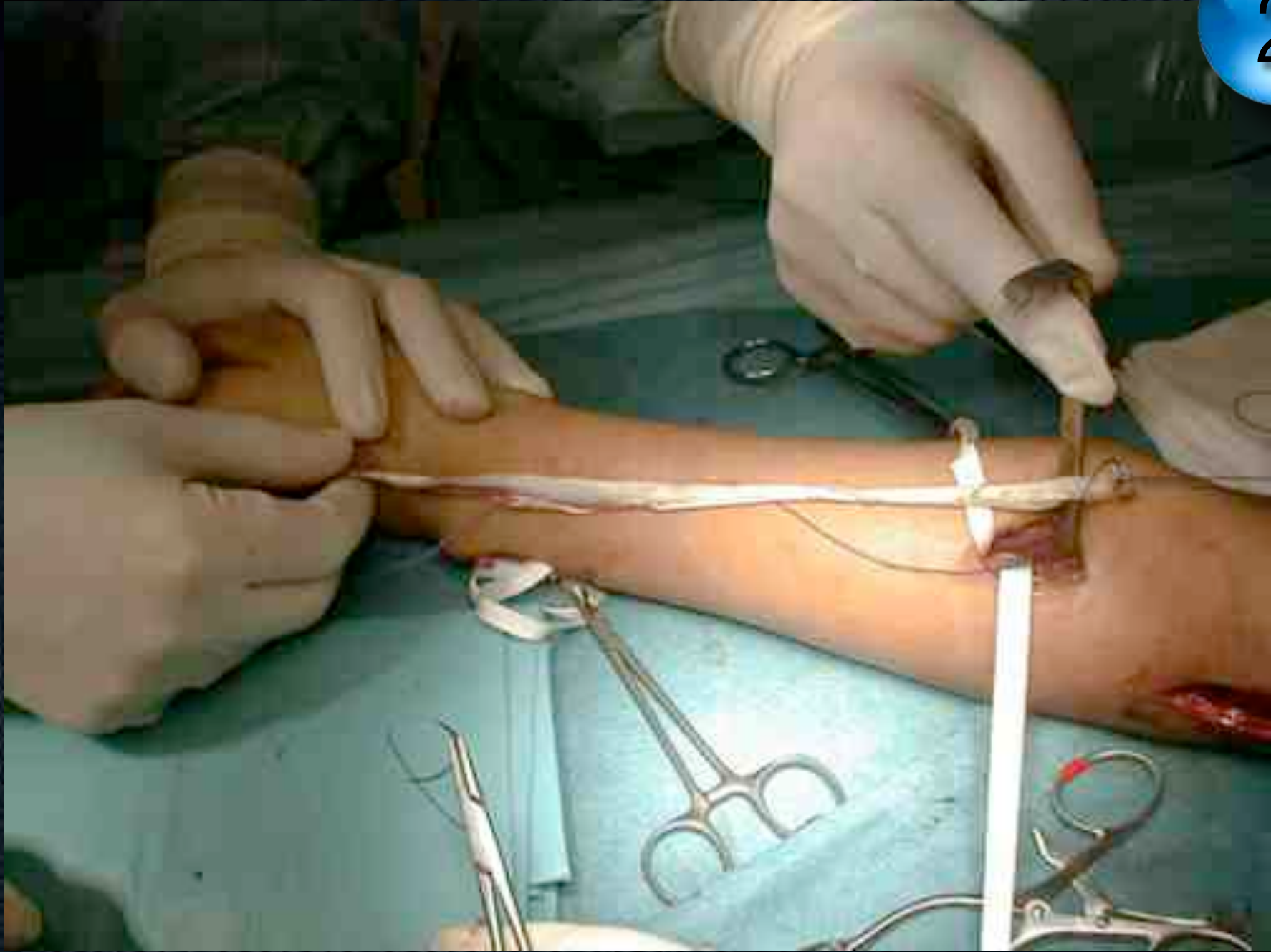
La technique proposée



emi-
que











Conclusion

- ✦ La pathologie de la membrane interosseuse est indissociable de celle de l'avant-bras
- ✦ L'ensemble forme une unité fonctionnelle
- ✦ Le concept des trois verrous permet de mieux comprendre les lésions

Conclusion

- ✦ Les lésions de la membrane interosseuse sont toujours sous-estimées
- ✦ Y penser en urgence devant l'atteinte d'autres verrous +++
- ✦ L'échographie dynamique permettrait probablement d'en dépister plus
- ✦ Le traitement idéal en urgence reste encore inconnu

Conclusion

- ✦ Au stade de séquelles, les traitements restent décevants
- ✦ Traiter les lésions osseuses et les lésions des verrous proximal et distal
- ✦ Proposition d'une ligamentoplastie originale qui tient compte de l'axe mécanique de l'avant-bras

Conclusion

- ✦ D'autres lésions de la membrane interosseuse existent probablement: ruptures partielles, instabilité transversale, raideur localisée
- ✦ Qui restent à découvrir et à explorer

