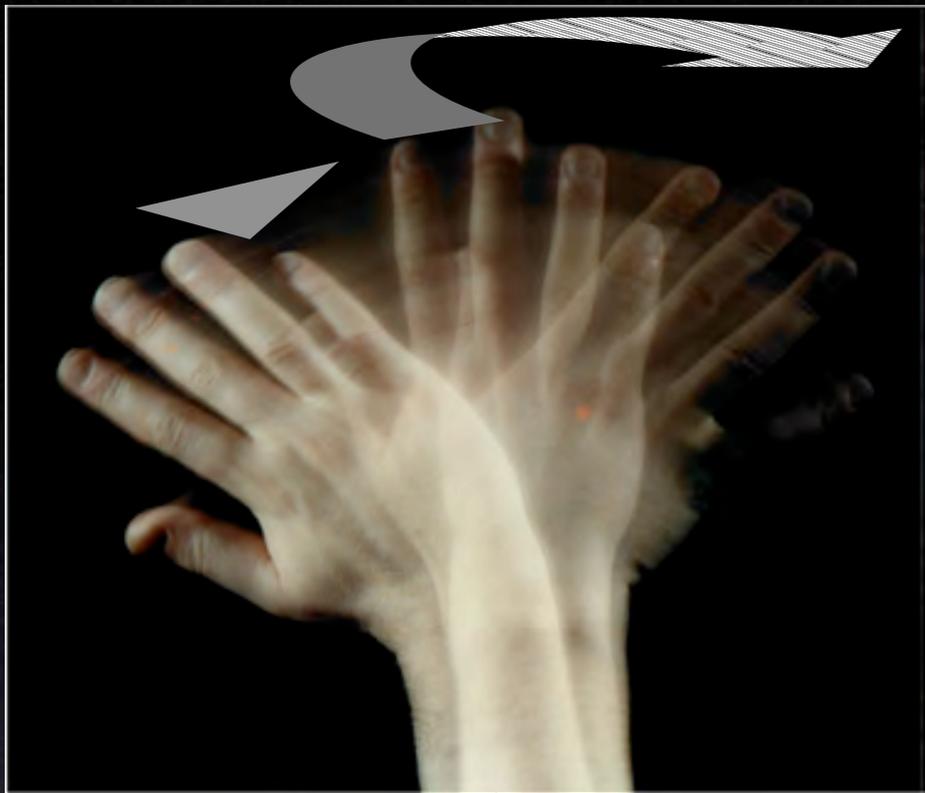


ANATOMIE  
FONCTIONNELLE ET  
BIOMÉCANIQUE DU  
POIGNET

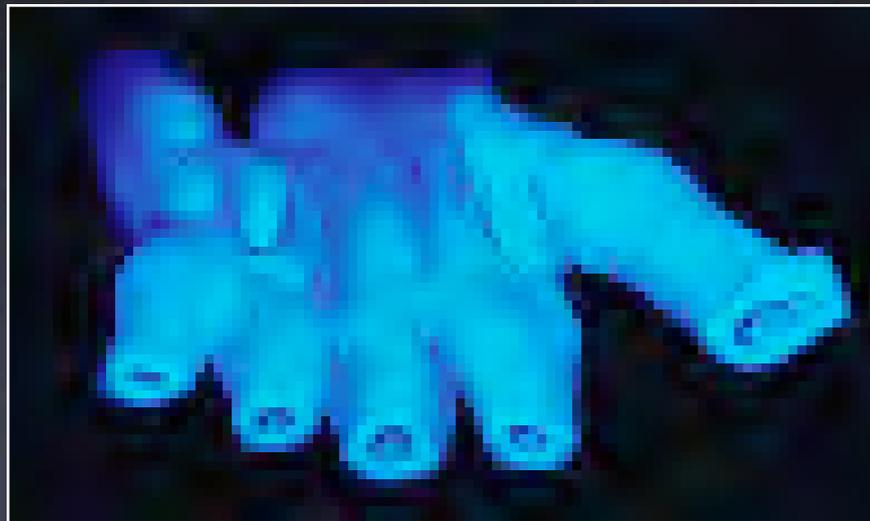
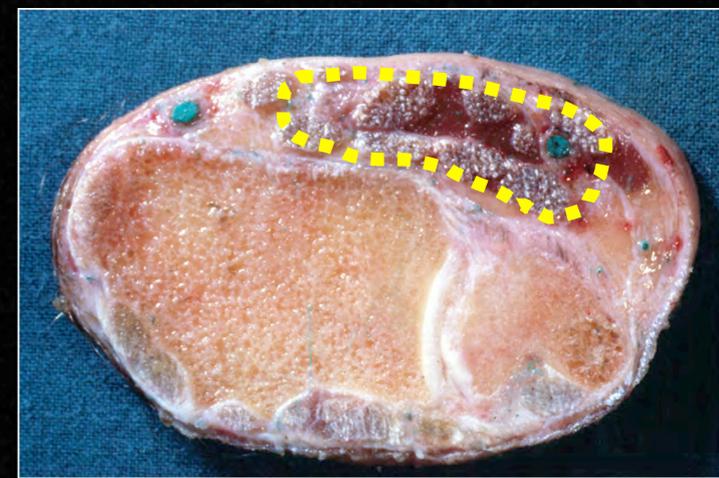
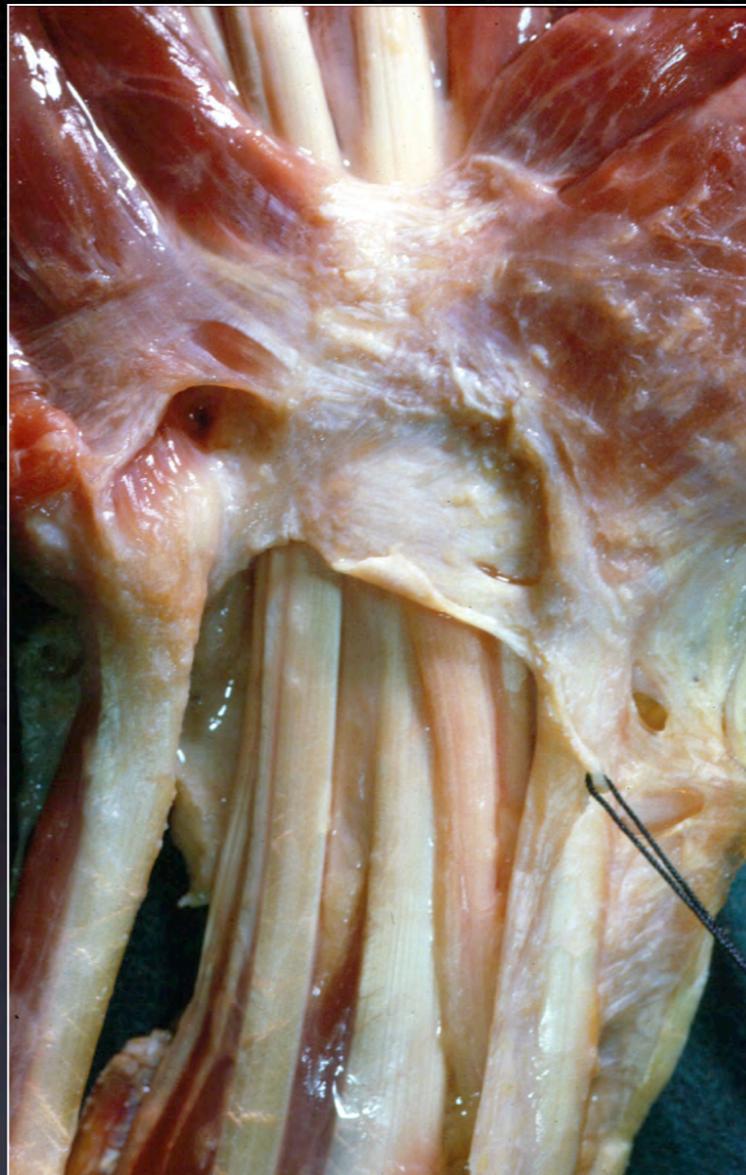
Christian Dumontier

Institut de la main & Hôpital Saint Antoine, Paris

(Avec l'aide d'Antonio Pagliei, Roma)



Le poignet est une articulation indolore, mobile et stable avec trois axes de rotation qui permettent le placement de la main dans l'espace



- C'est également une zone de passage pour les structures de l'avant-bras allant à la main

- Le poignet est une structure poly-articulaire
- La radioulnaire distale
- La radiocarpienne
- La médiocarpienne
- Les intra-carpiennes
- Les carpo-métacarpiennes

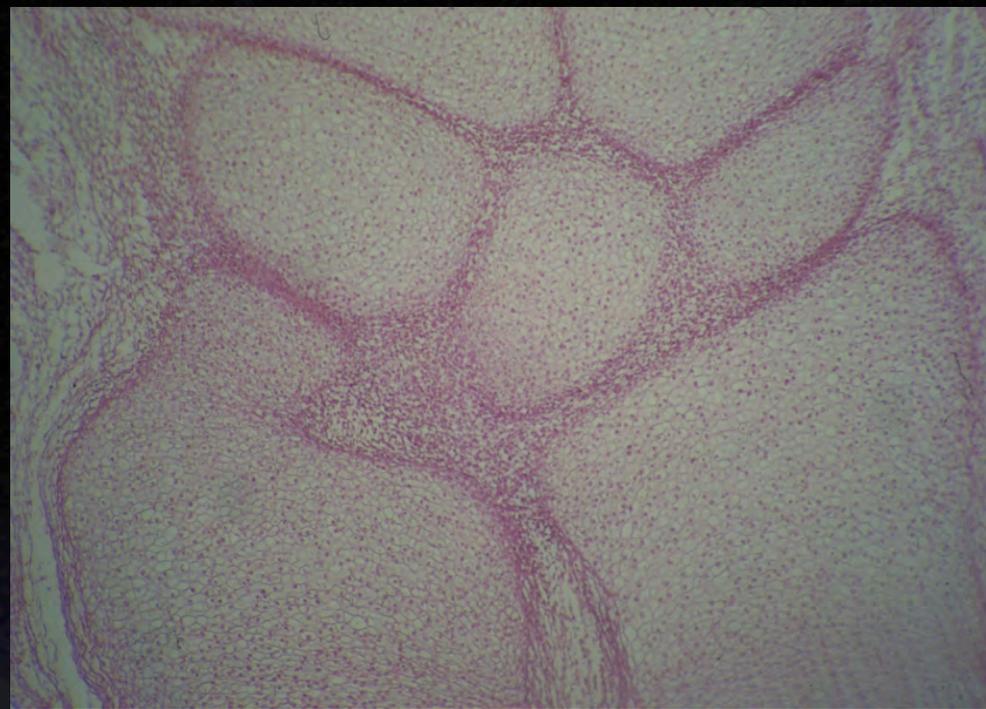


# Evolution anatomique et fonctionnelle

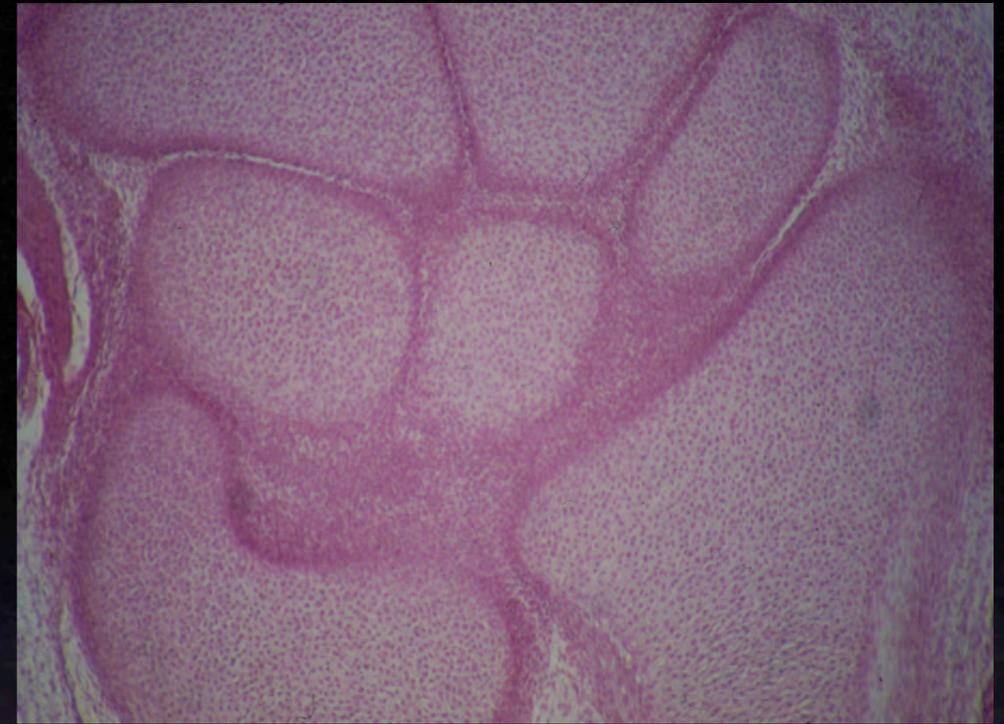


- Inclinaison radio-ulnaire
- Prono-supination
- Flexion-extension

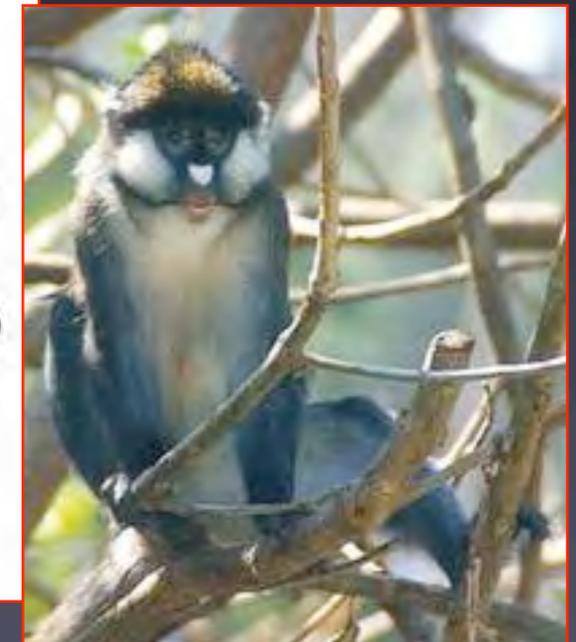
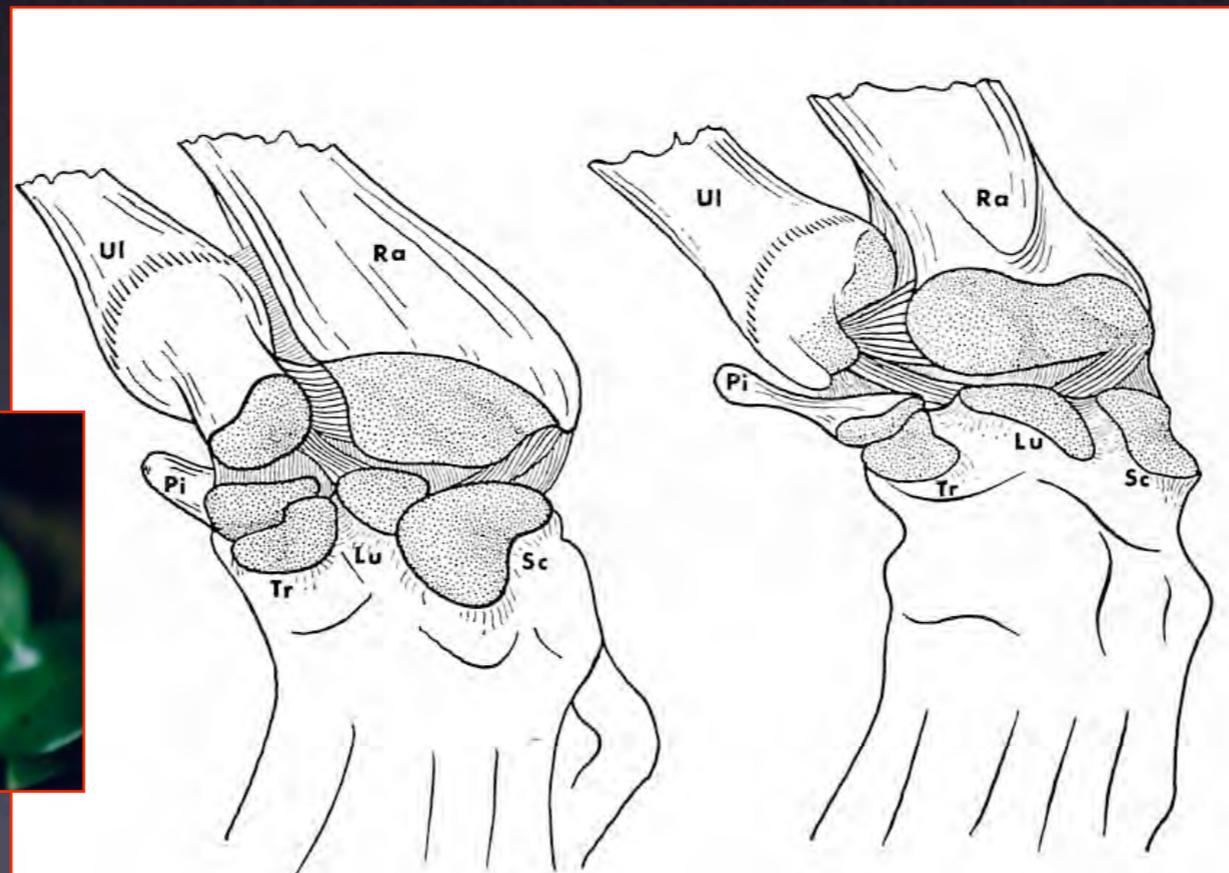




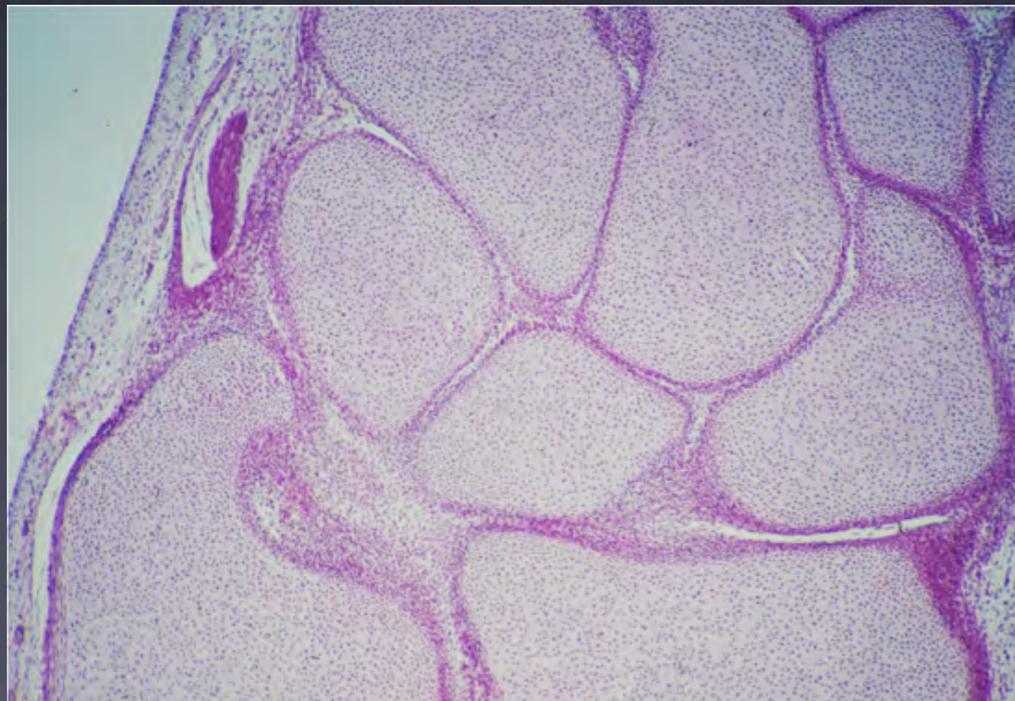
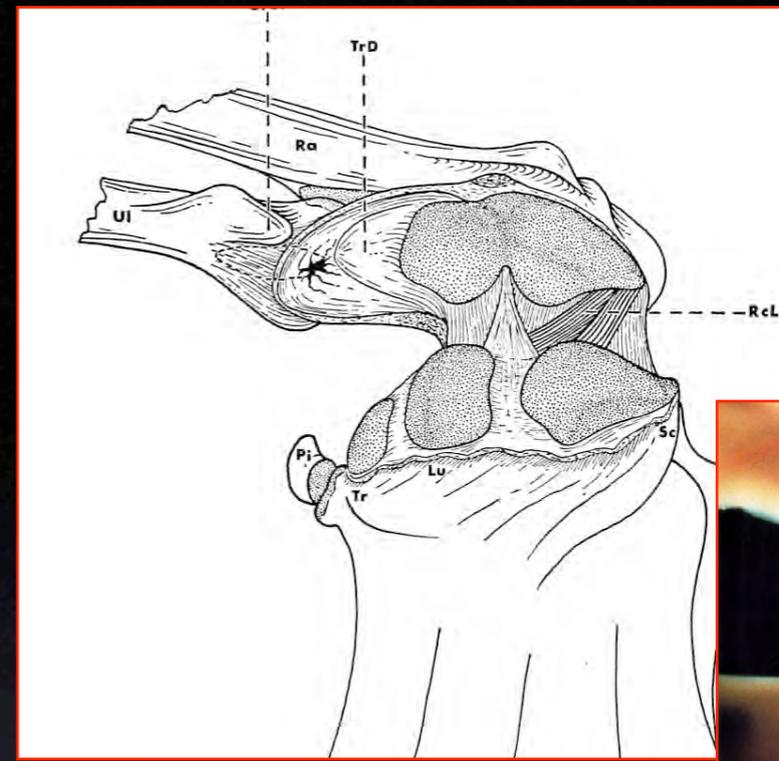
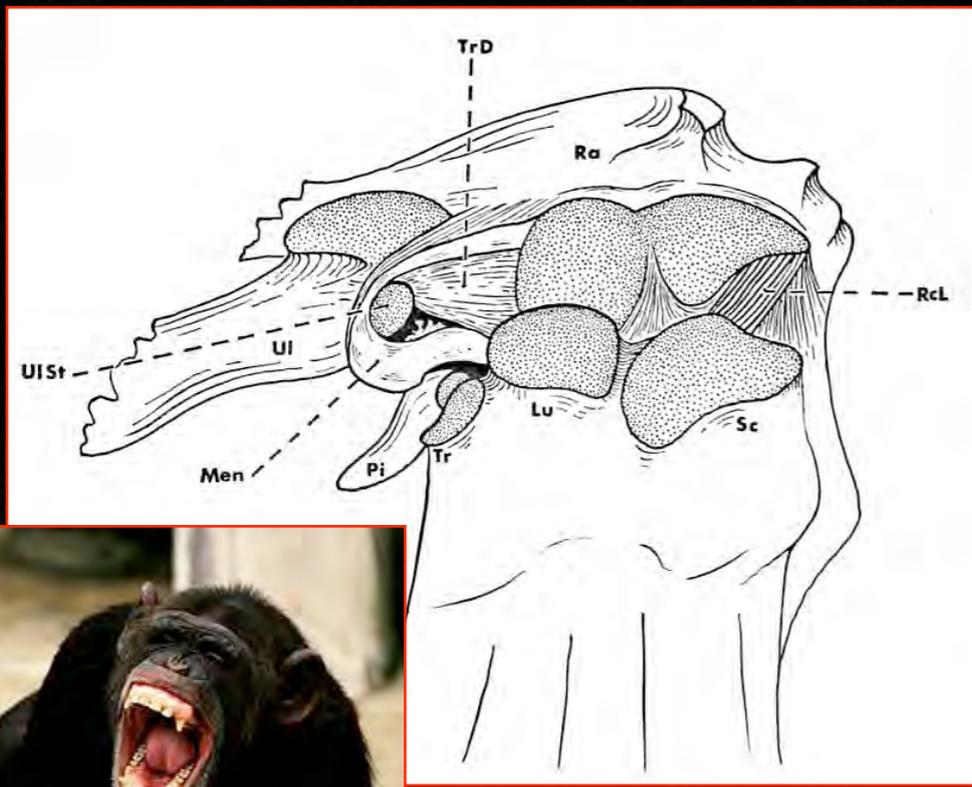
20 mm CR embryo



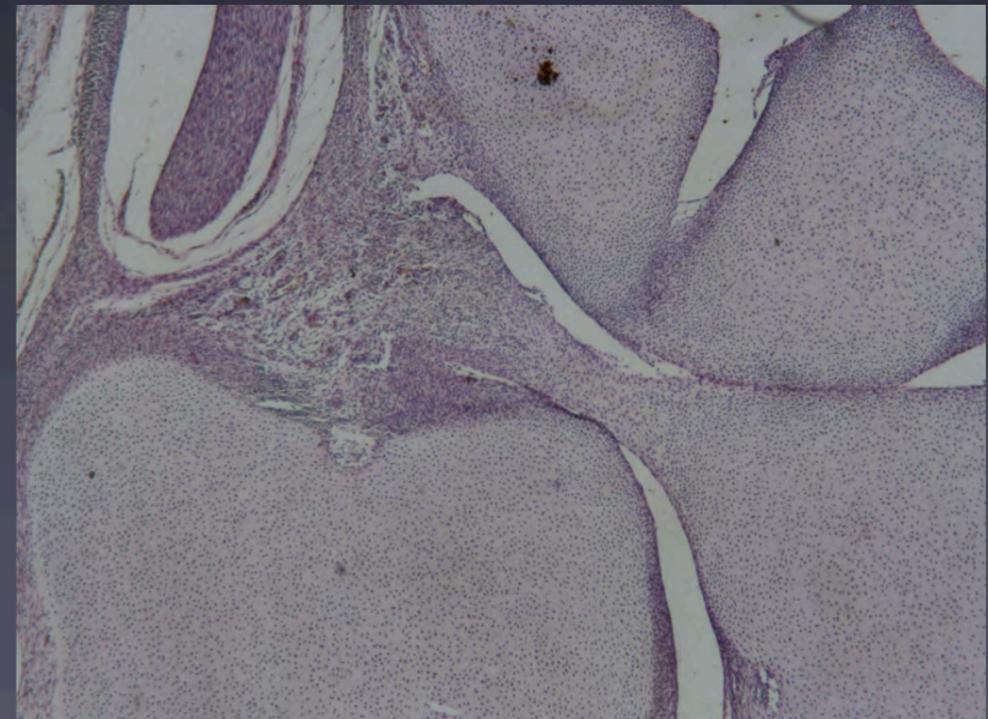
30 mm CR embryo



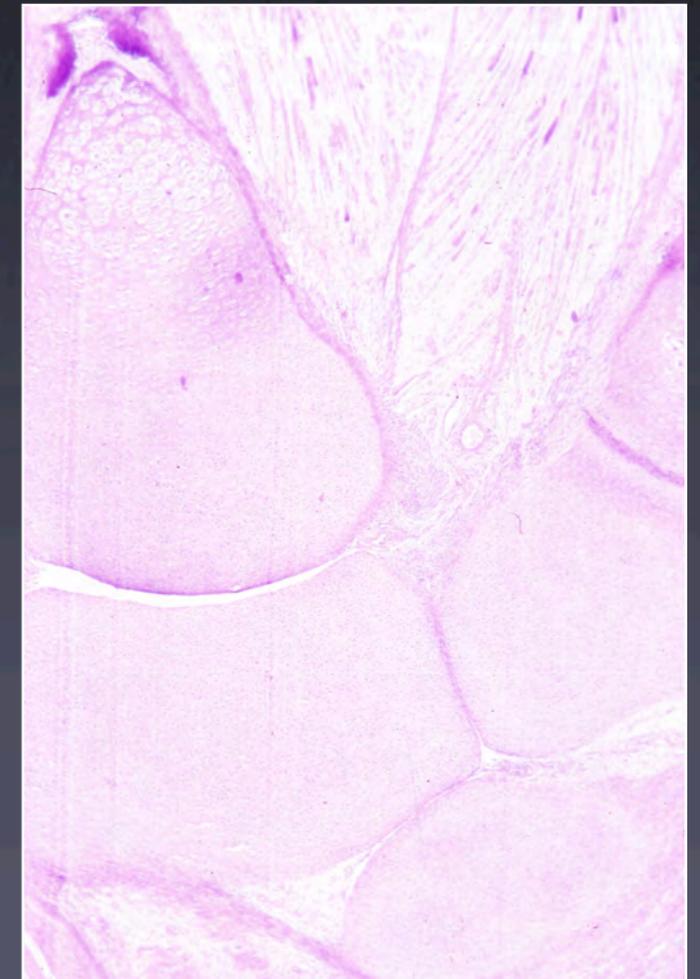
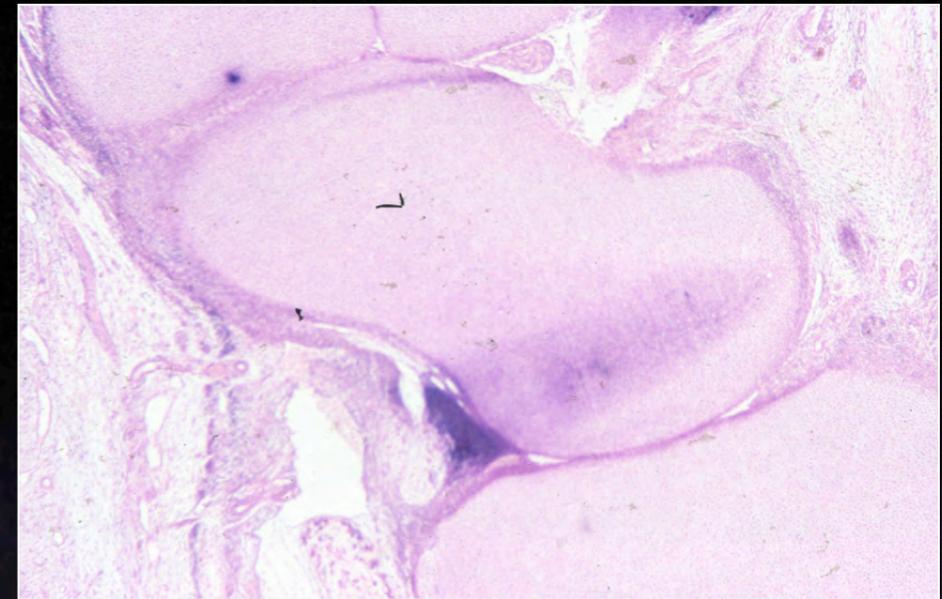
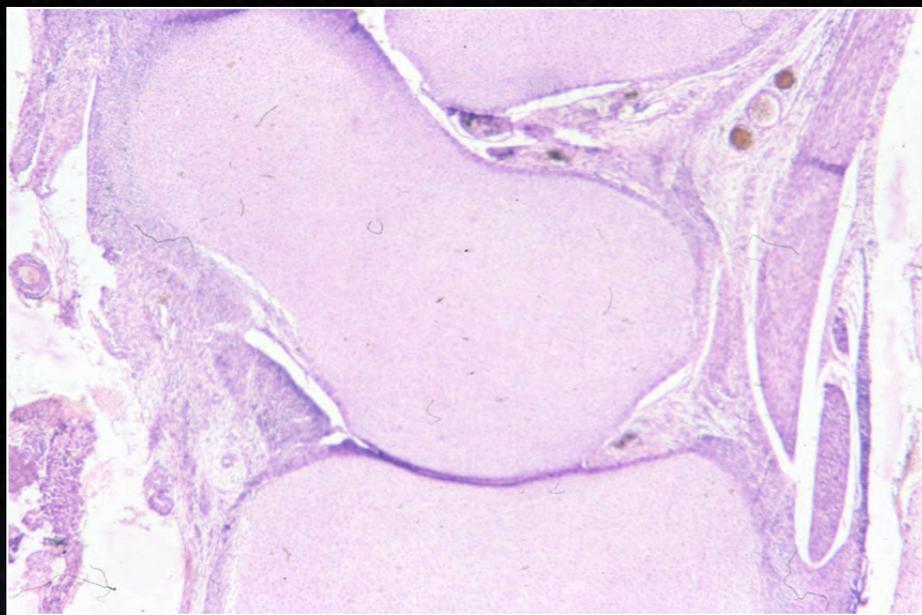
Lewis, Hamshere and Bucknill  
J.Anat. 1970



52 mm CR foetus

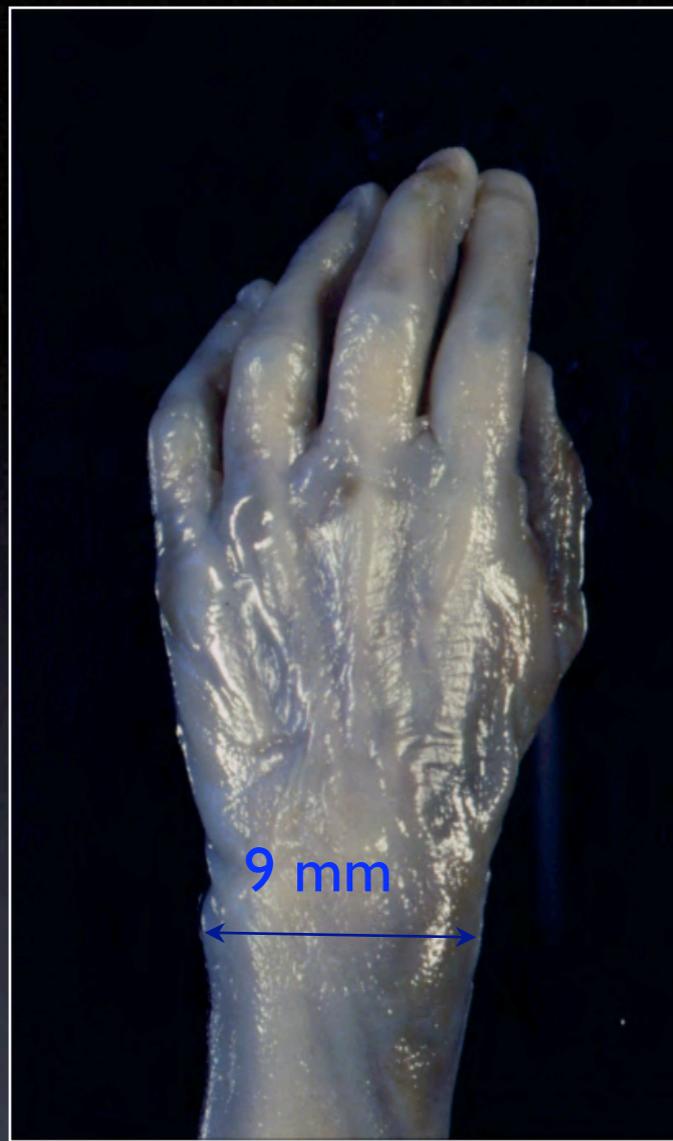


92 mm CR foetus



- Antéflexion du scaphoïde
- Antéposition du 1er rayon
- Acquisition de l'opposition du pouce



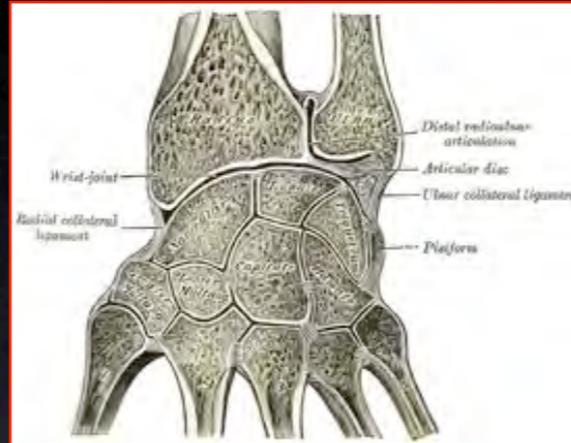


22 weeks foetus

- Tout est en place chez le foetus

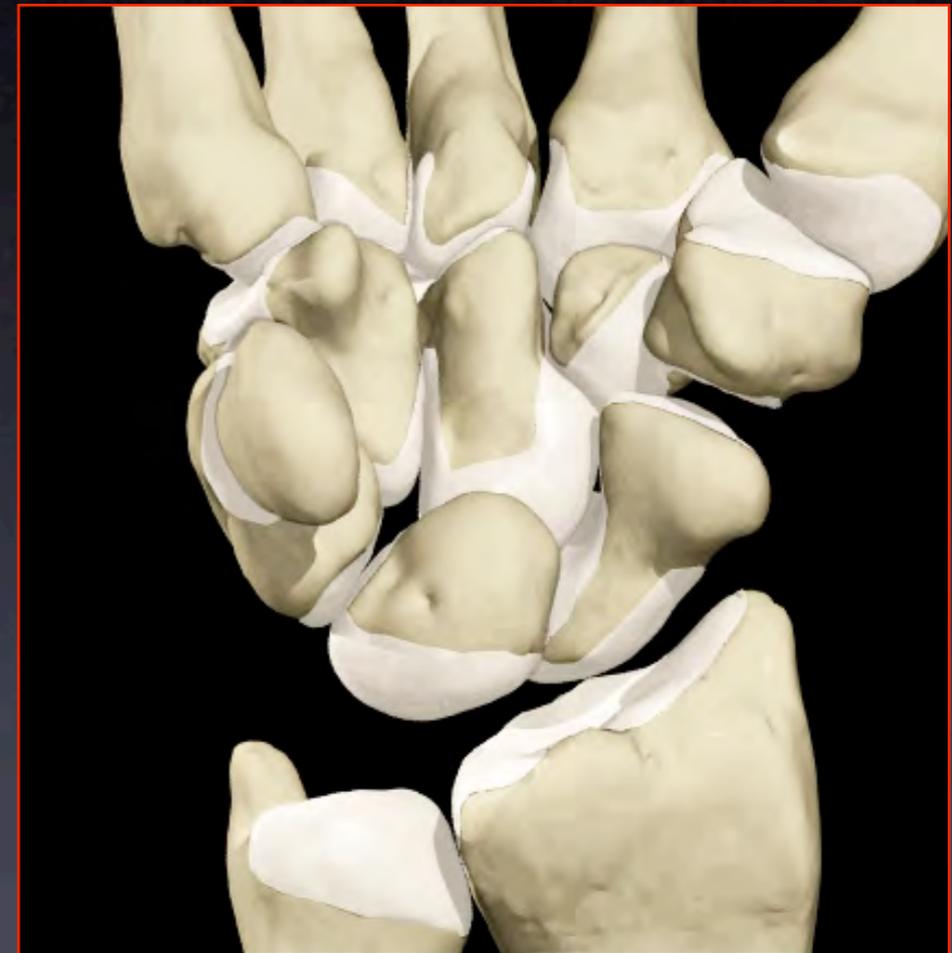
# La radio-ulnaire distale (DRUJ)

- Tête de l'ulna
- L'articulation radio-ulnaire
- "l'articulation" ulno-carpienne
- Le TFCC



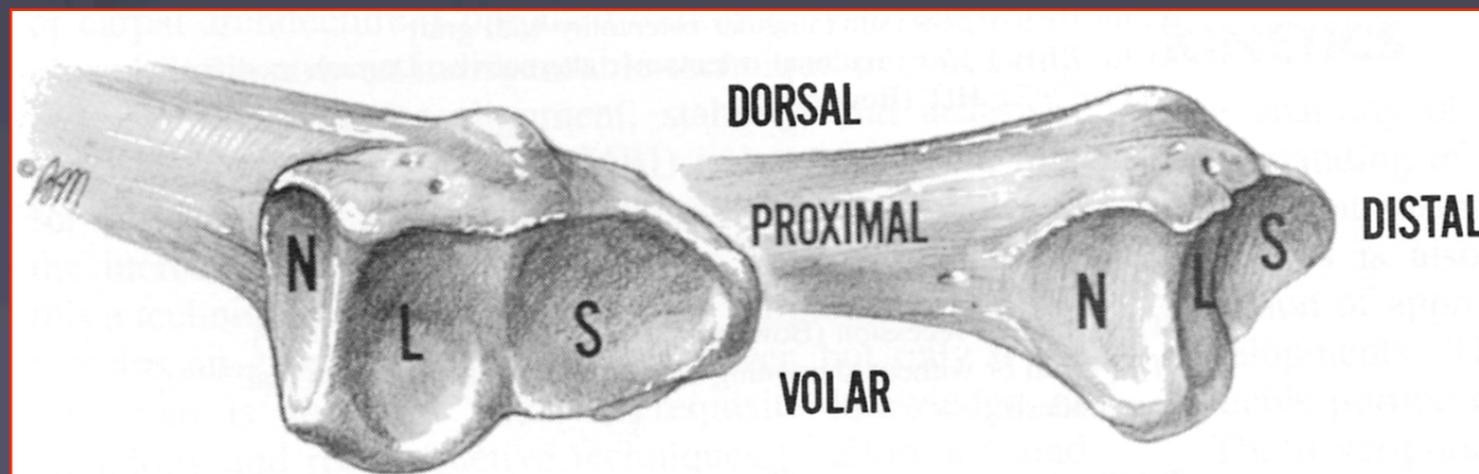
# La tête de l'ulna

- La tête de l'ulna est le renflement distal de l'ulna
- Elle est couverte de cartilage sur les 3/4 de sa circonférence



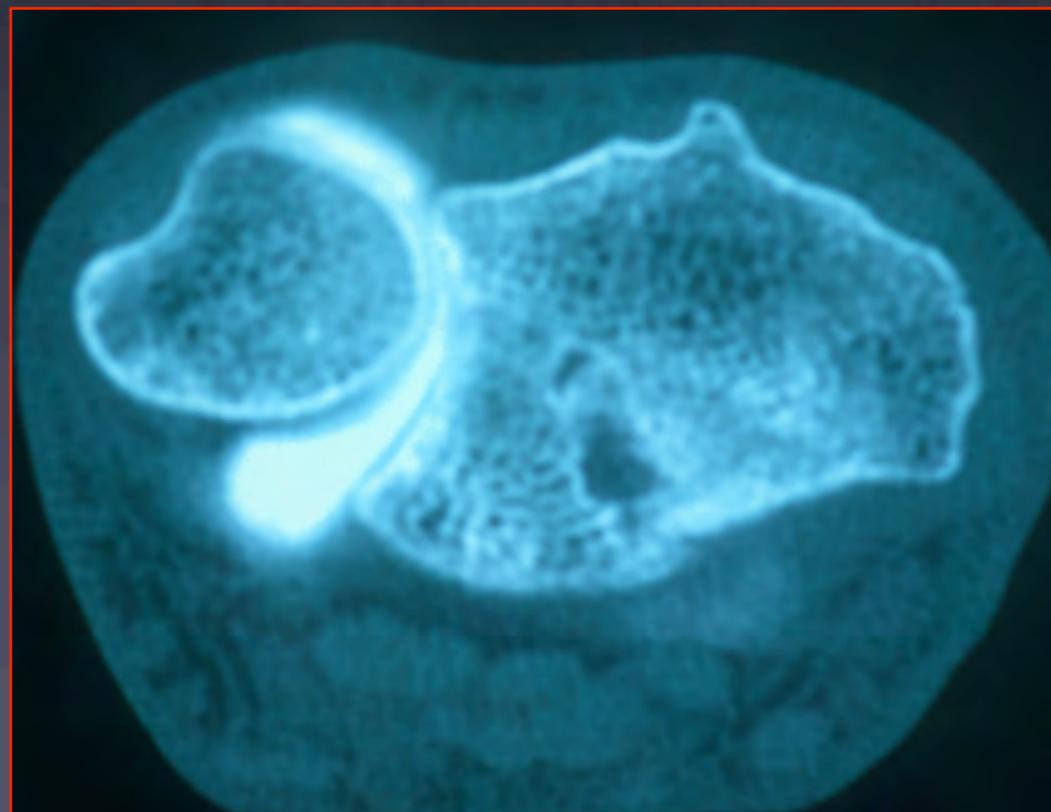
# L'articulation radio-ulnaire

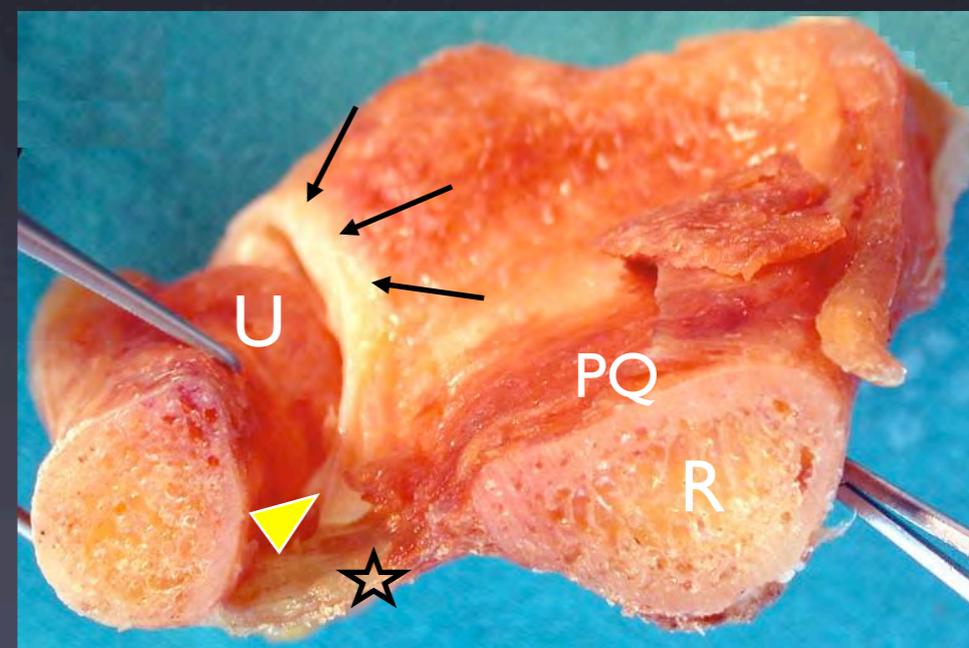
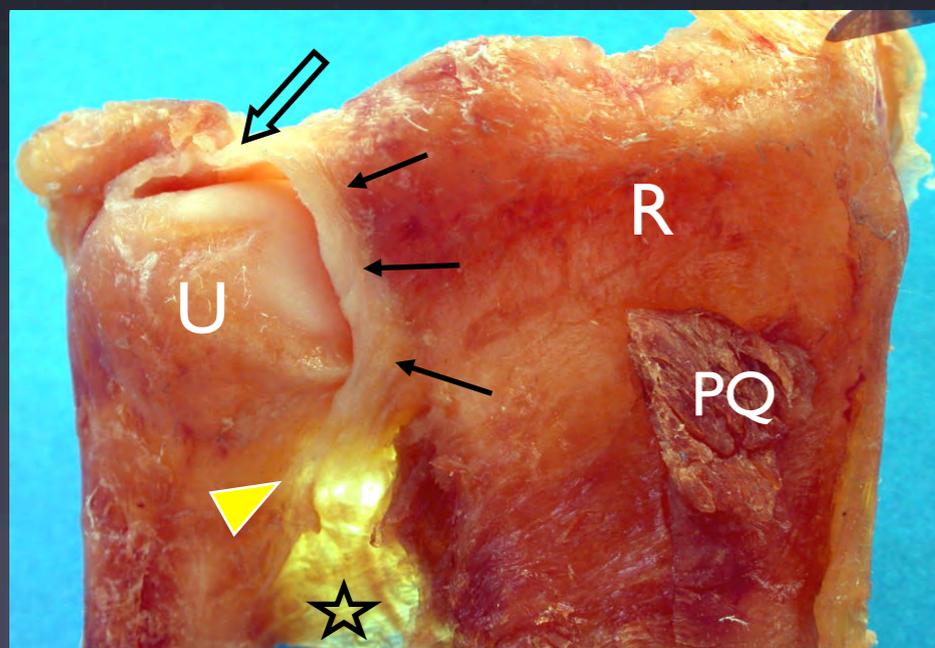
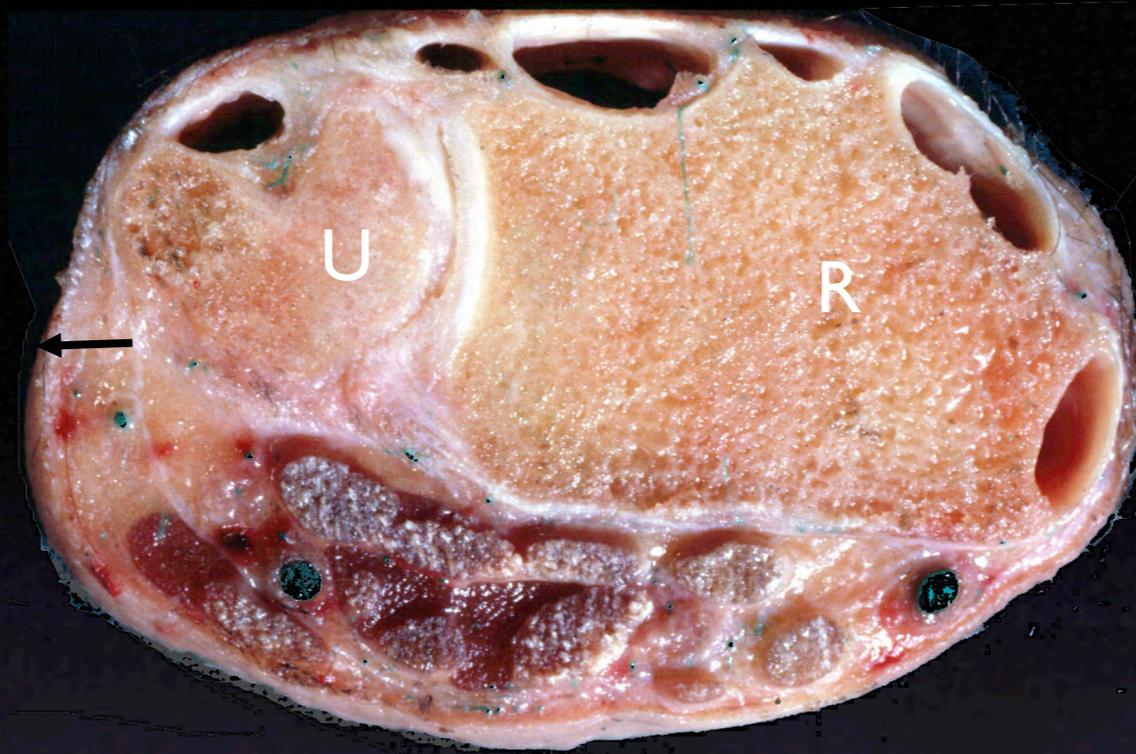
- Trochoïde
  - Radius: arc concave de 47 à 80°
  - Ulna distal: Surface convexe avec du cartilage sur 200 à 230°
  - Prono-supination de 140 à 150°



# Congruence

- La congruence RUD est maximum (60%) en position neutre, et est de moins de 10% dans les extrêmes de pronation et de supination

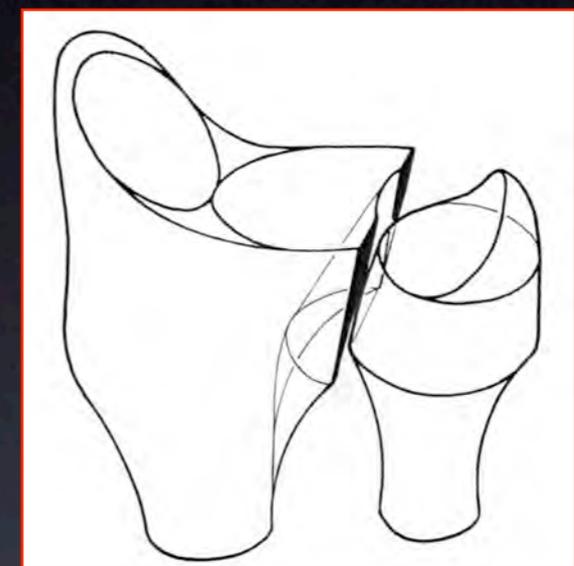
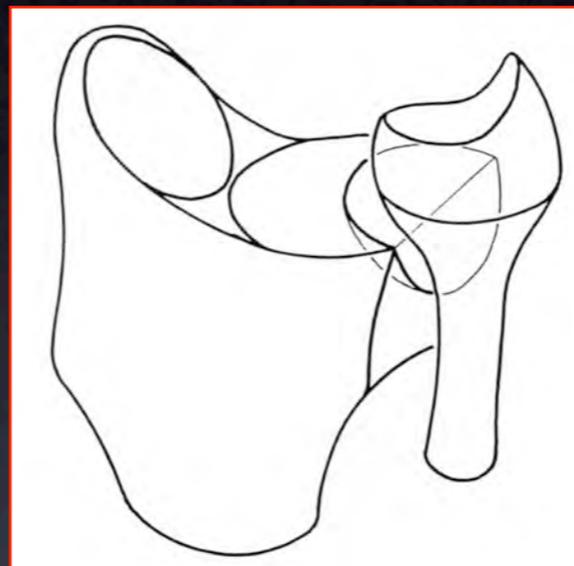
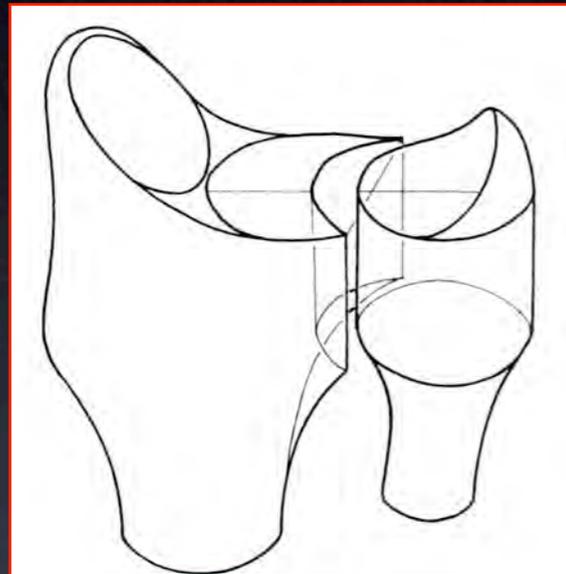




La radio-ulnaire présente des renforcements pour résister aux forces sublucantes

# DRUJ

- Variabilité de son orientation en rapport avec la longueur des os de l'avant-bras



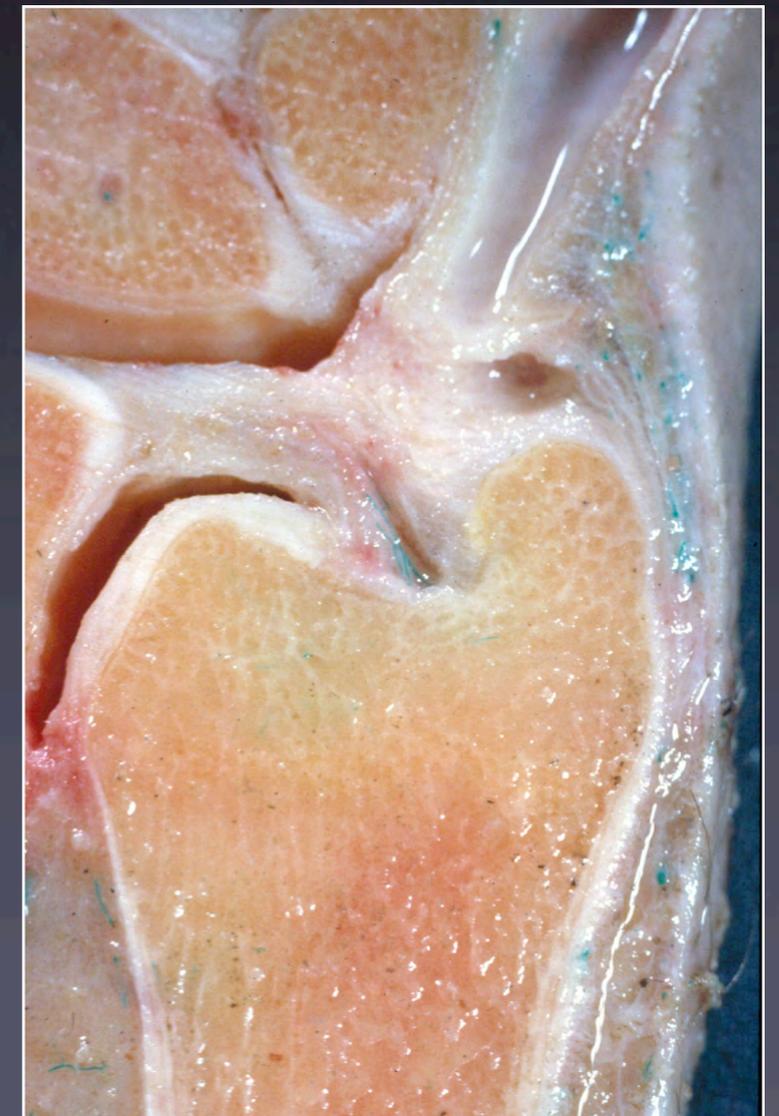
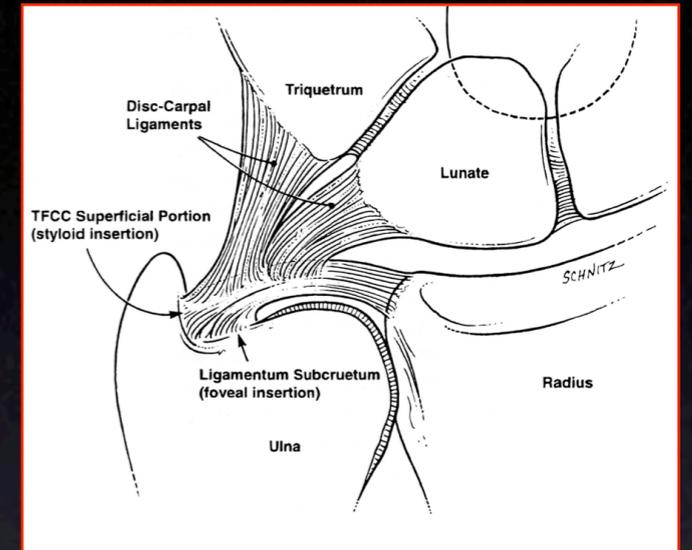
# Conséquences biomécaniques

- L'ulna est plus court que le radius de 0,9 mm (extrêmes -4,2 mm/ 2,3 mm)
- Il y a des associations complexes entre l'angle de déclinaison, la couverture du lunatum par le radius,...



# “Articulation” Ulnocarpienne

- Dôme convexe dans sa partie latérale (load-bearing joint)
- Dépression médiale pour l'insertion du discus articularis (fovea)
- Expansion postéro-médiale: la styloïde ulnaire

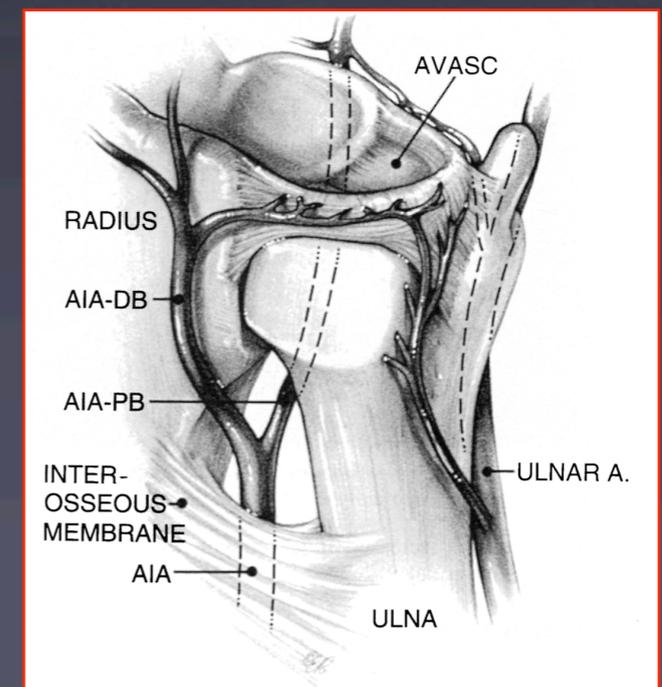


# DRUJ et contraintes axiales

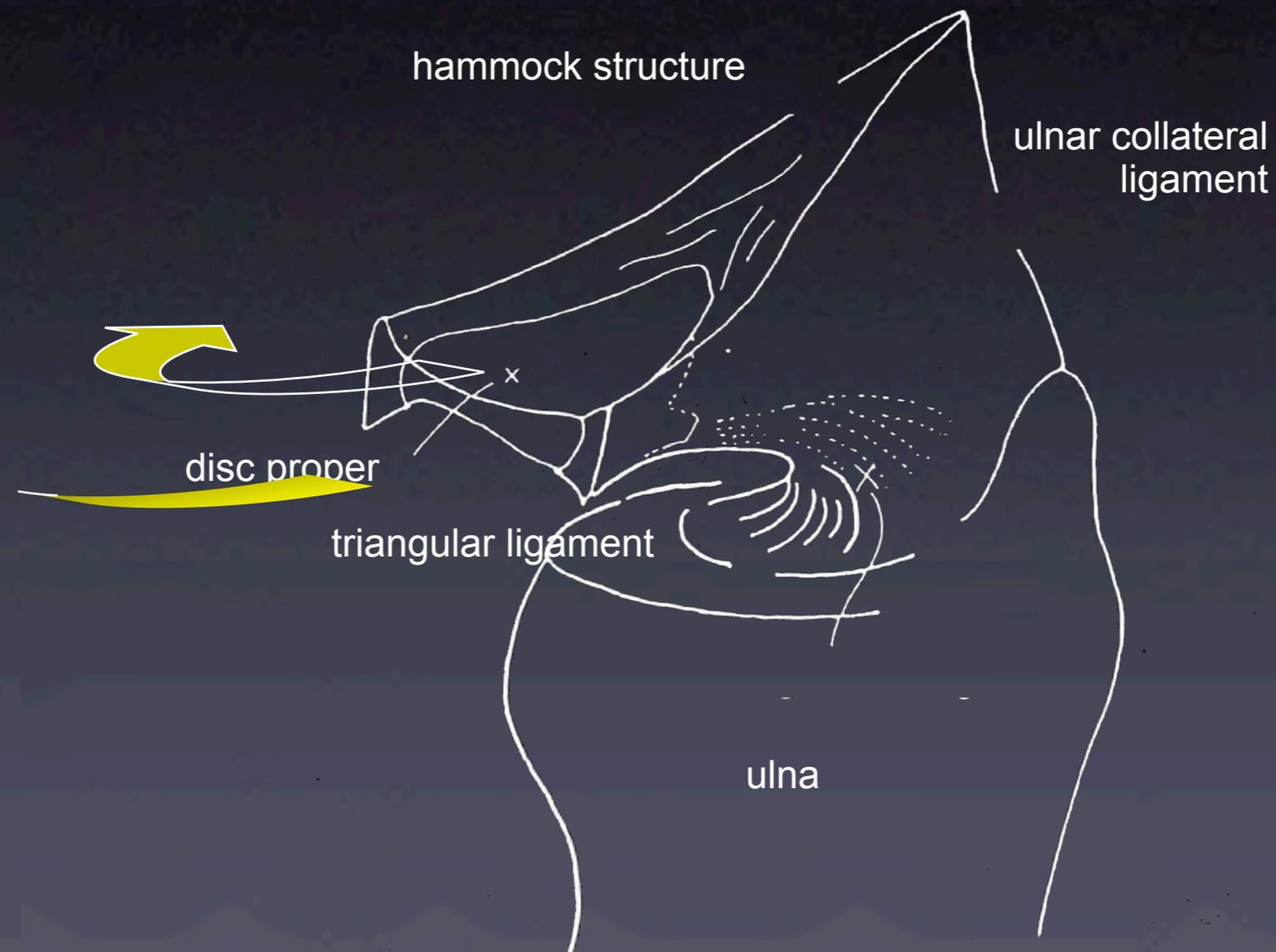
- 20% des forces axiales passent à travers le TFCC vers l'ulna
- L'ablation du TFCC (ou un raccourcissement ulnaire de 2,5 mm) fait disparaître presque toutes ces contraintes
- “l'allongement” de l'ulna de 2,5 mm augmentent les contraintes jusqu'à 40%

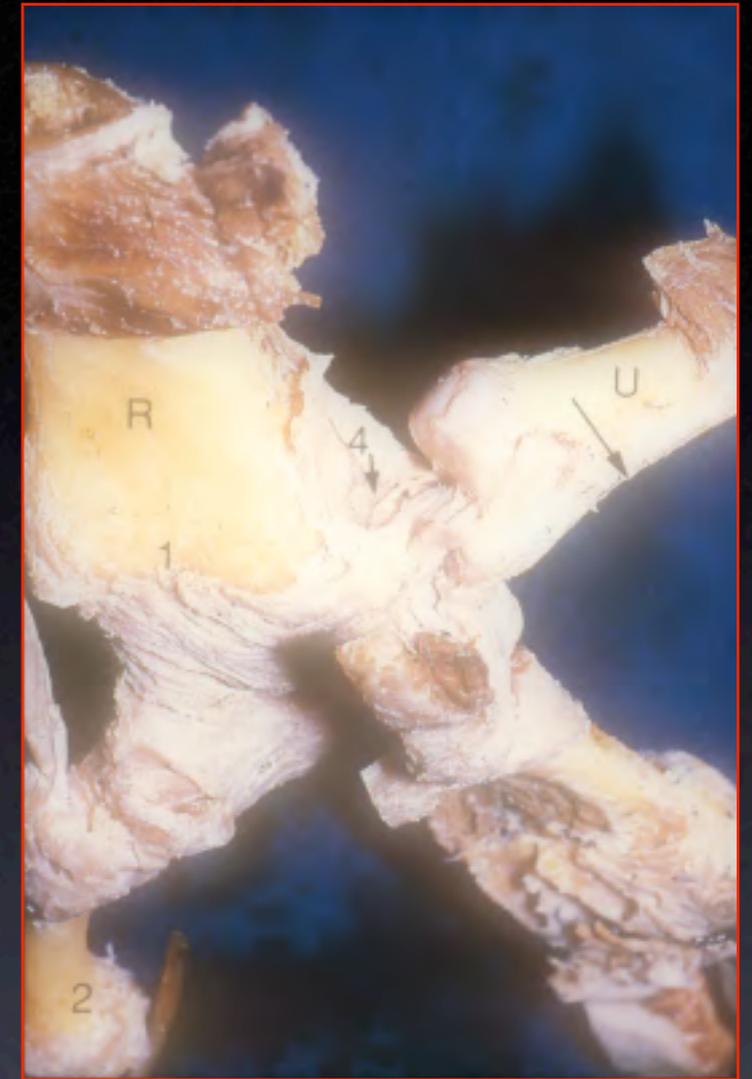
# TFCC: Triangular FibroCartilage Complex

- Triangular ligament with the interosseous radio-ulnar ligaments
- Ulnocarpal ligaments (ulnocarpal and ulnotriquetral)
- Meniscus homologus
- The sheath of the extensor carpi ulnaris

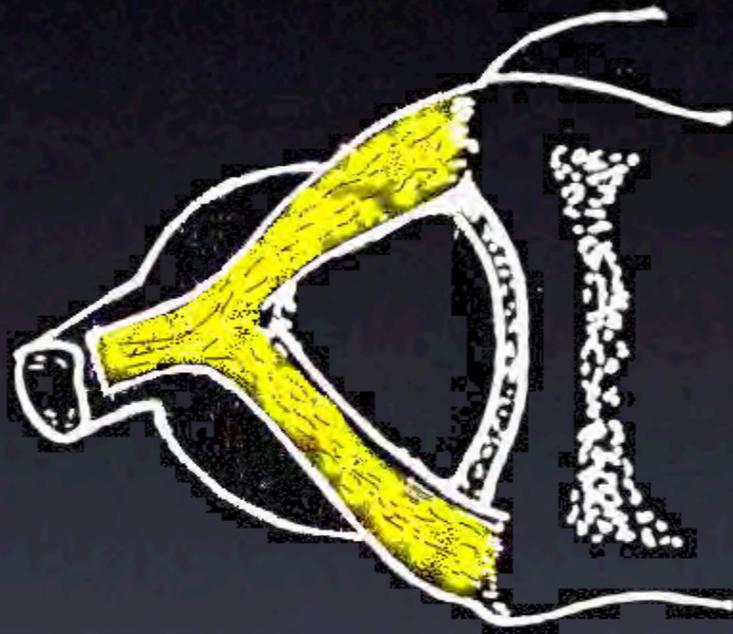


- Le TFCC permet une déformation en torsion au niveau de l'insertion sur la fové
- Avec très peu de déformation sur le disque triangulaire

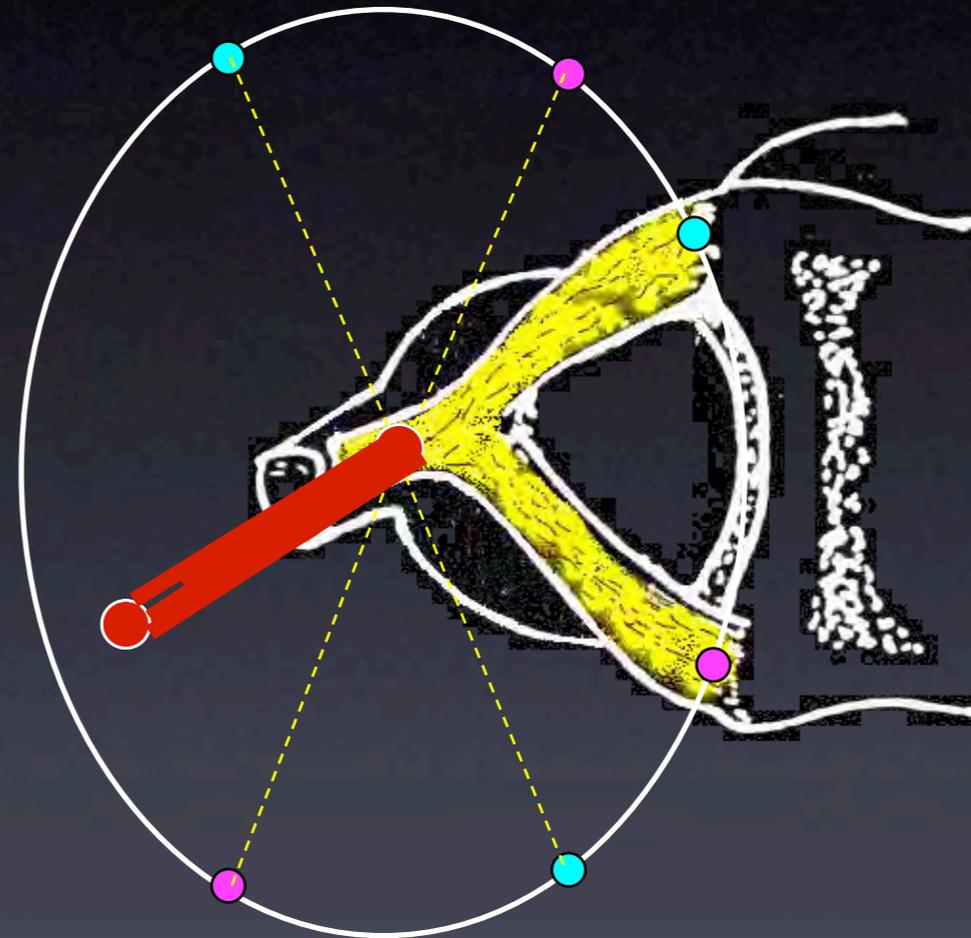
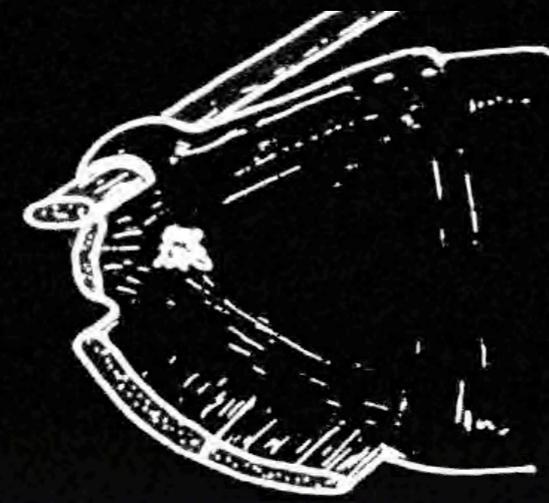




Les ligaments interosseux radio-ulnaire  
ligaments sont responsables de la stabilité  
de la tête ulnaire pendant la pronation et la  
supination

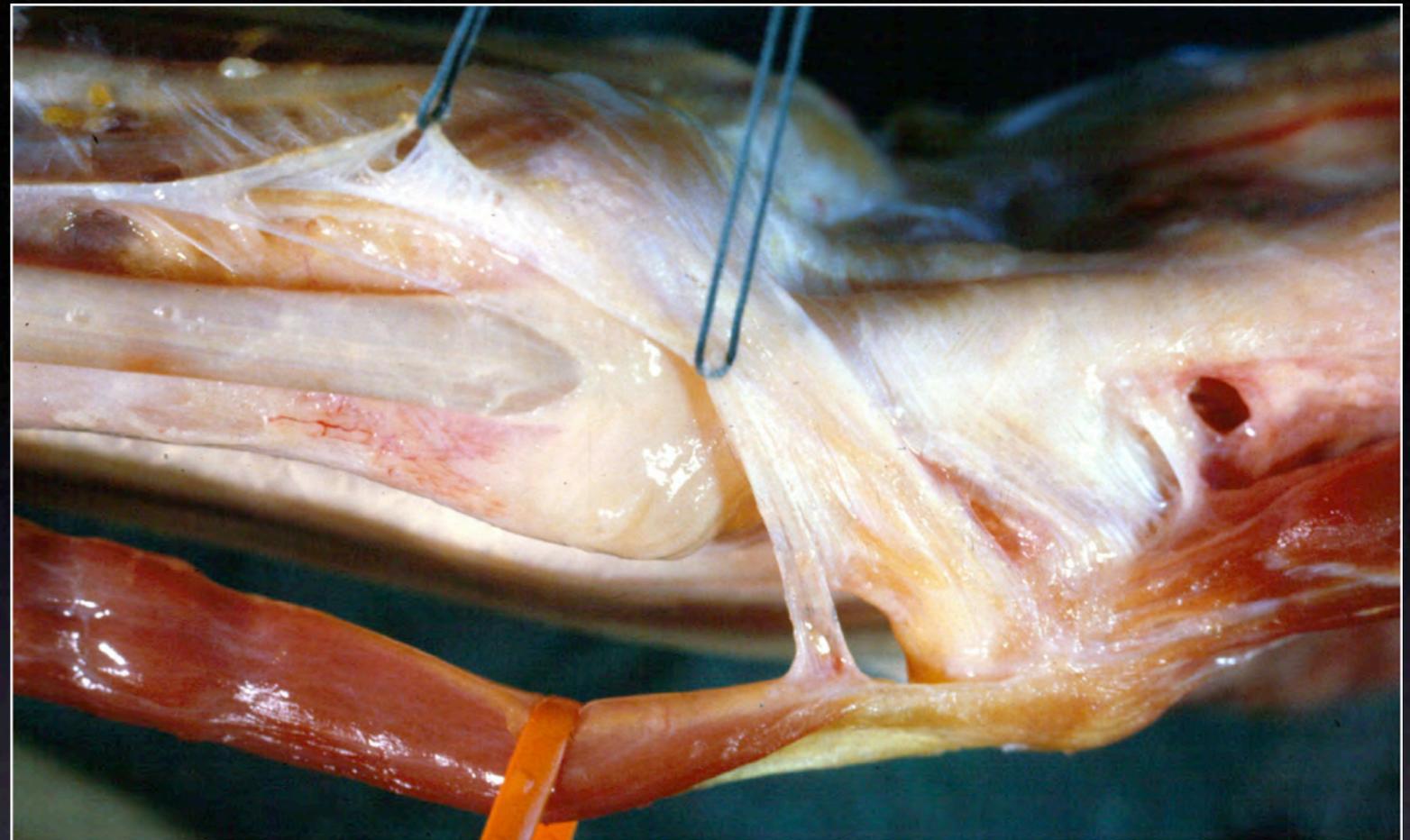


Les ligaments interosseux radio-ulnaire  
ligaments sont responsables de la stabilité  
de la tête ulnaire pendant la pronation et la  
supination



Comme les rayons du roue de bicyclette  
dont la roue ne serait pas parfaitement  
ronde

# Pronation



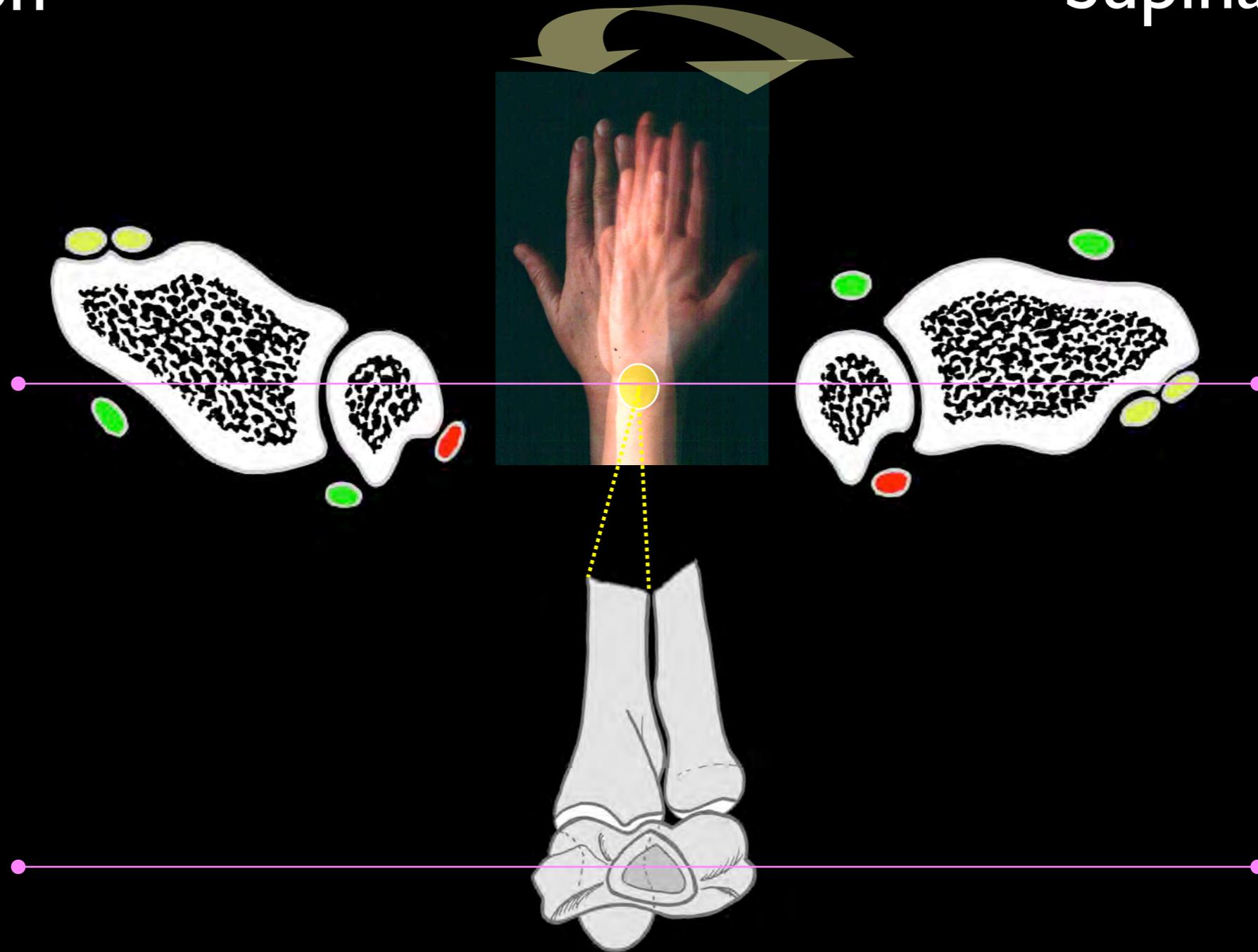
- Le retinaculum extensorum apporte peu de stabilité à la RUD



# Supination

Pronation

Supination

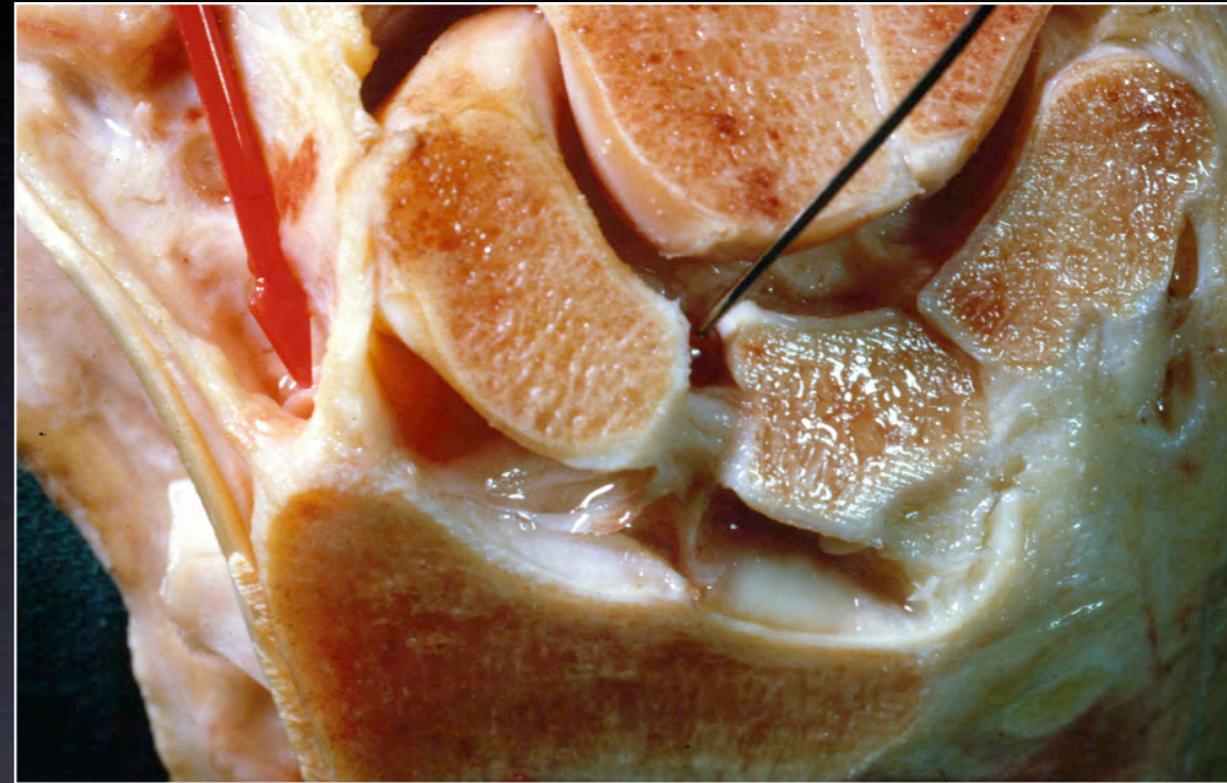


# La radio-carpienne



# La première rangée

- Ne possède aucune insertion tendineuse
- Segment intercalaire
- Système à géométrie “variable”

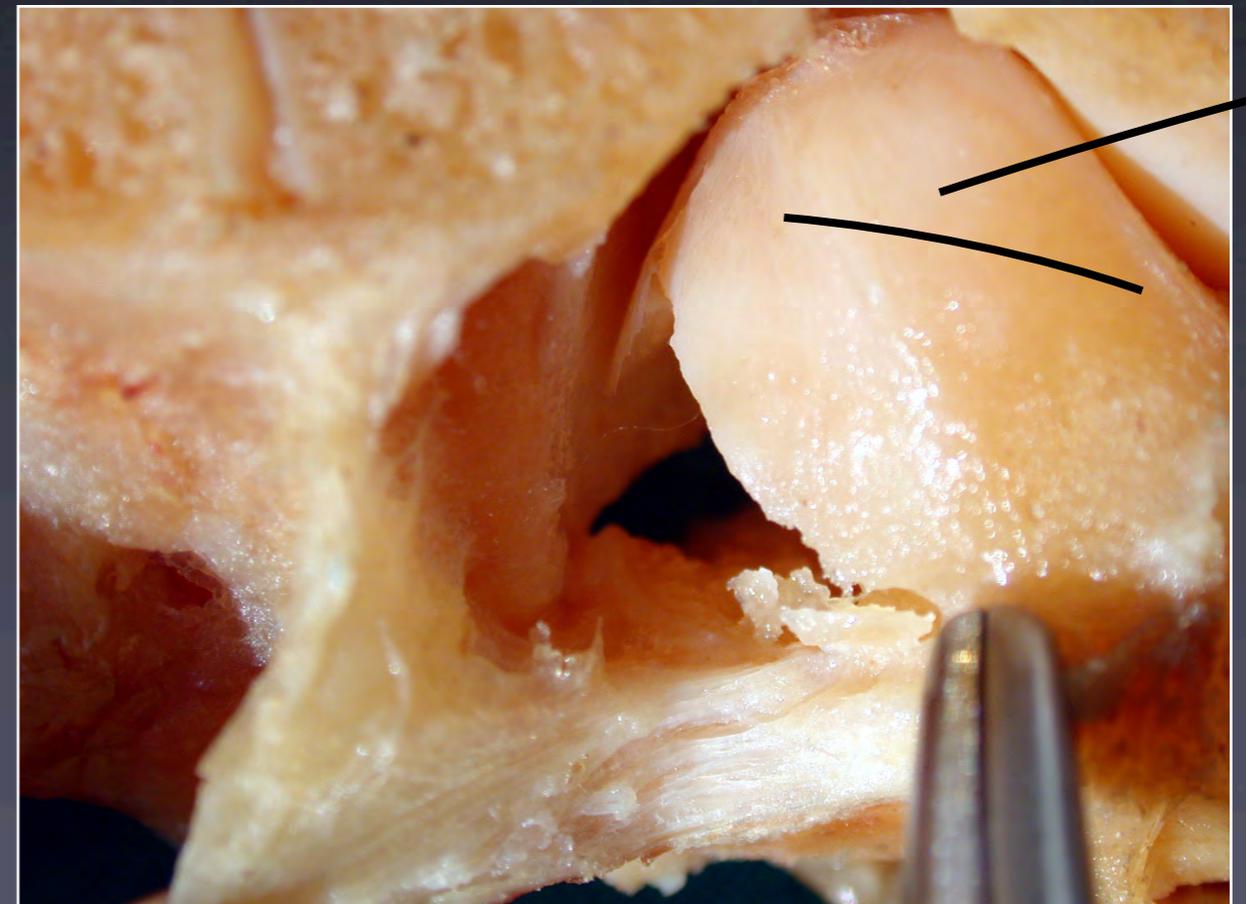
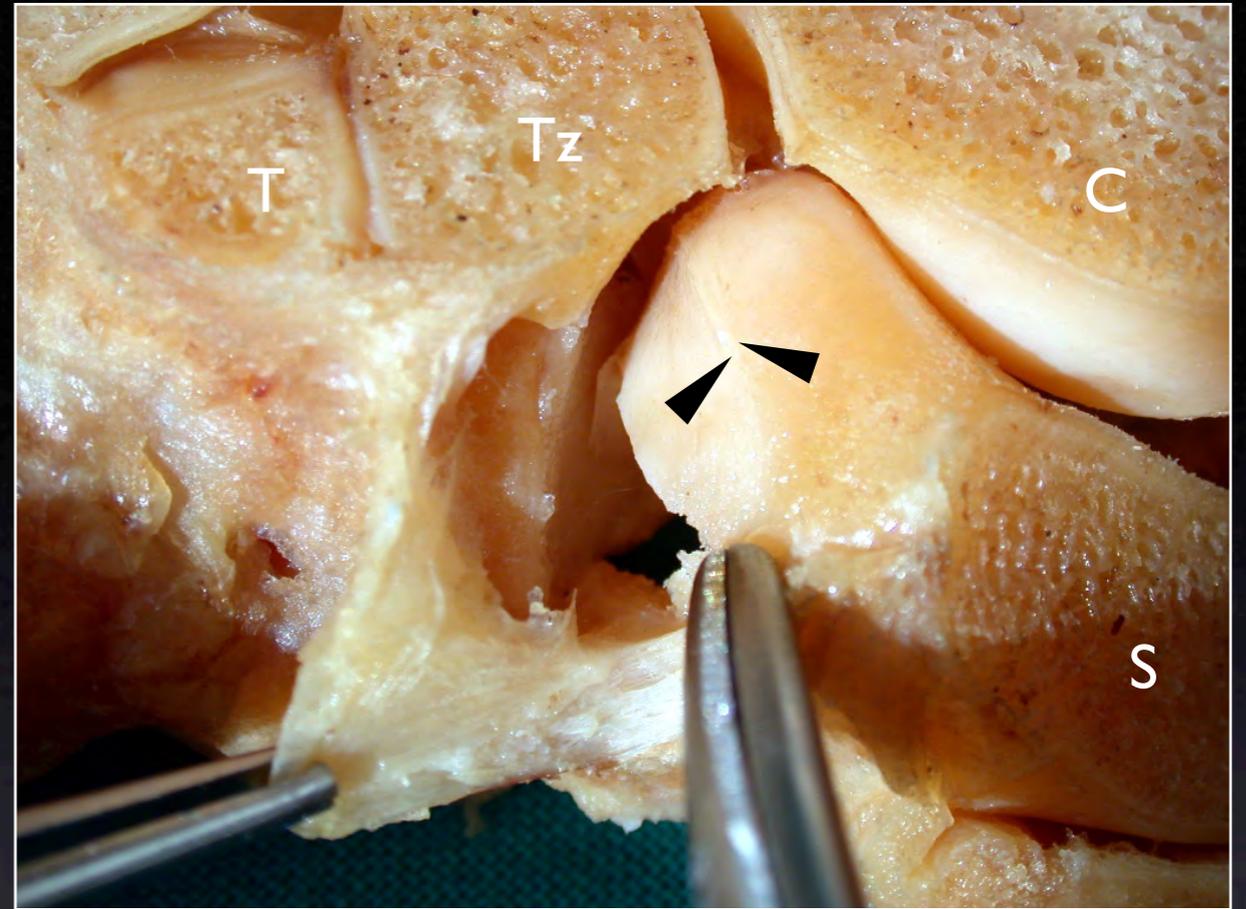


# La médiocarpienne



# 3 articulations différentes

- La STT permet la flexion/extension du scaphoïde



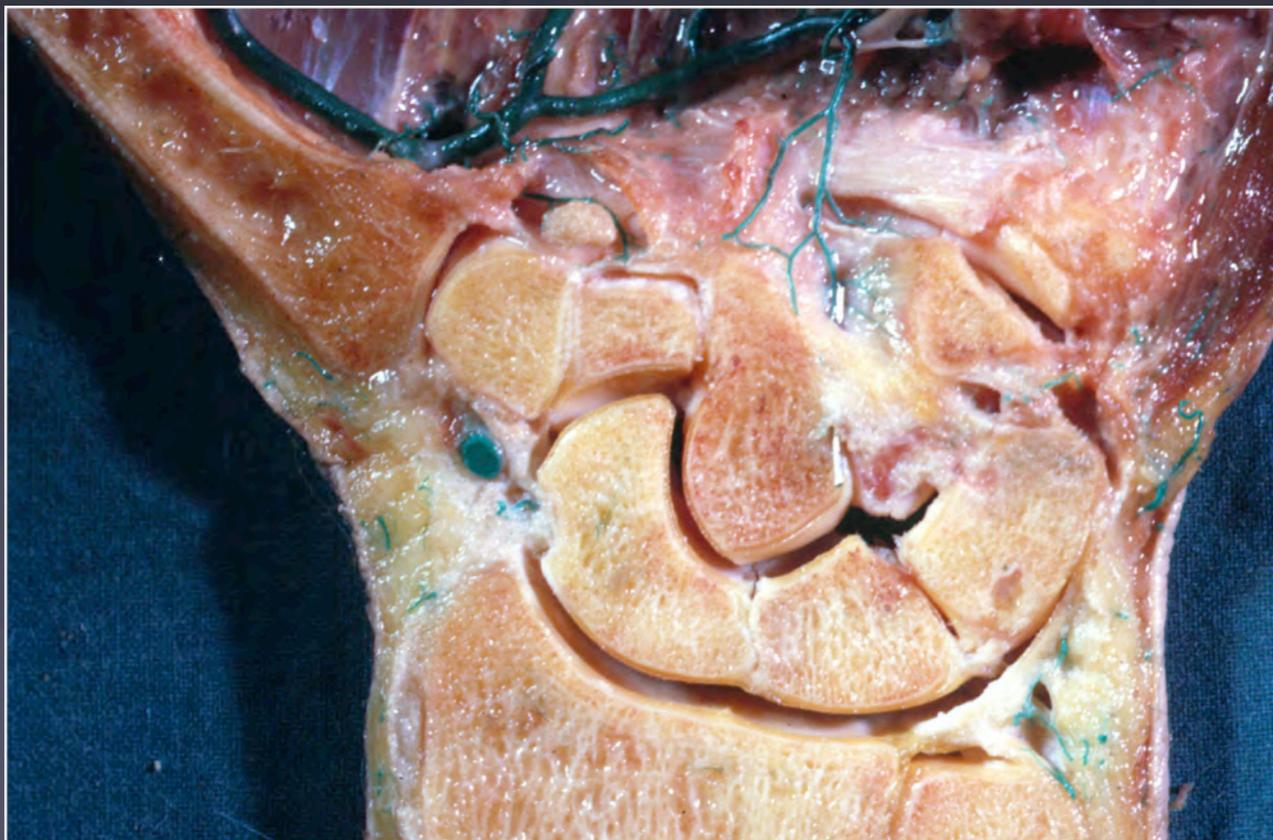


- La triquetro-hamate est hélicoïdale et permet une translation et une rotation du triquetrum sur l'hamatum

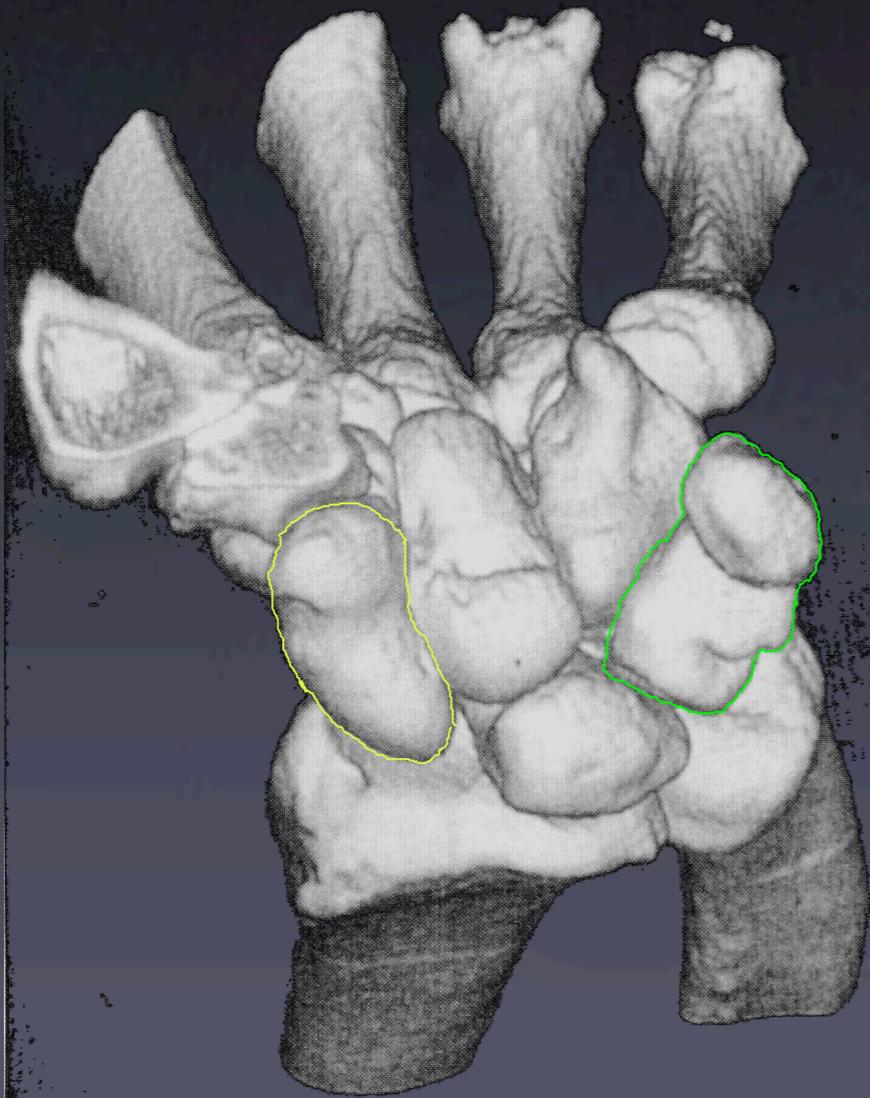


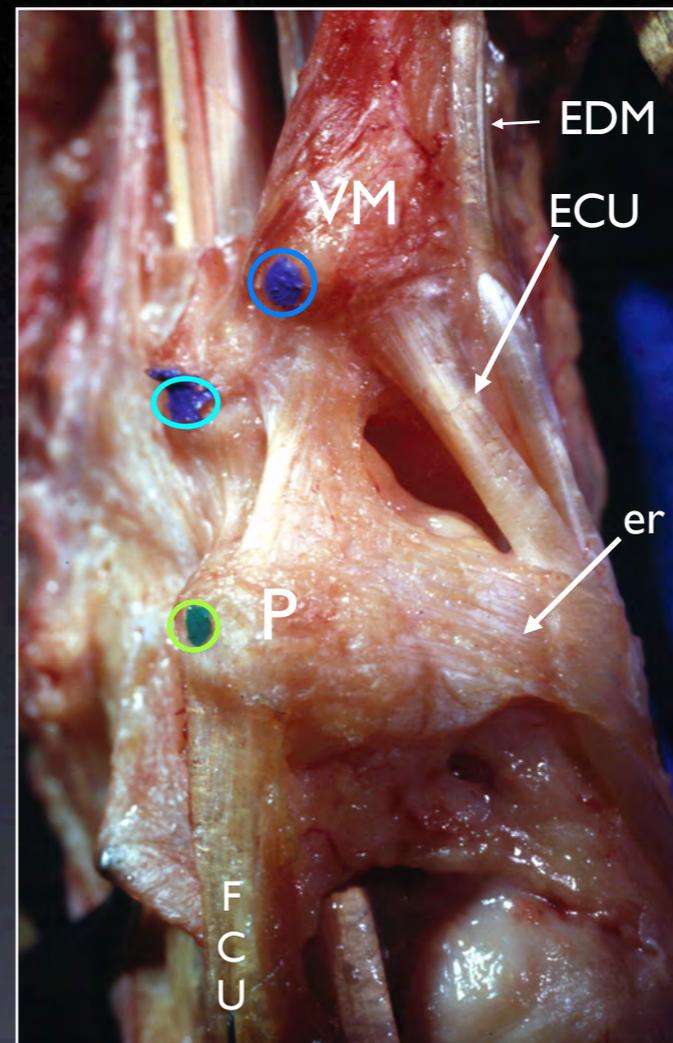
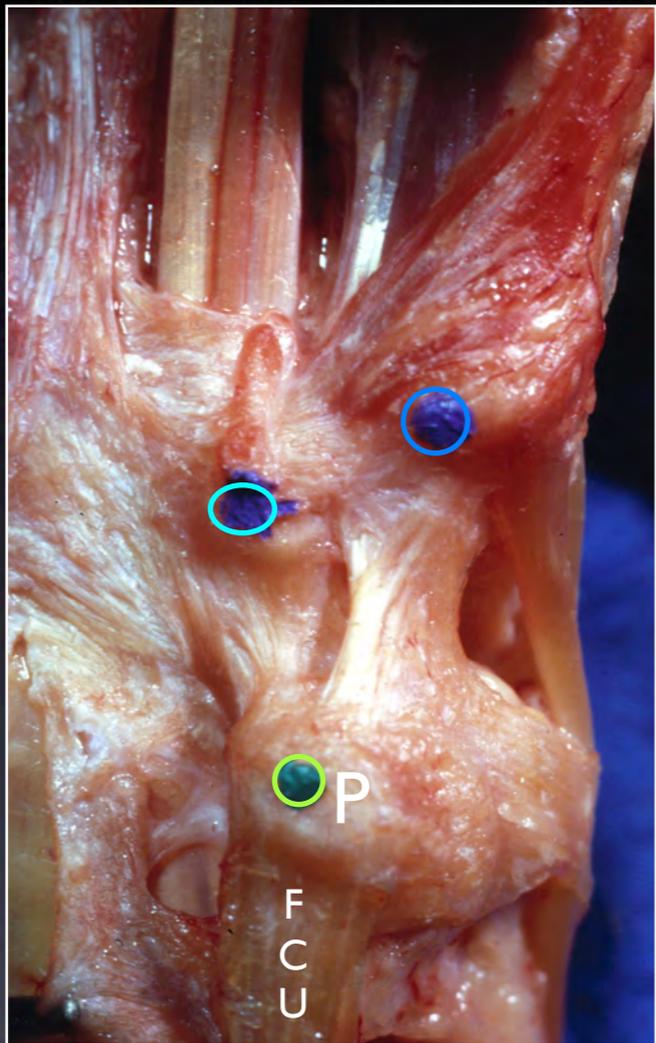


- La capito-hamate est le pivot central du poignet

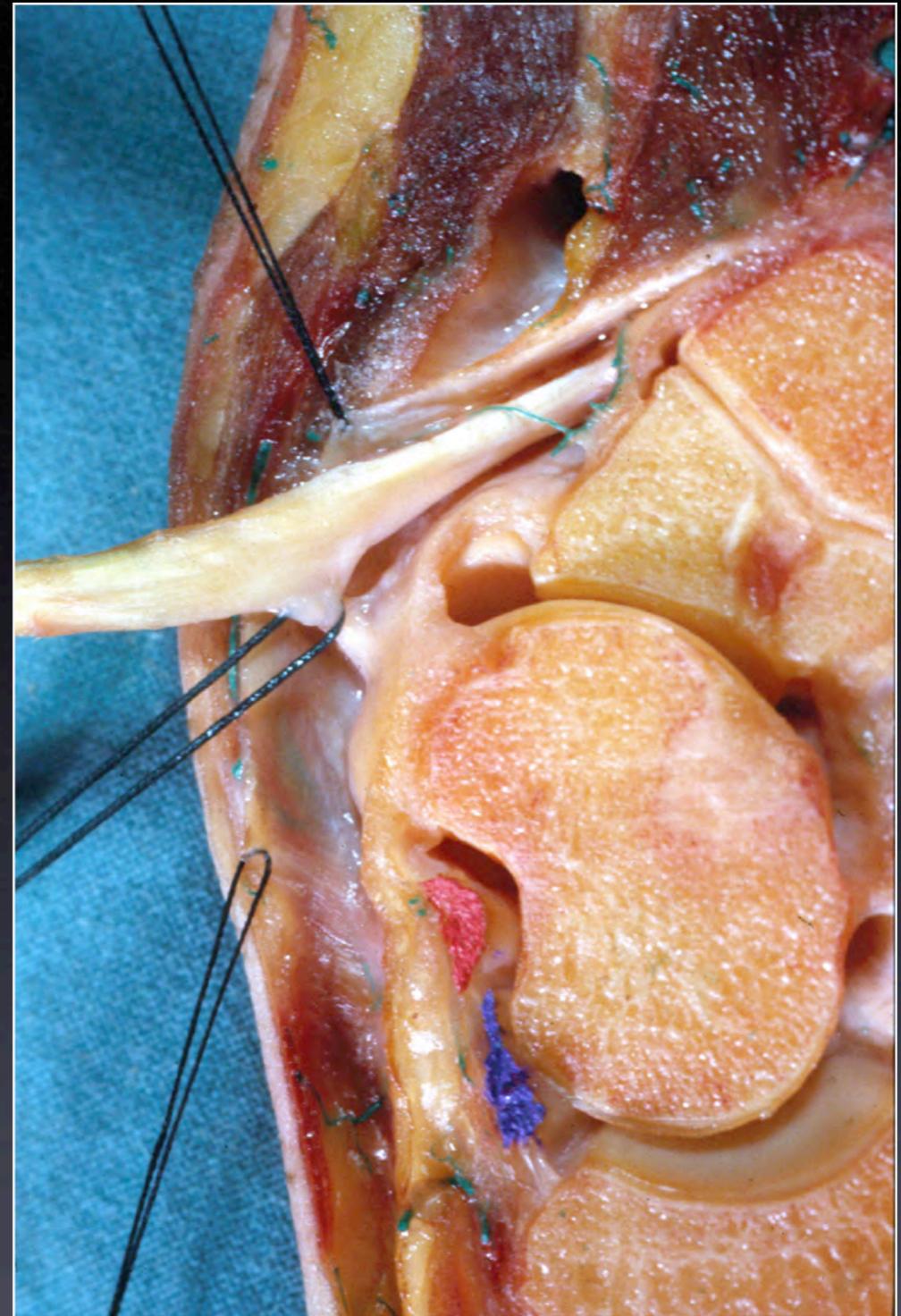


- La mobilisation et la stabilisation se font grâce à un système mixte
- FCU - pisiforme - Pisohamate ligament
- FCR - STT





## Le système pisiforme - FCU

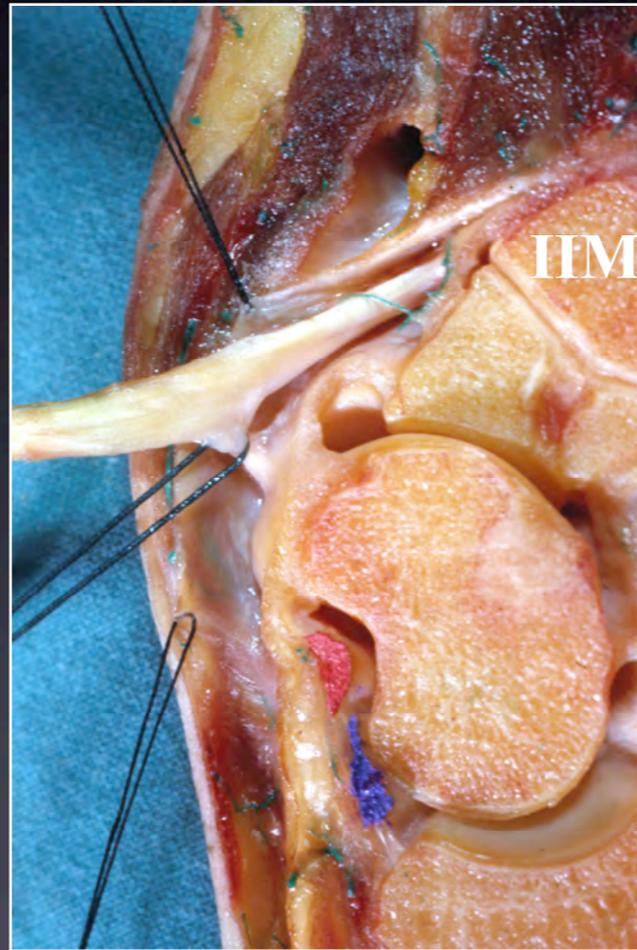


Le système STT - FCR

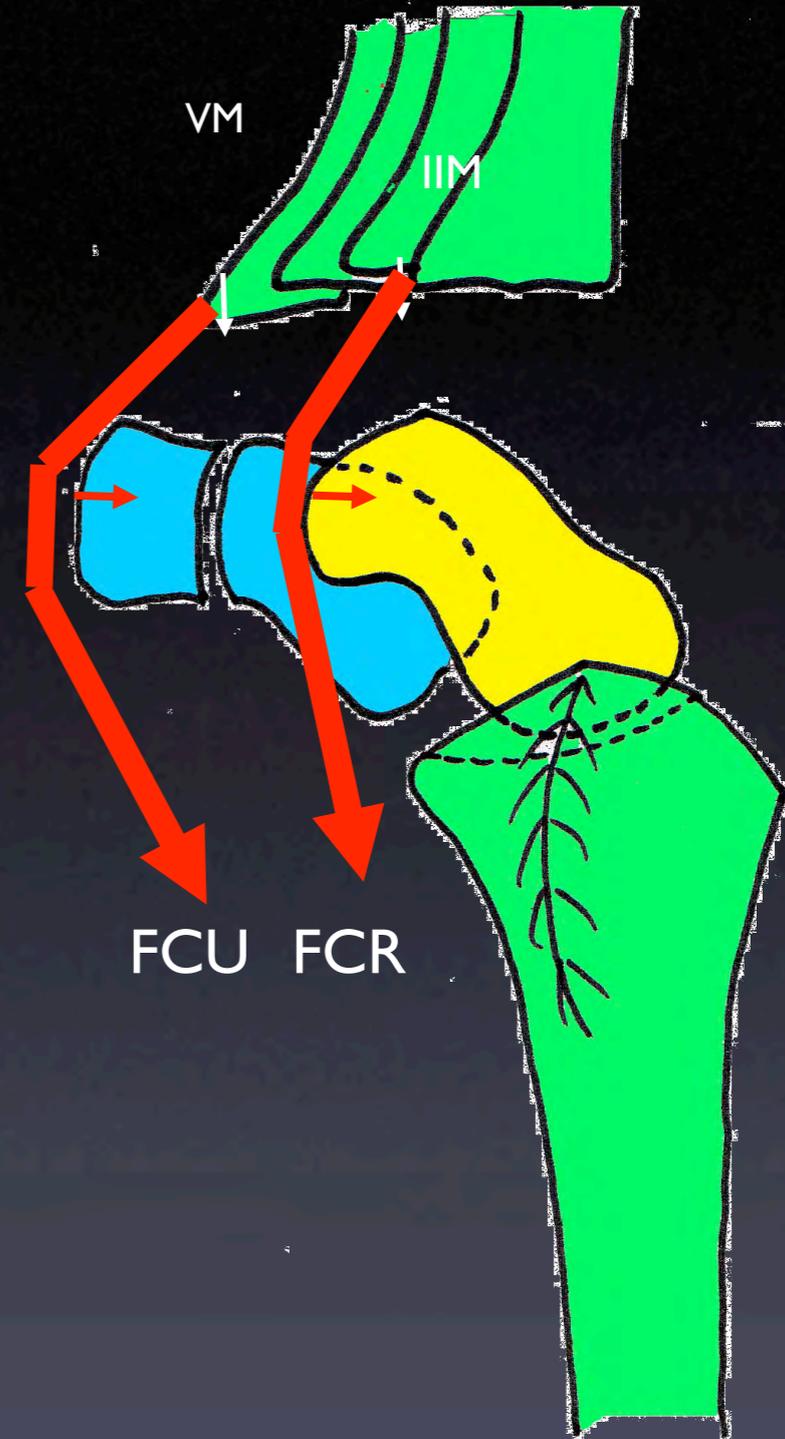
Les systèmes FCR/FCU sont équilibrés et forment un couple dynamique



*FCU*  
*PISIFORME*

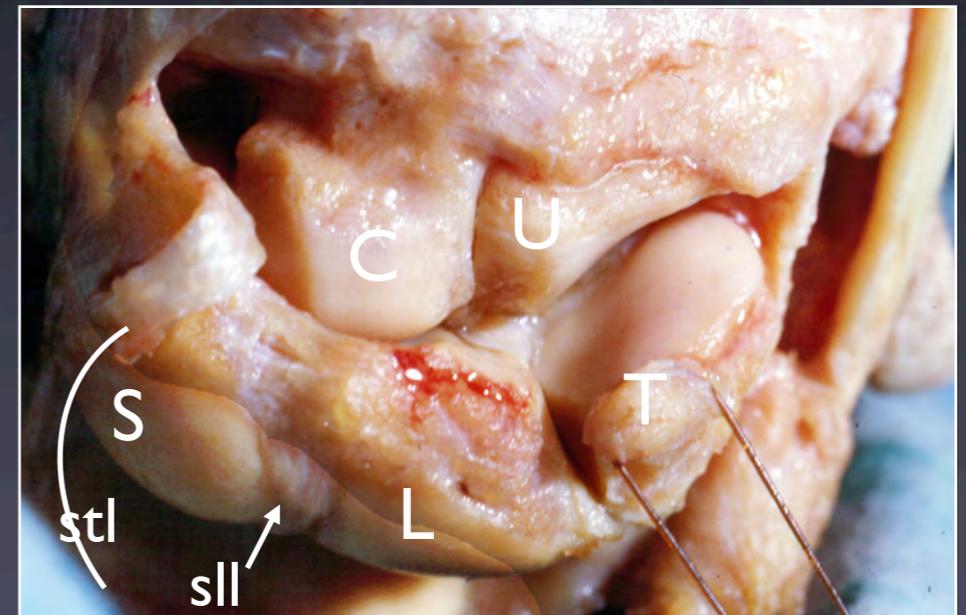
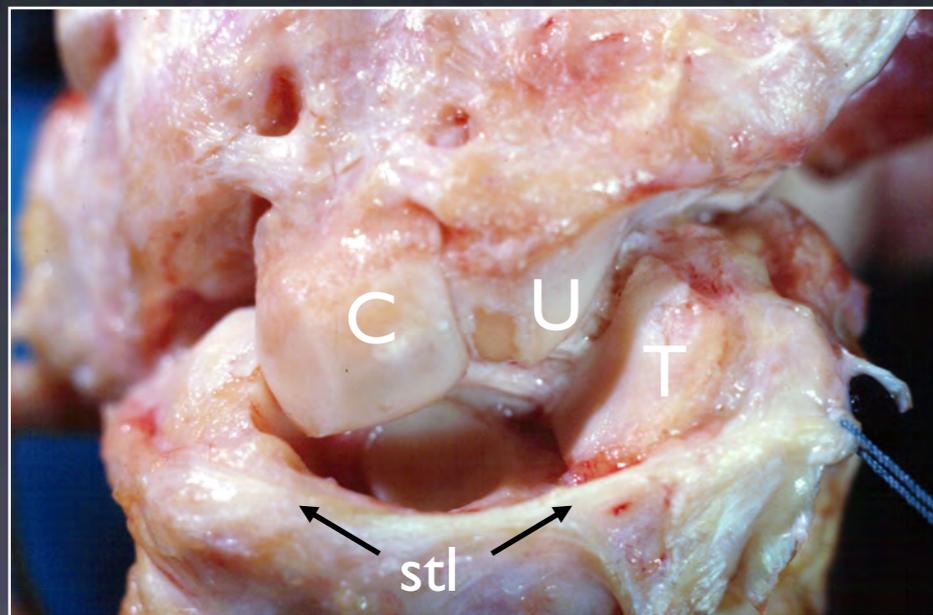
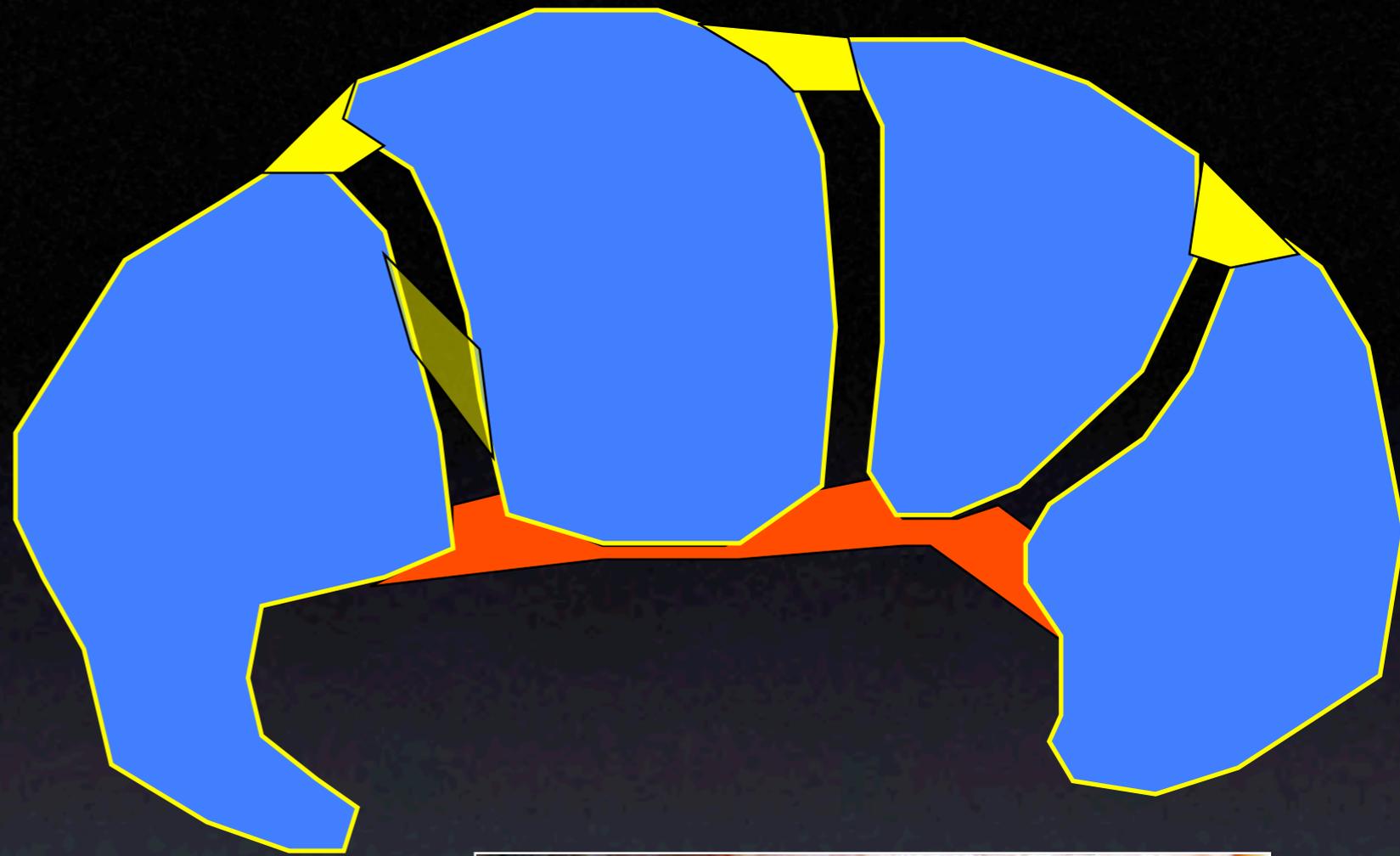
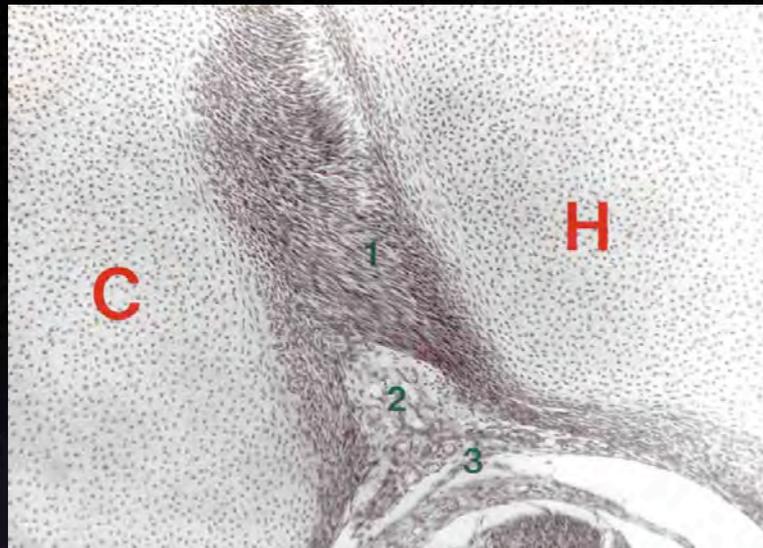


*FCR - STT*



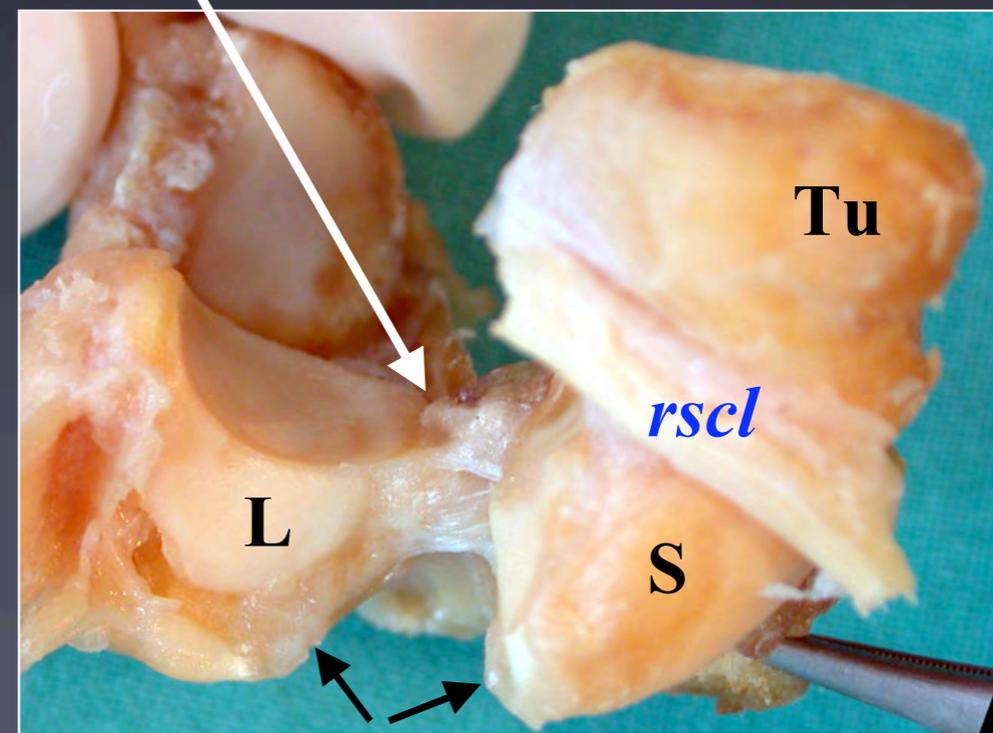
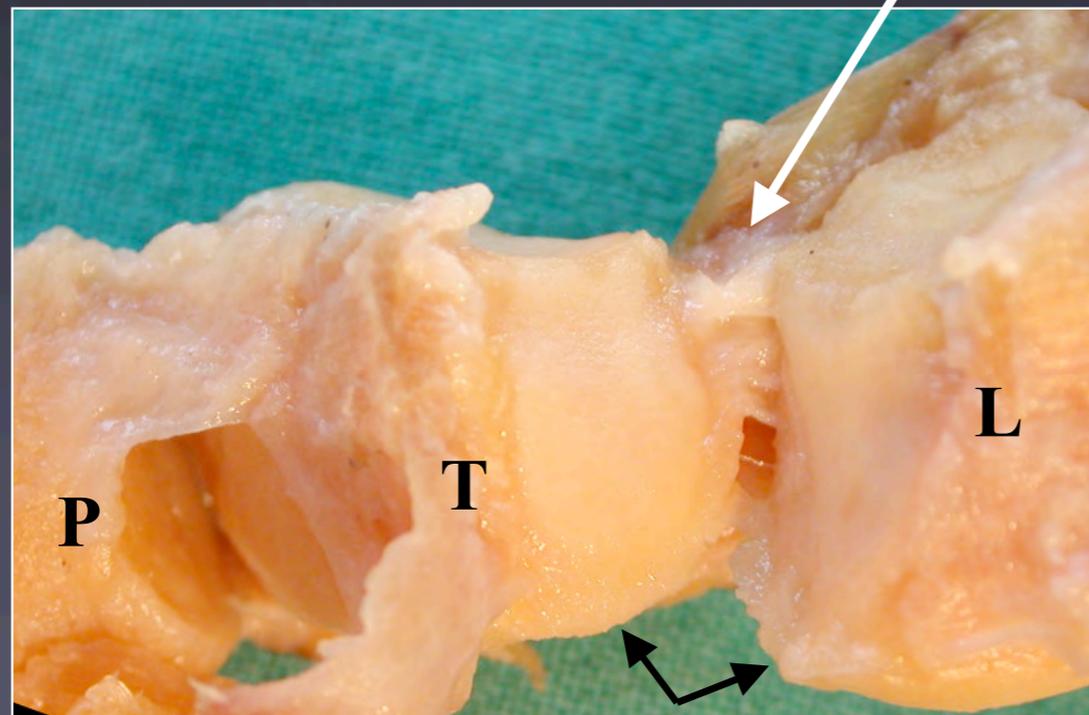
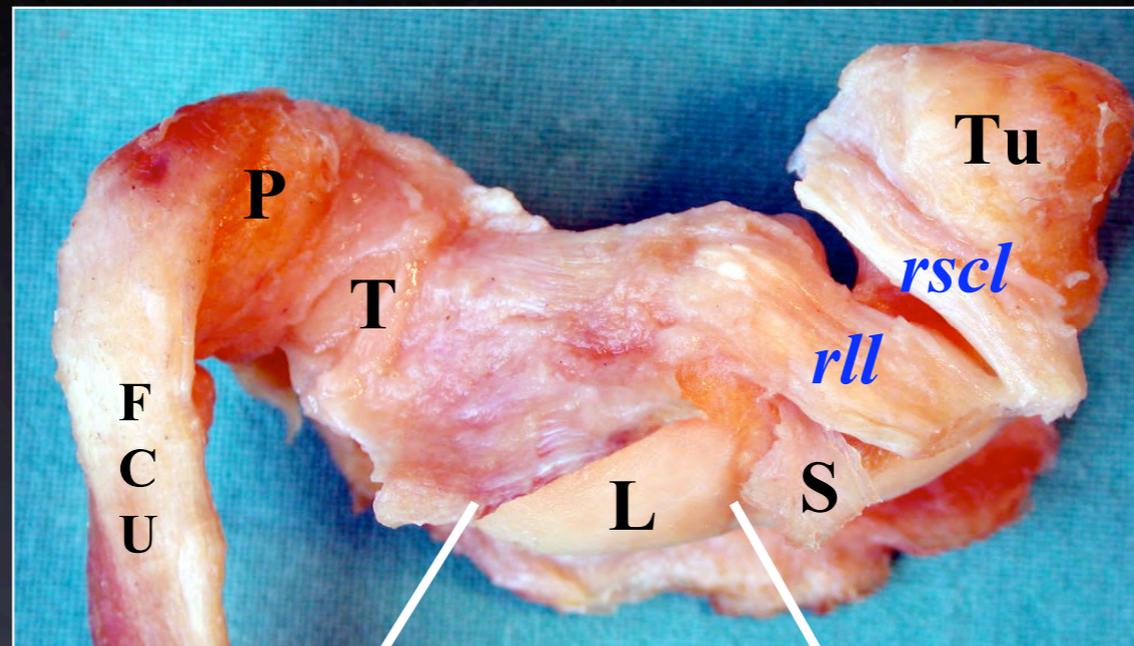
# Les articulations intercarpiennes



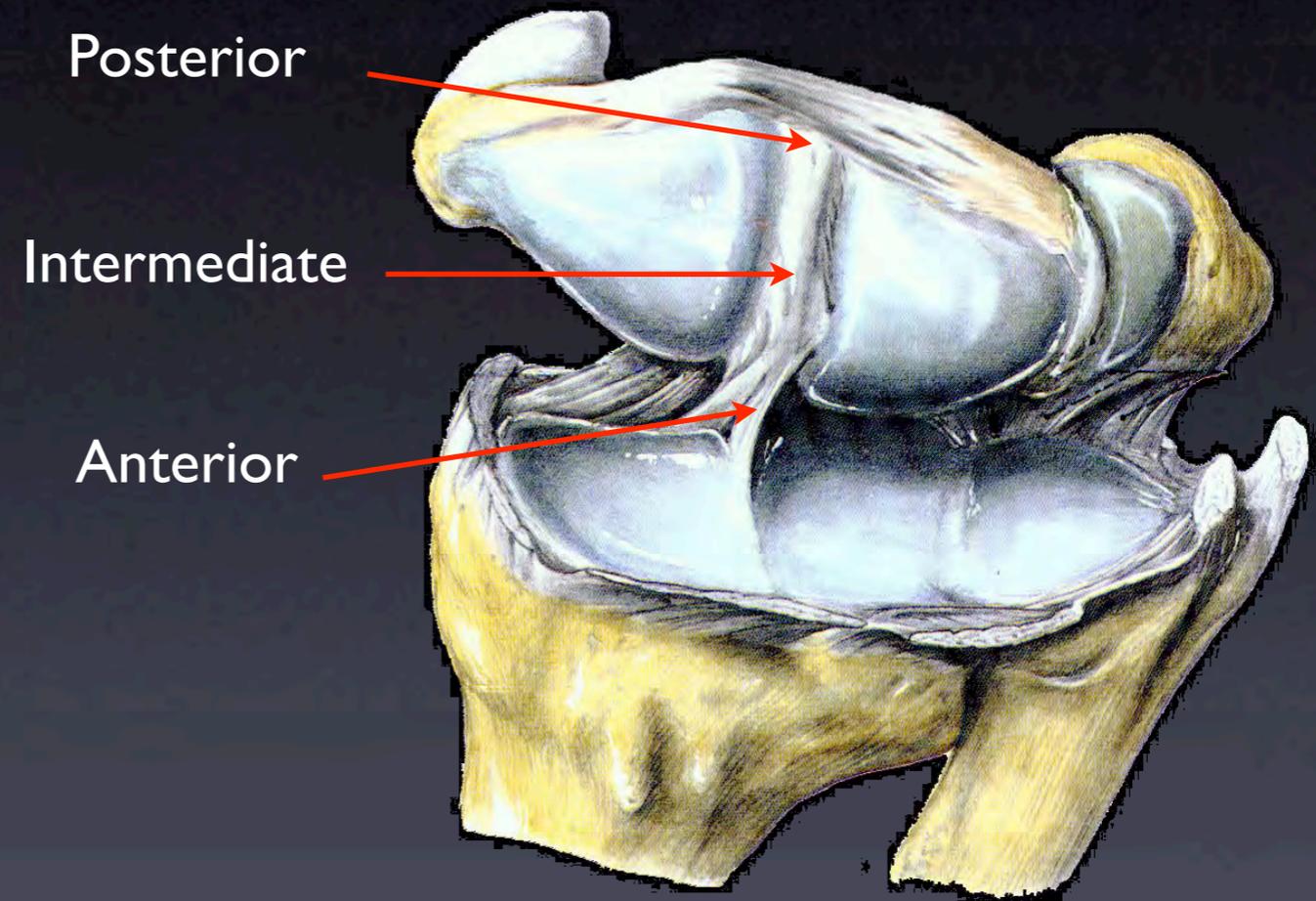


La rangée distale peut être considérée comme un ensemble unique avec moins de  $10^\circ$  de mobilité entre les os

- Les ligaments de la première rangée sont comparables à un couple de torsion qui contrôle les forces de flexion/extension et à un système visco-élastique d'absorption



# Les ligaments interosseux ont trois parties



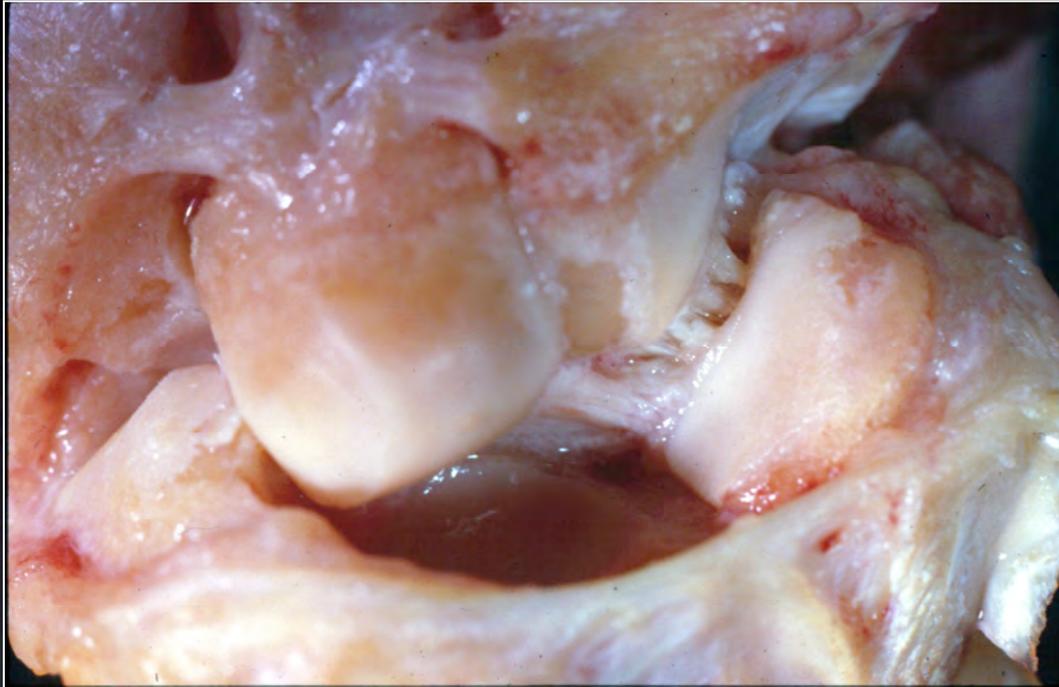
Posterior

Intermediate

Anterior



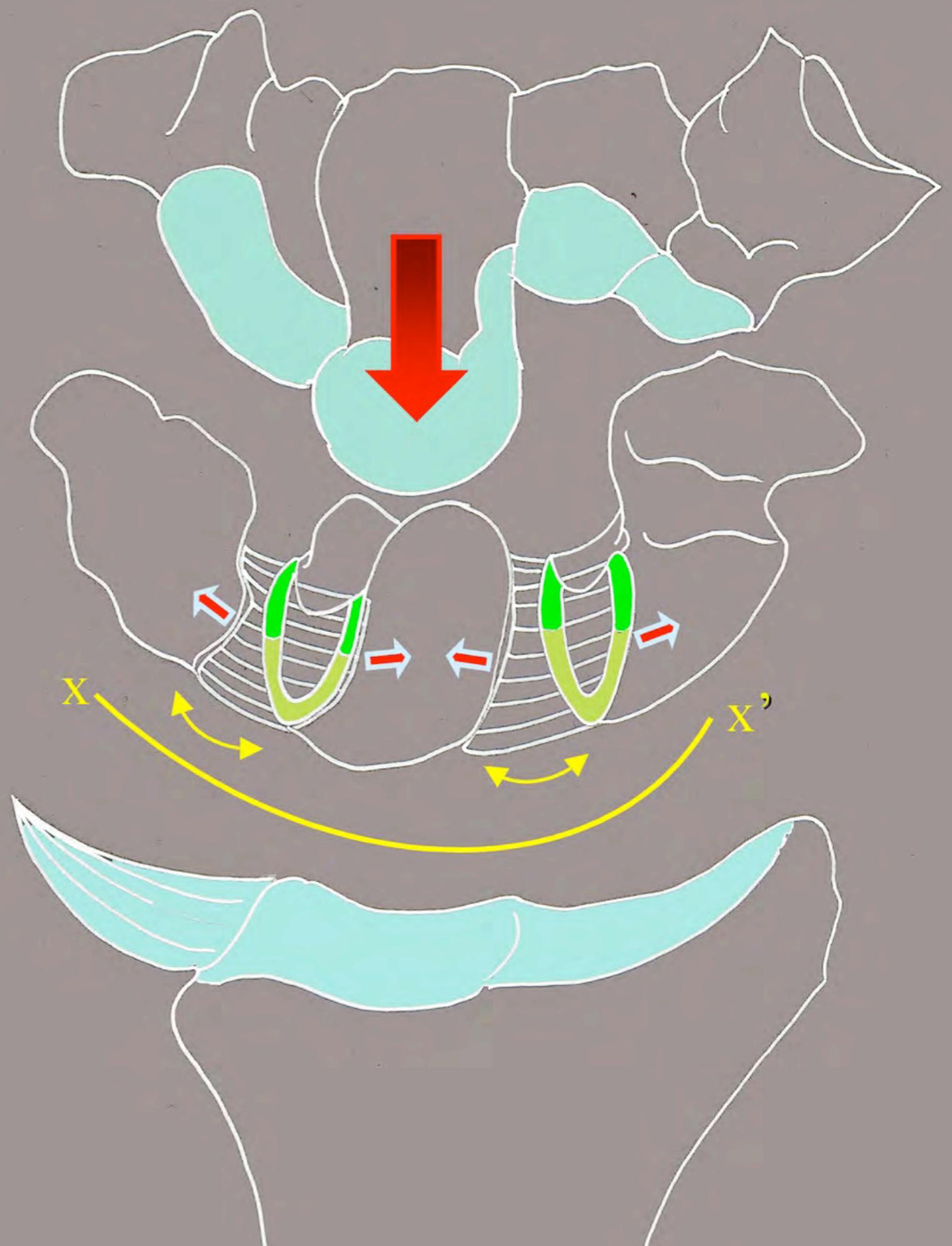
La 1<sup>ère</sup> rangée forme un acétabulum adaptable



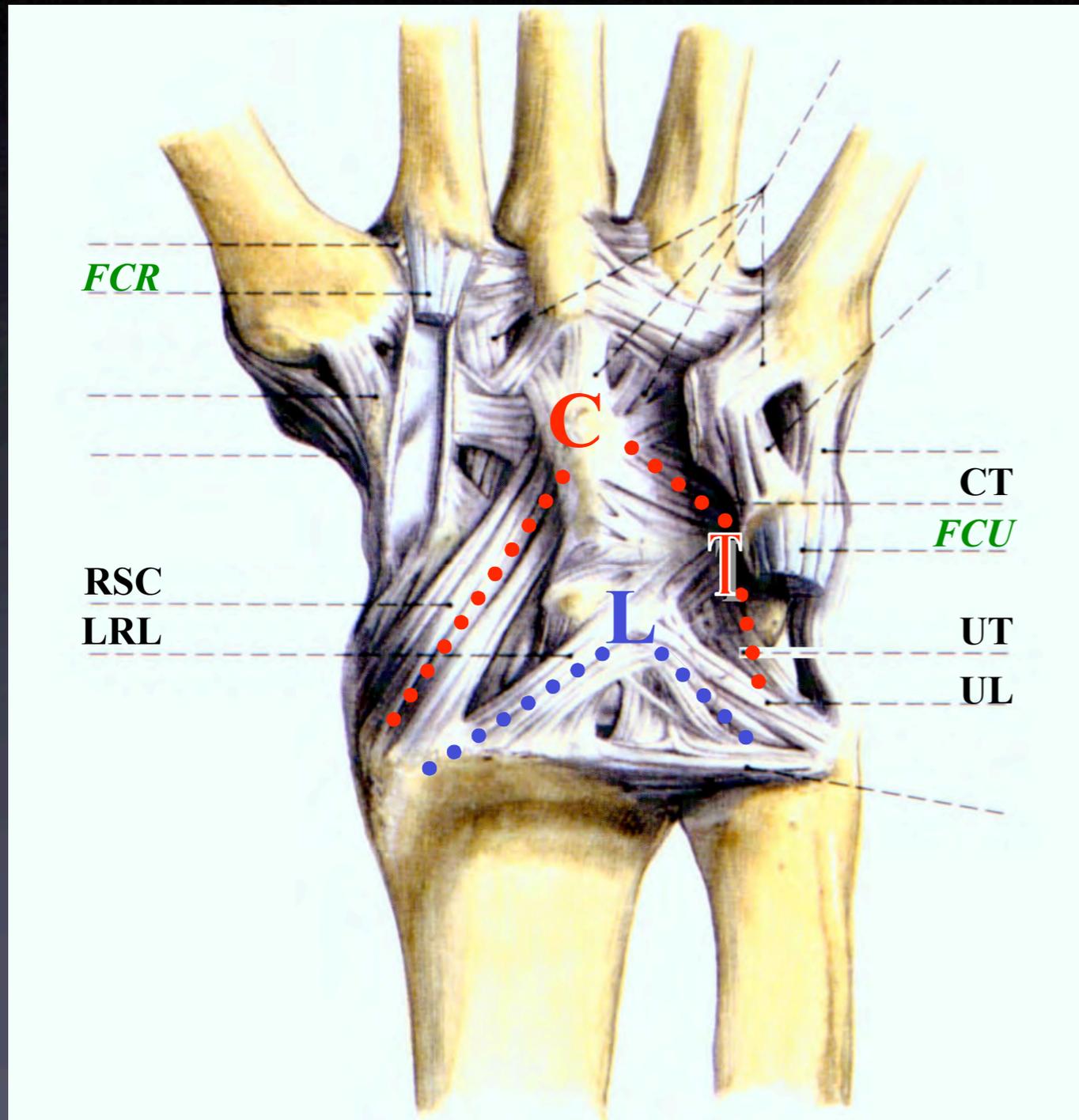
II - III



Les ligaments  
interosseux  
maintiennent la  
forme de la 1<sup>ère</sup>  
rangée



Les ligaments capsulaires antérieurs sont disposés symétriquement par rapport à une ligne médiane

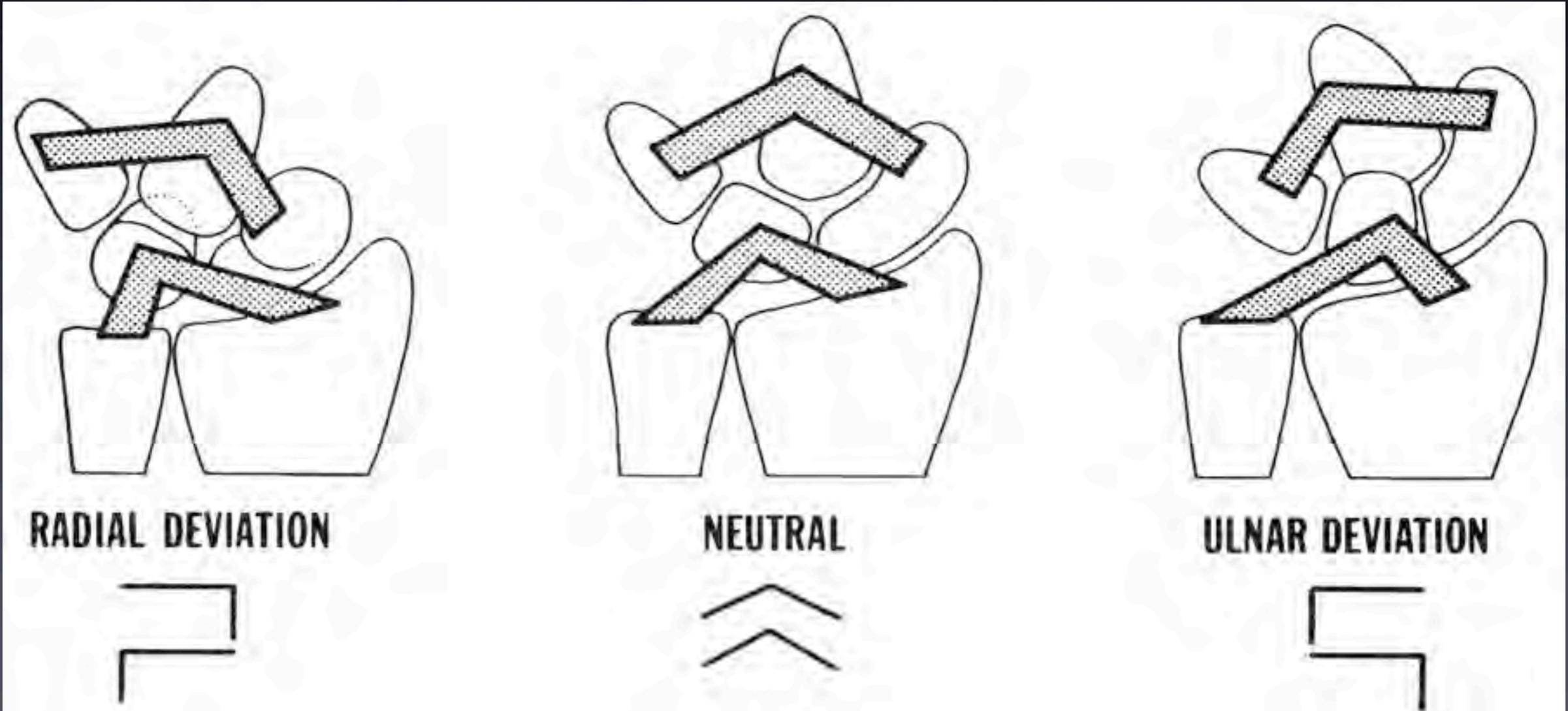


# Ligaments capsulaires

- Contrôlent la translation ulnaire et antérieure du carpe

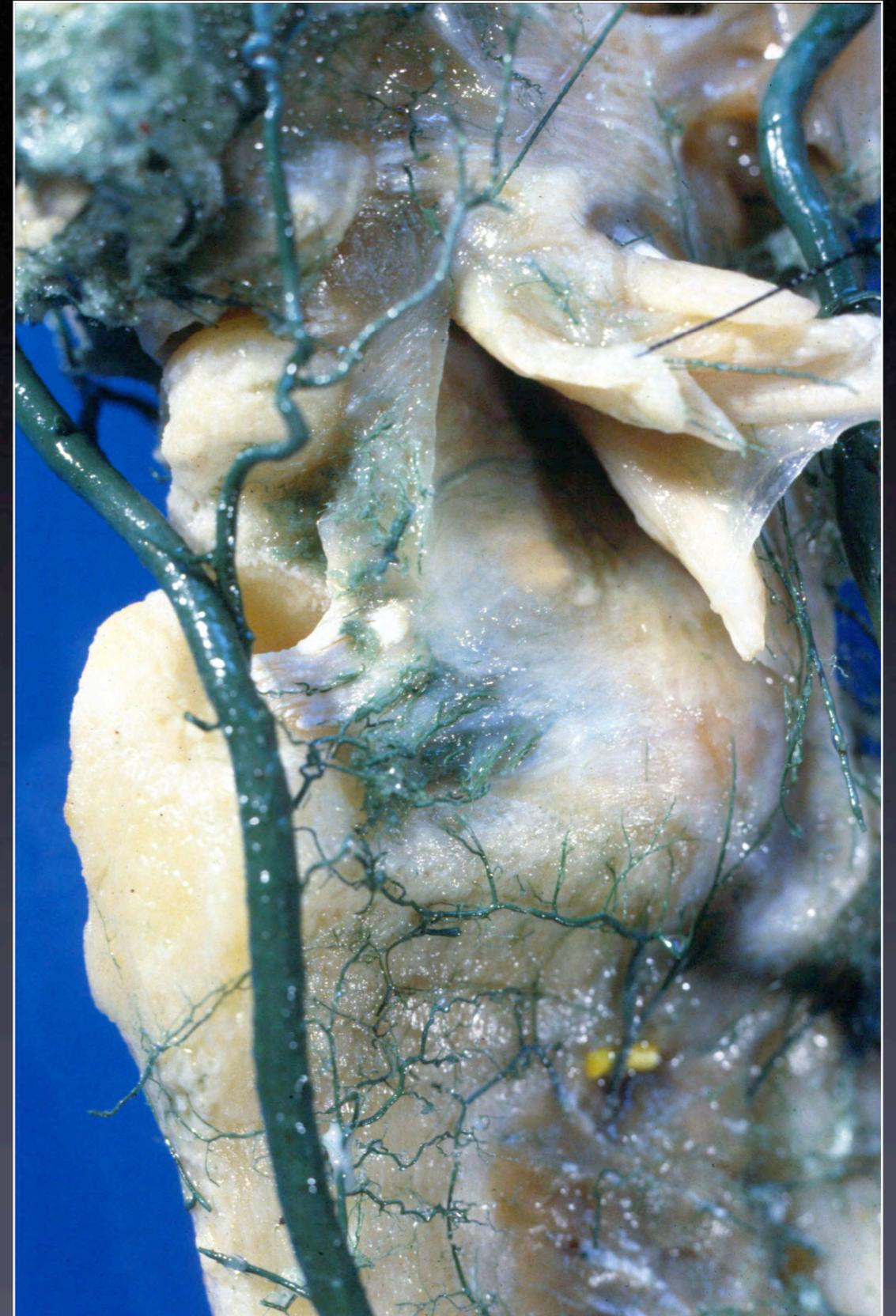


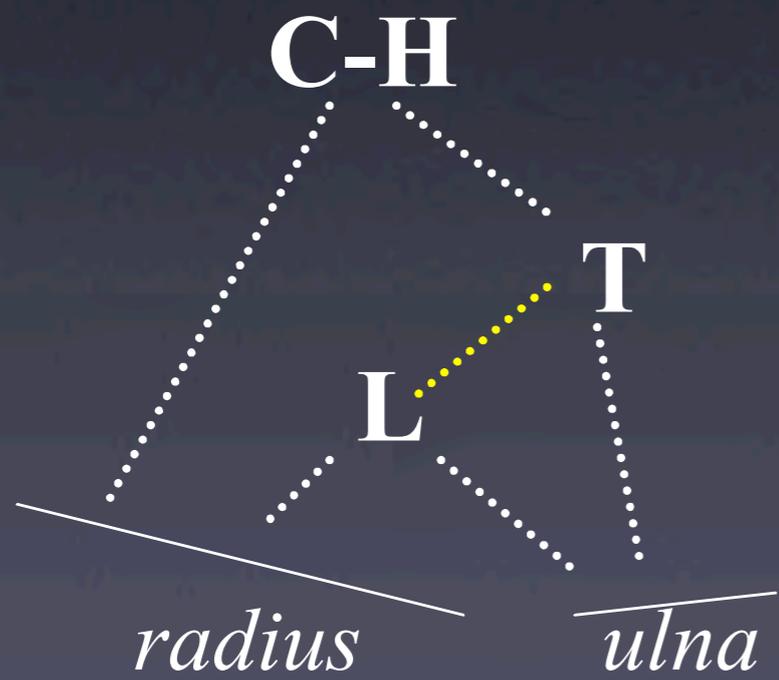
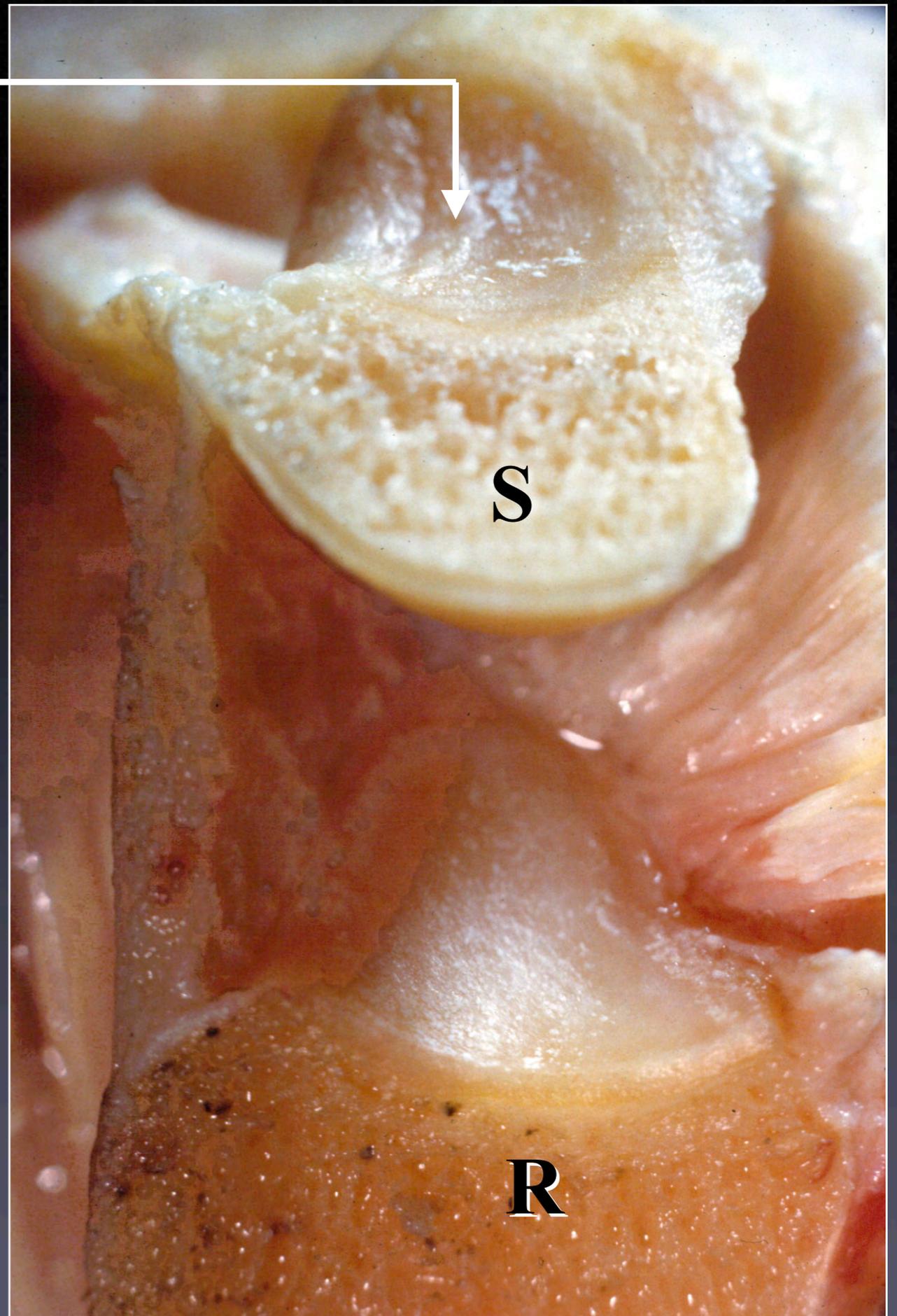
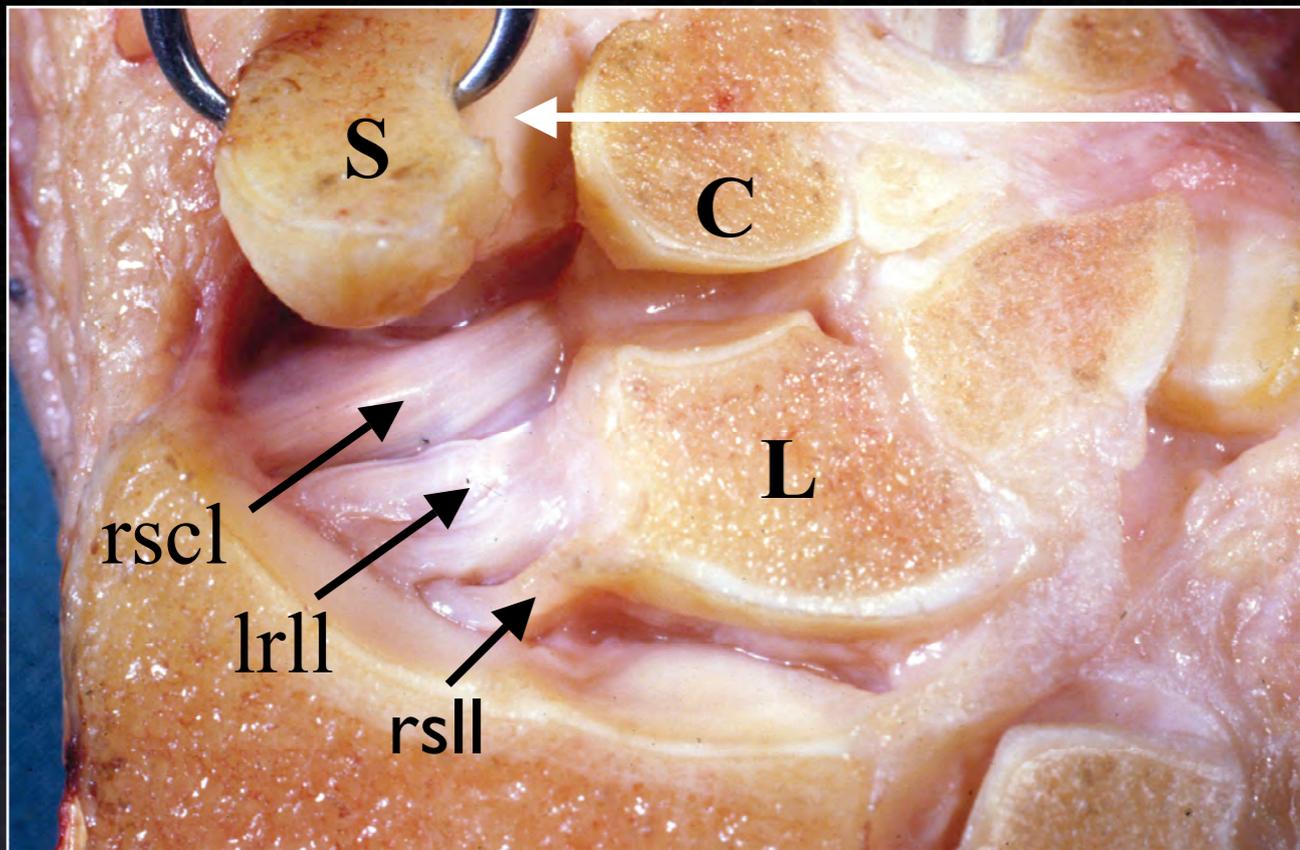
Ils servent de guide pour la mobilité des deux rangées

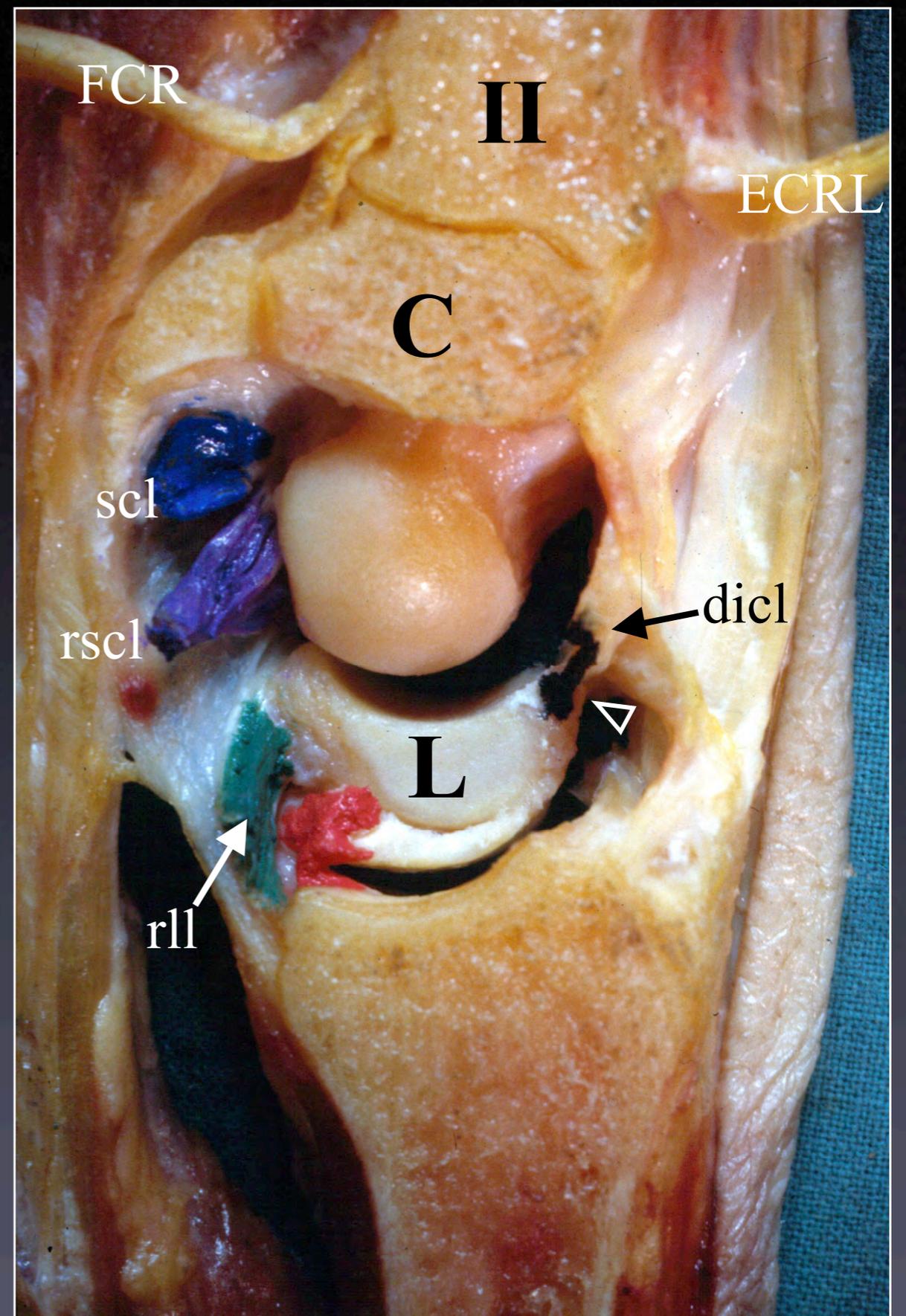
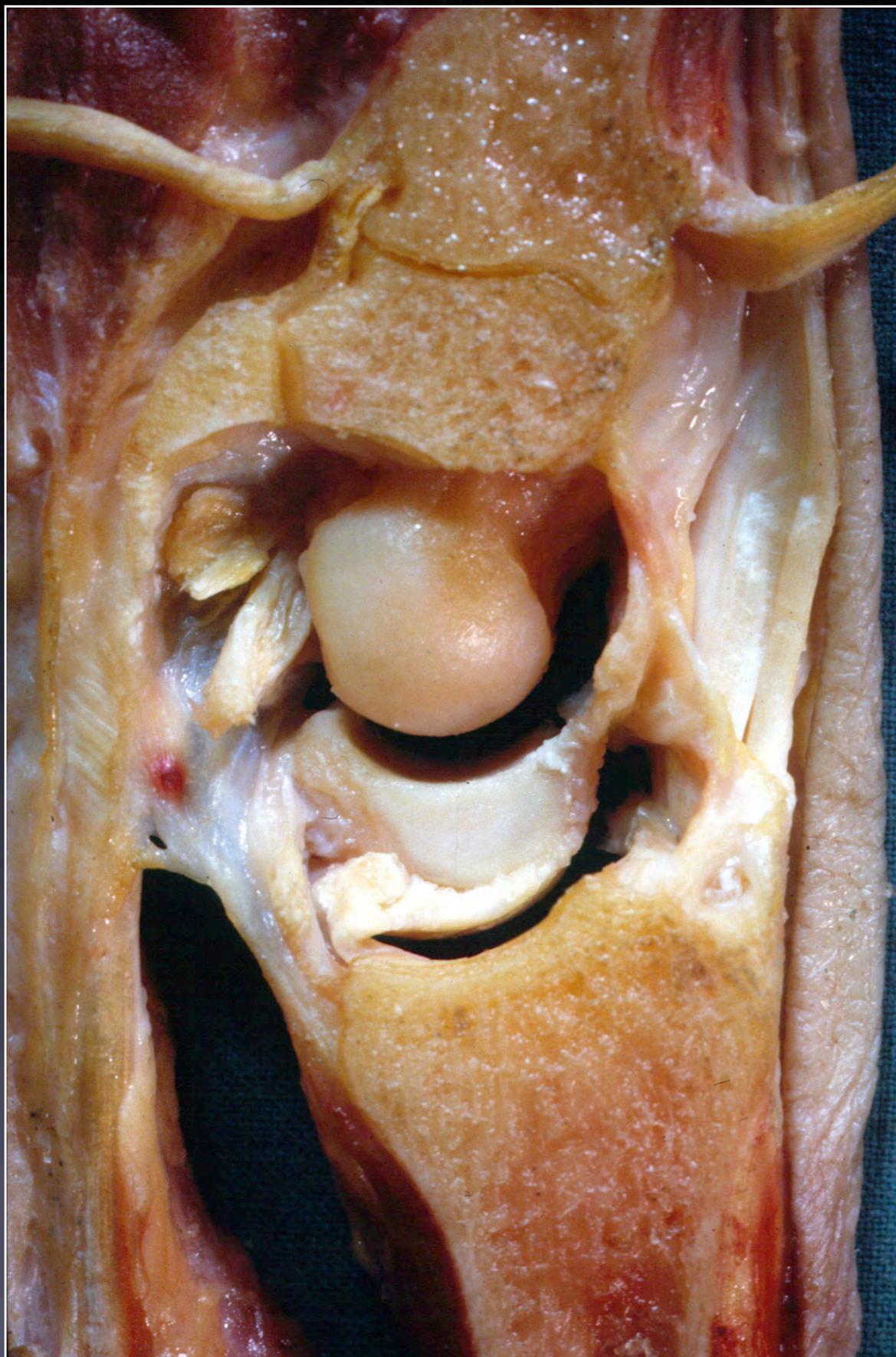


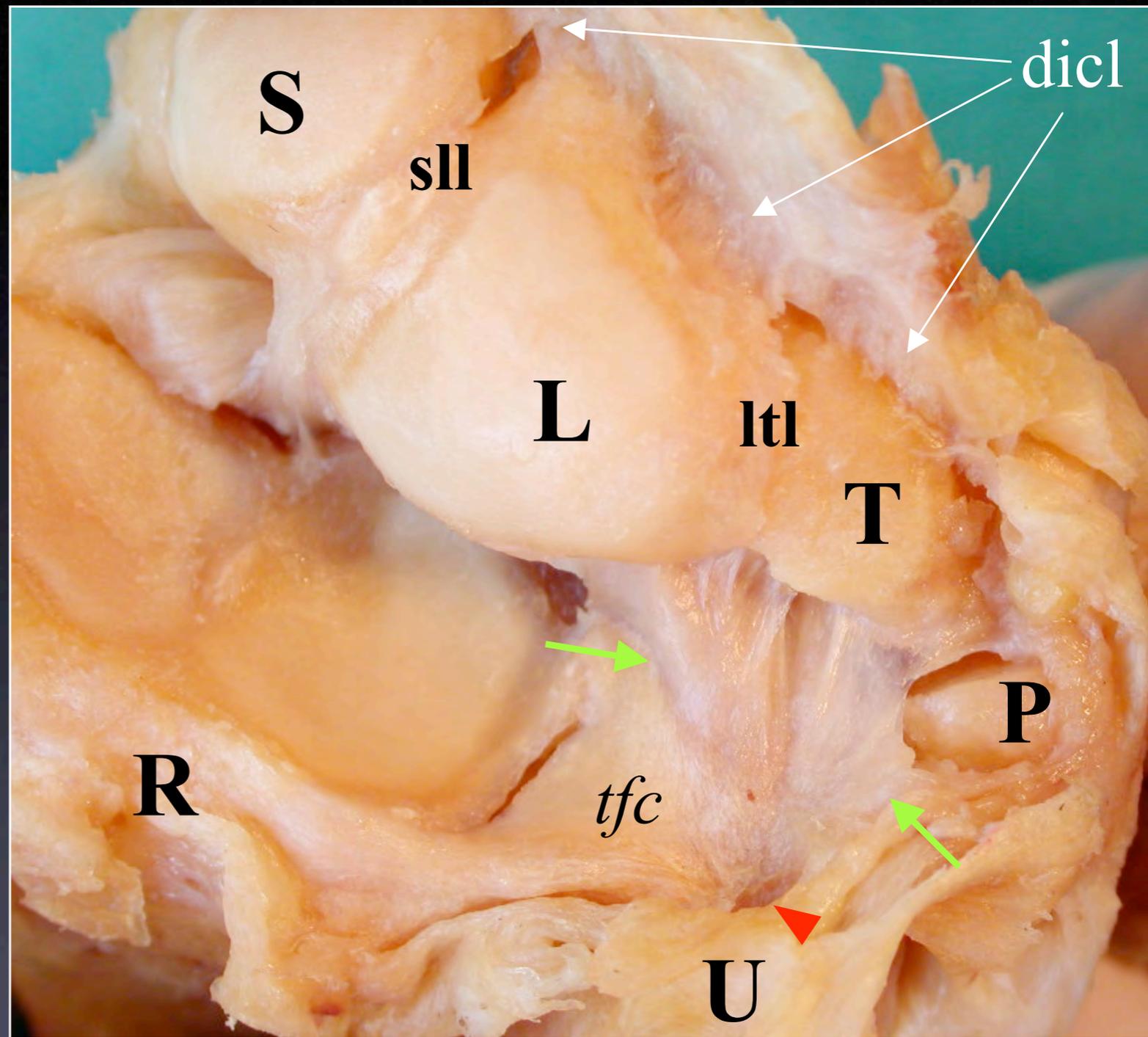


Le ligament radio-  
scapholunaire antérieur  
est un ligament porte  
vaisseaux



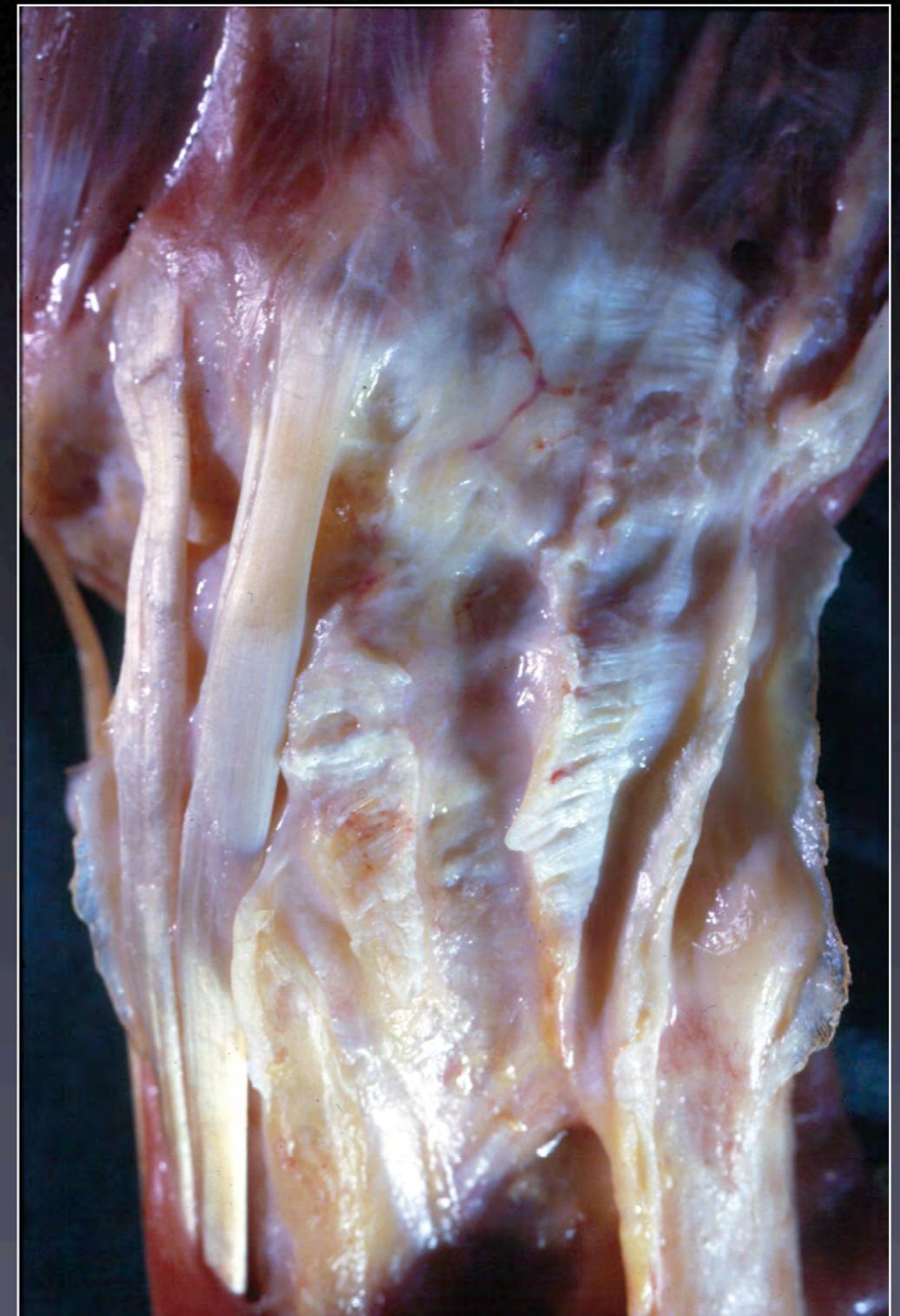
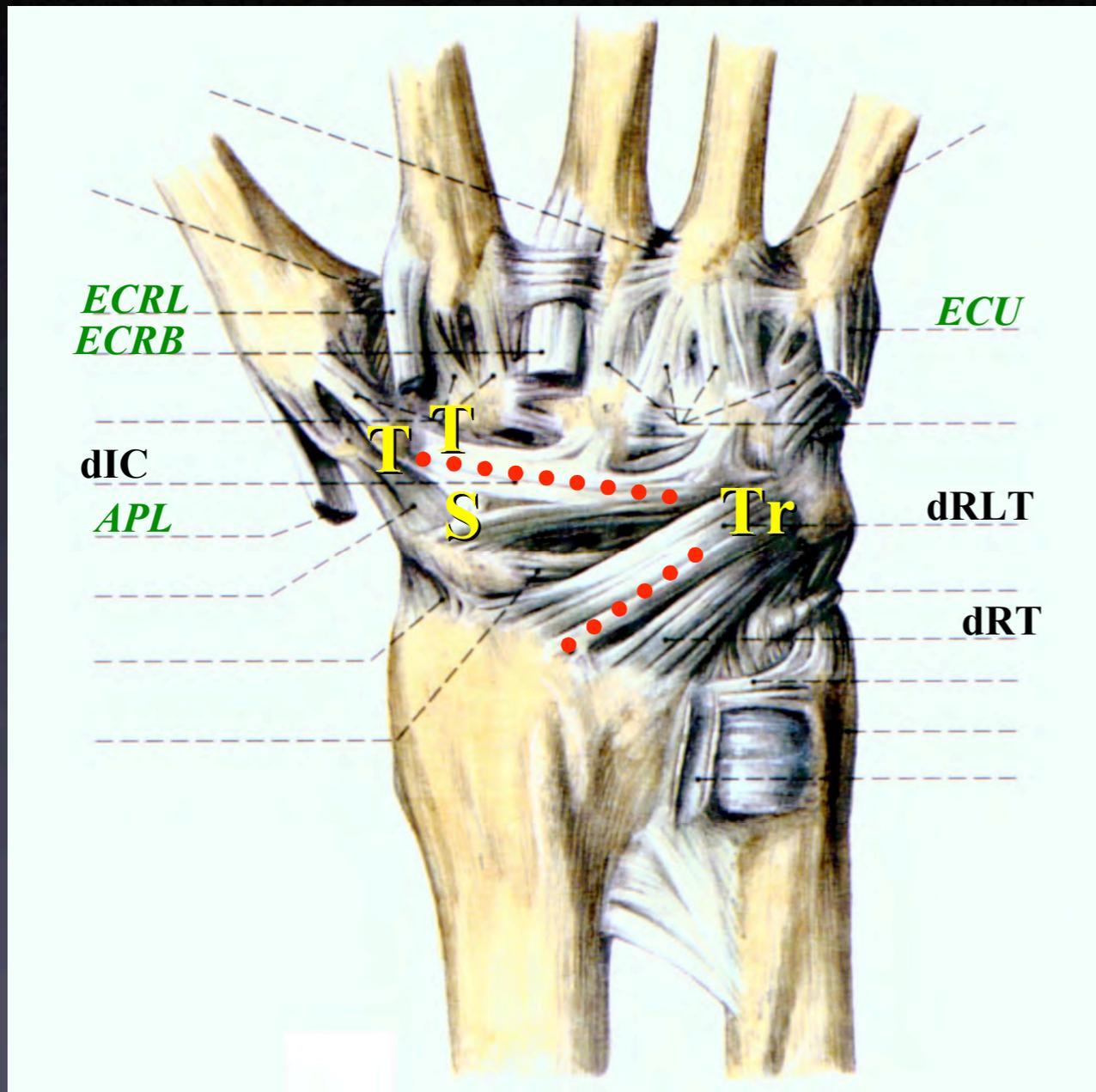


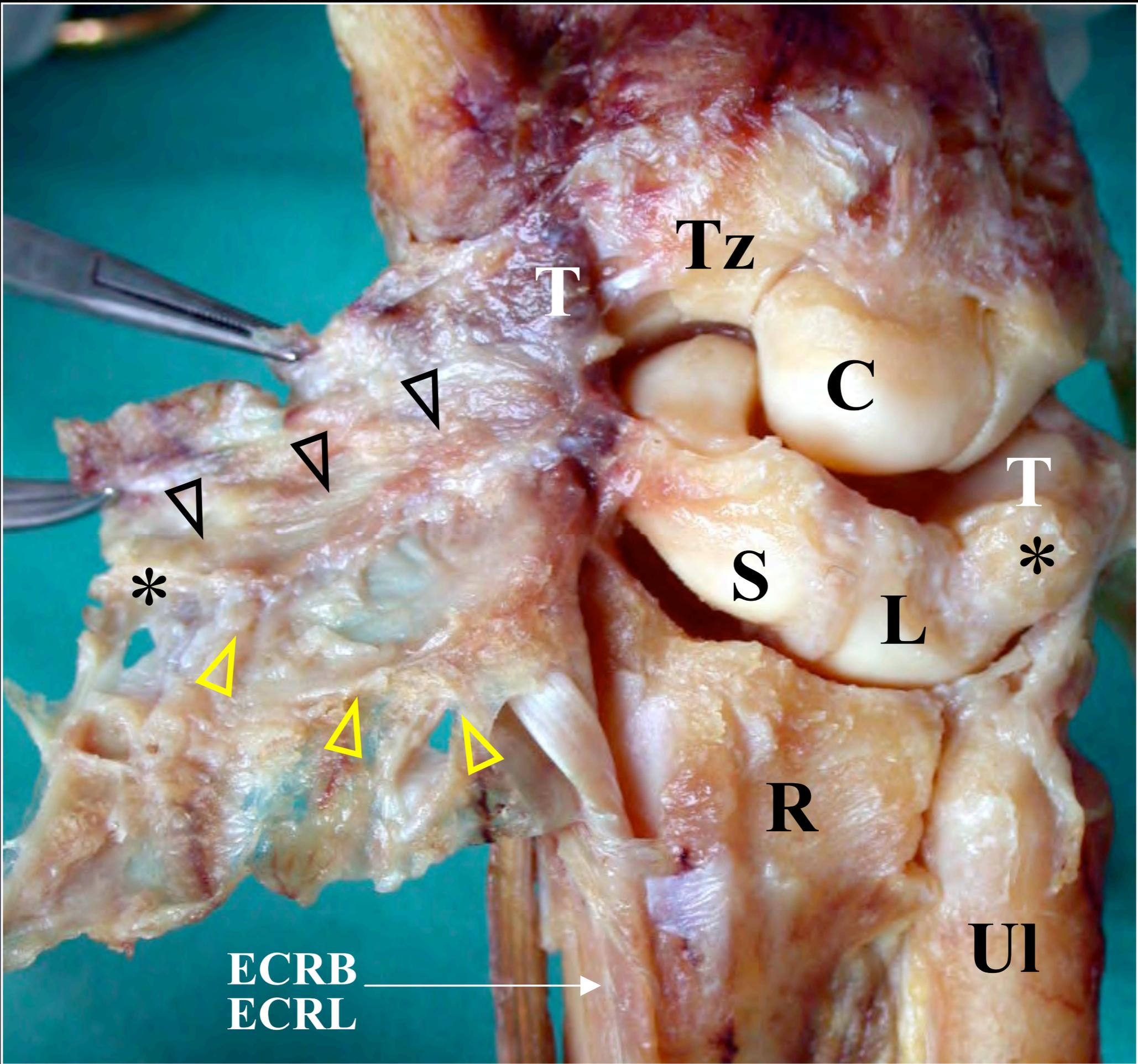




Les ligaments ulno-carpiens

Les ligaments capsulaires dorsaux ont un point de symétrie qui est excentré





**Tz**

**T**

**C**

**T**

**S**

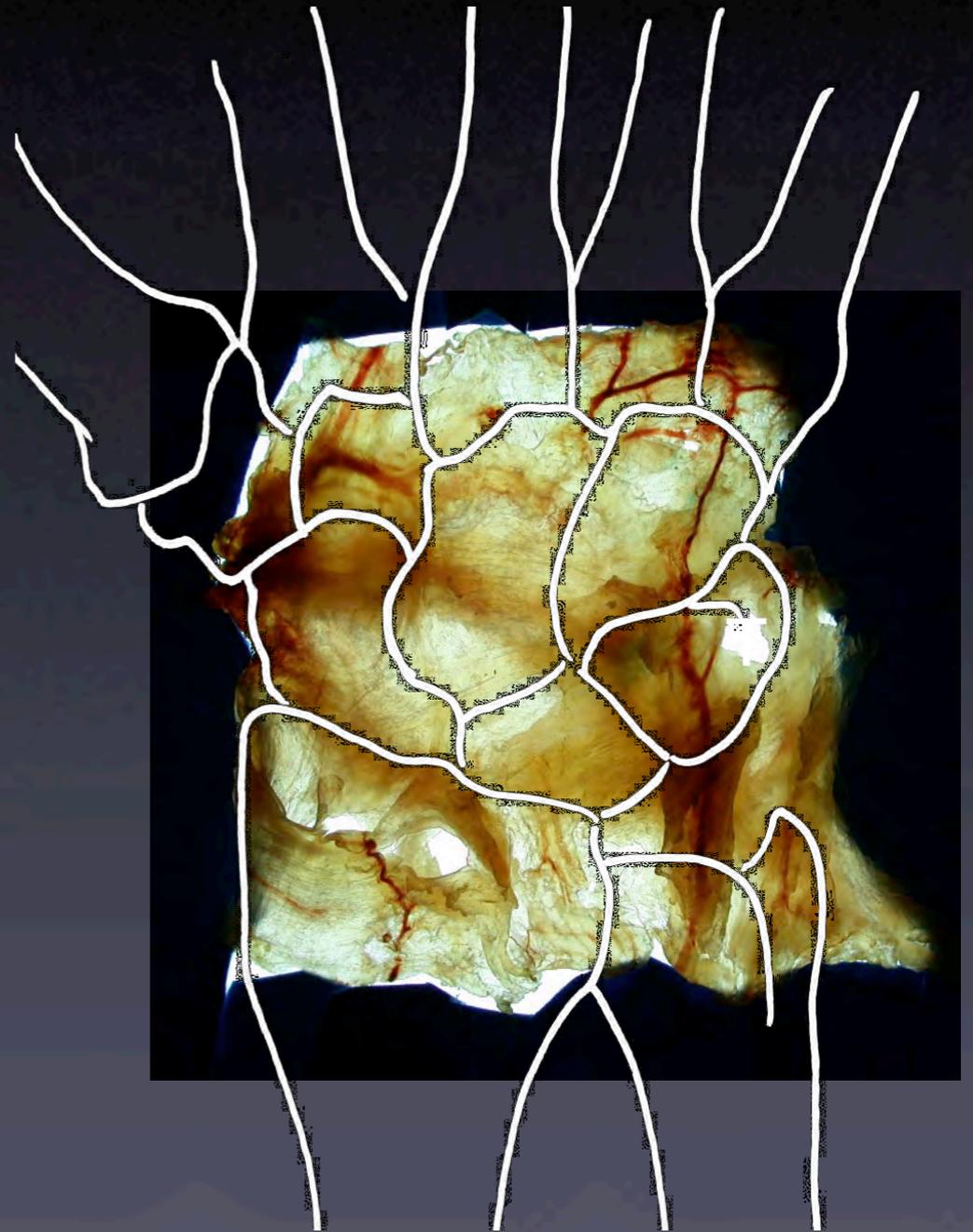
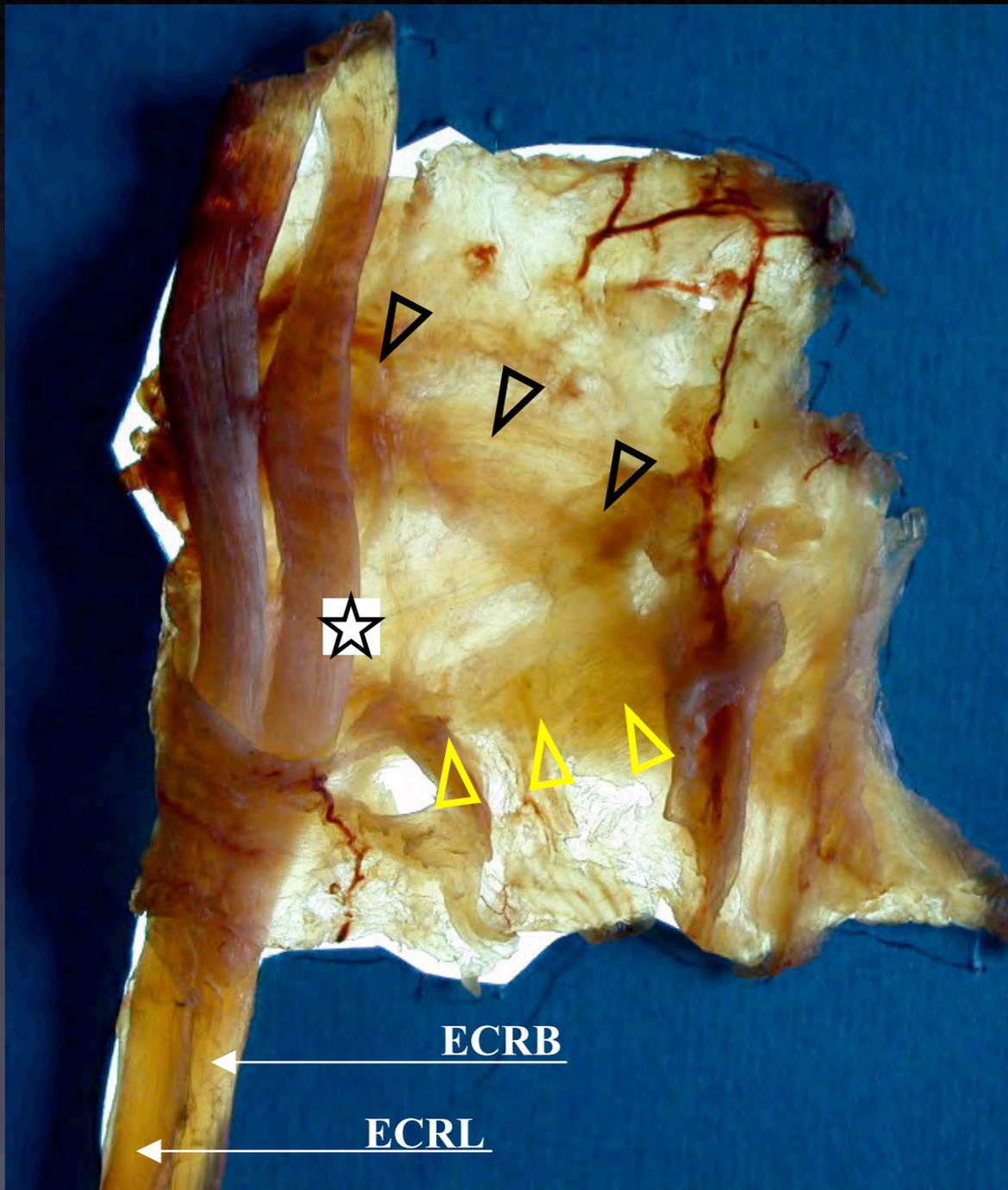
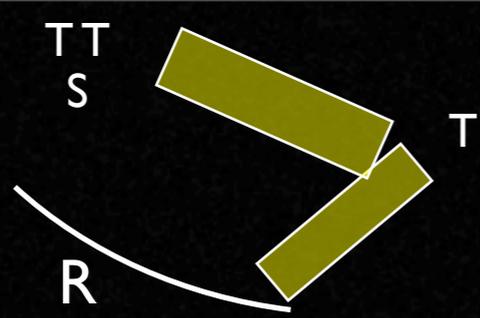
**L**

**R**

**UI**

**ECRB**  
**ECRL**



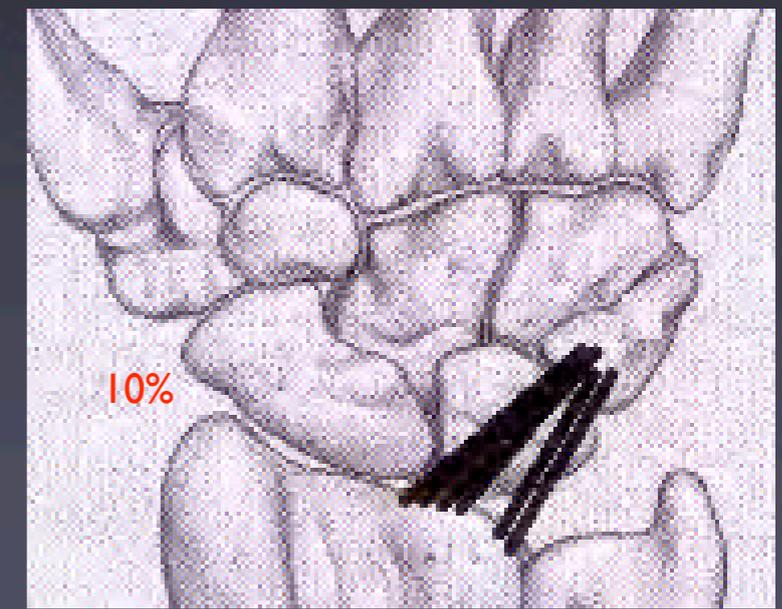
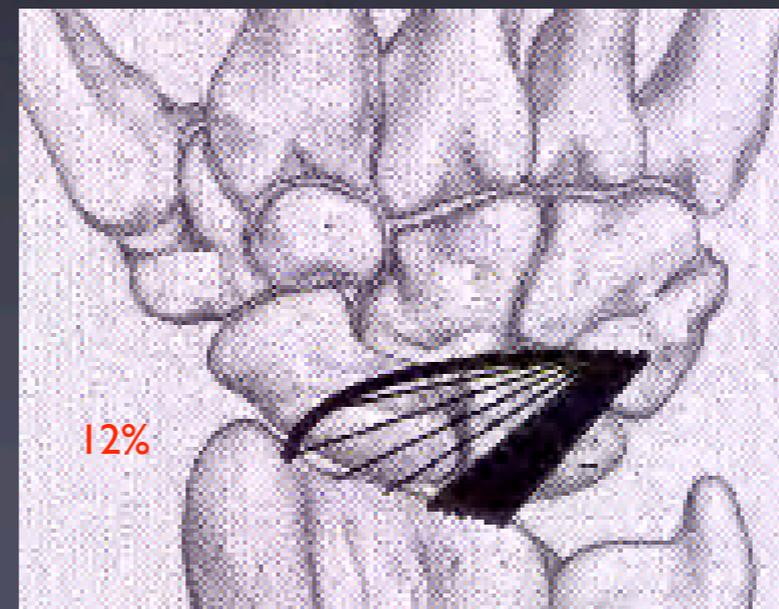
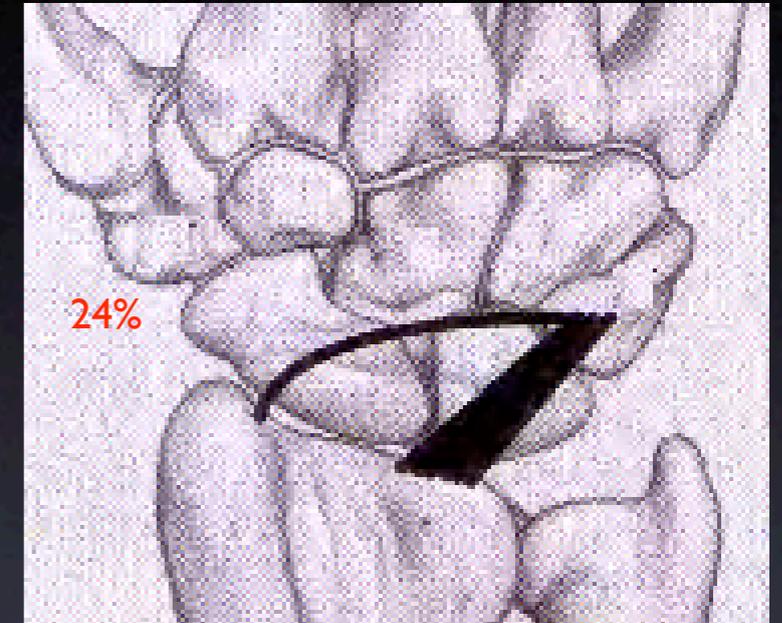
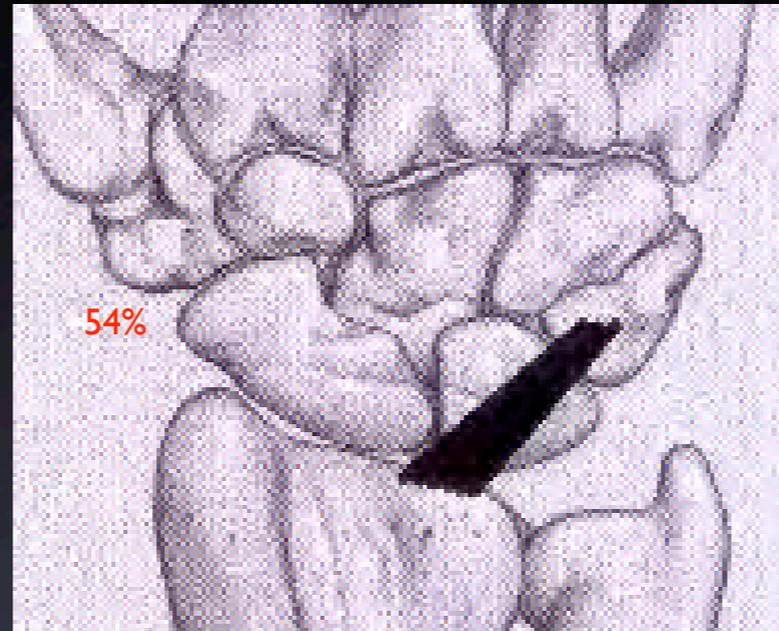


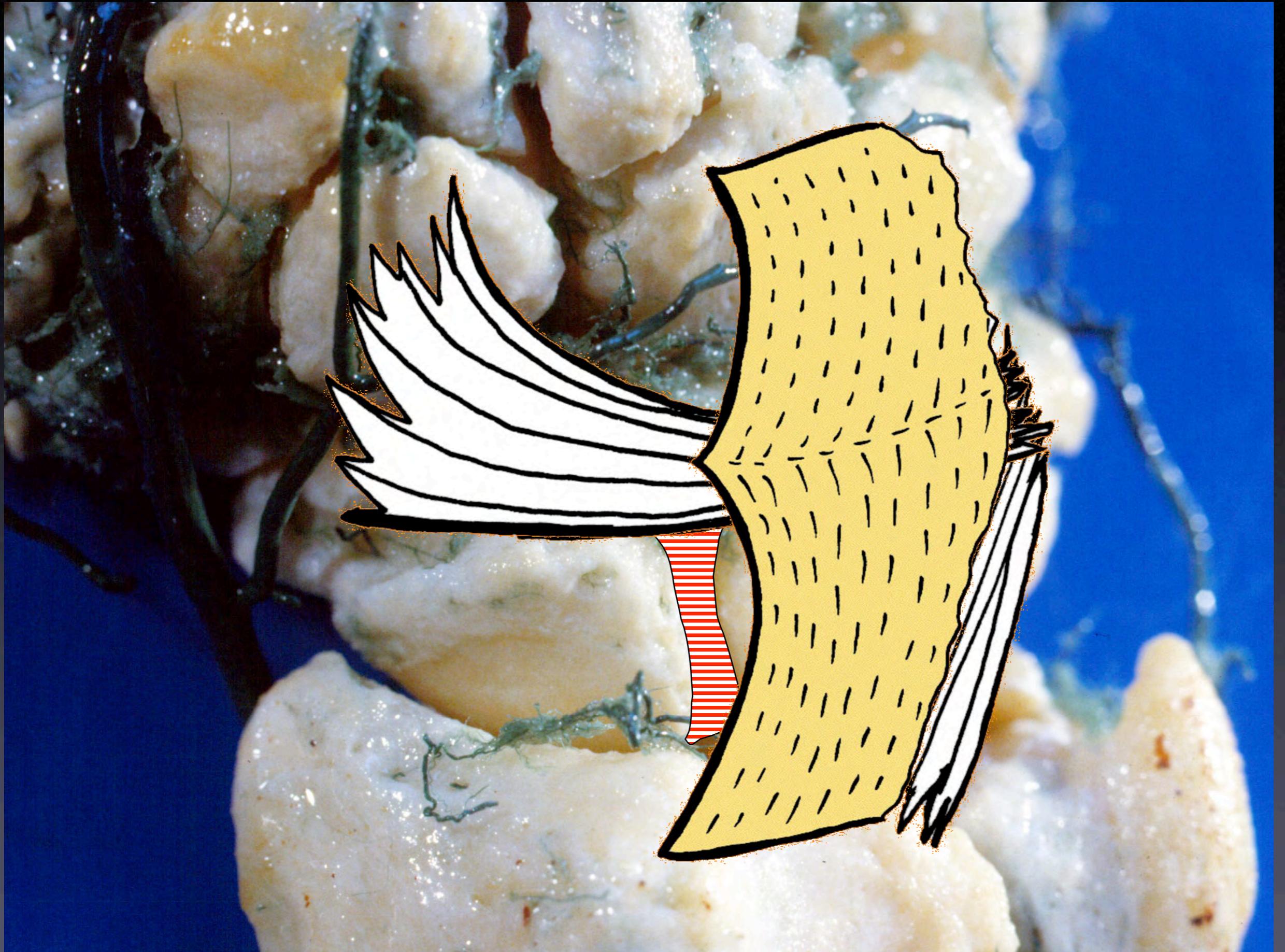
# Il existe des variations des ligaments dorsaux

## Dorsal intercarpal ligament

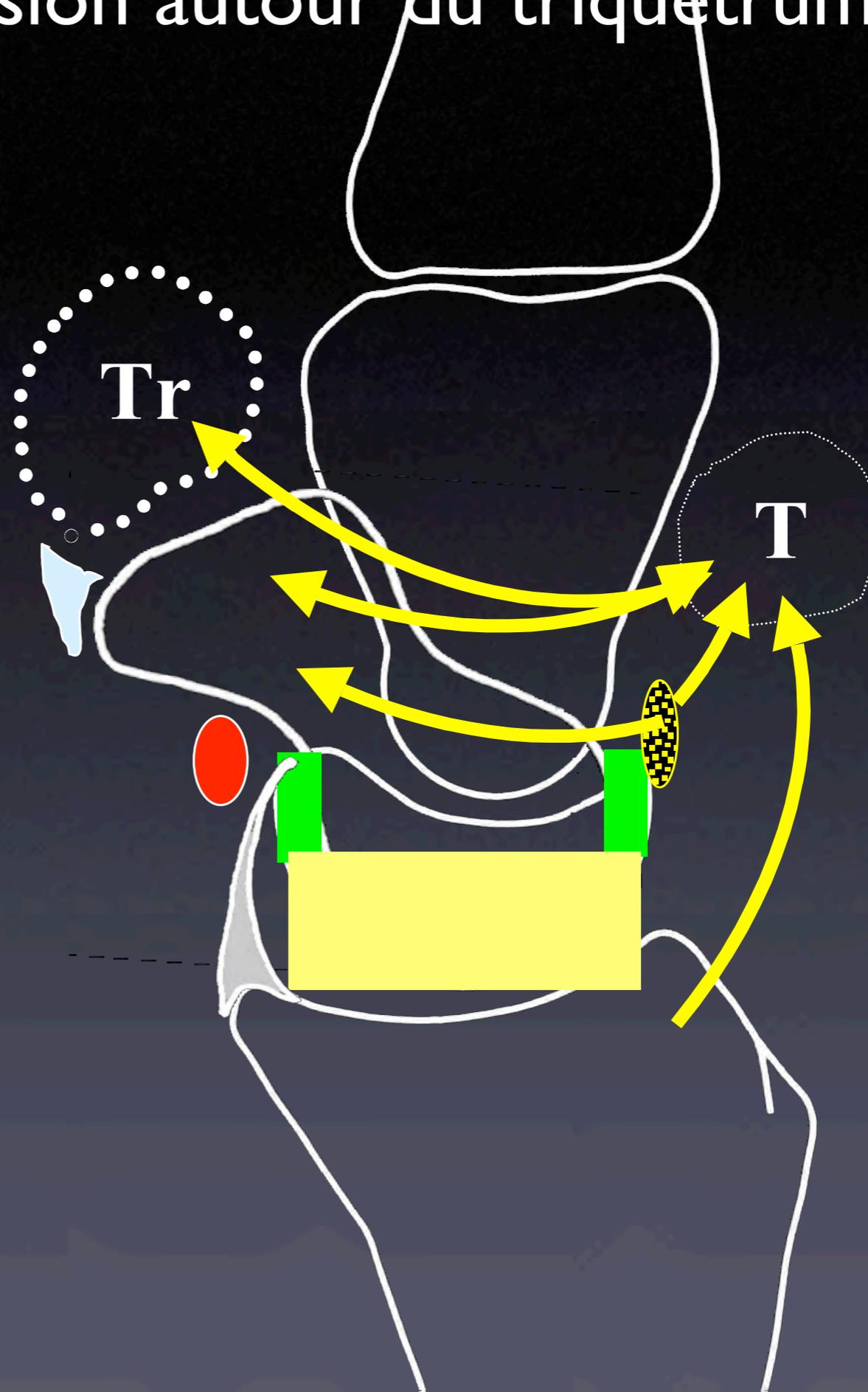
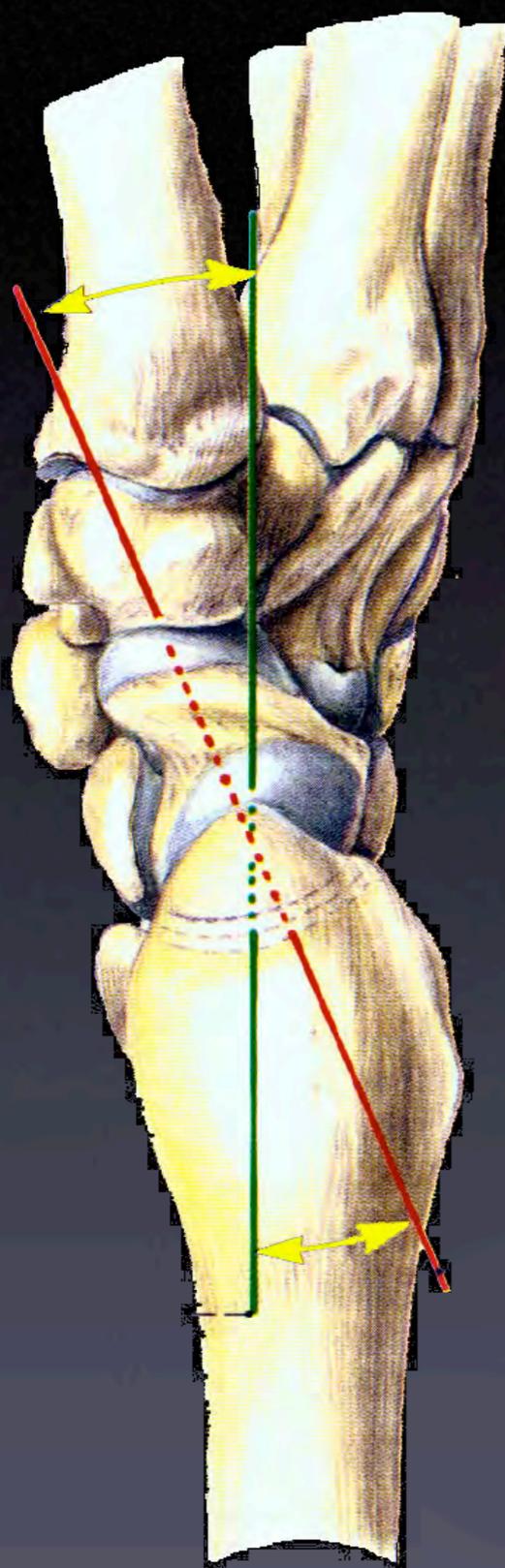


## Dorsal radio-triquetral ligament

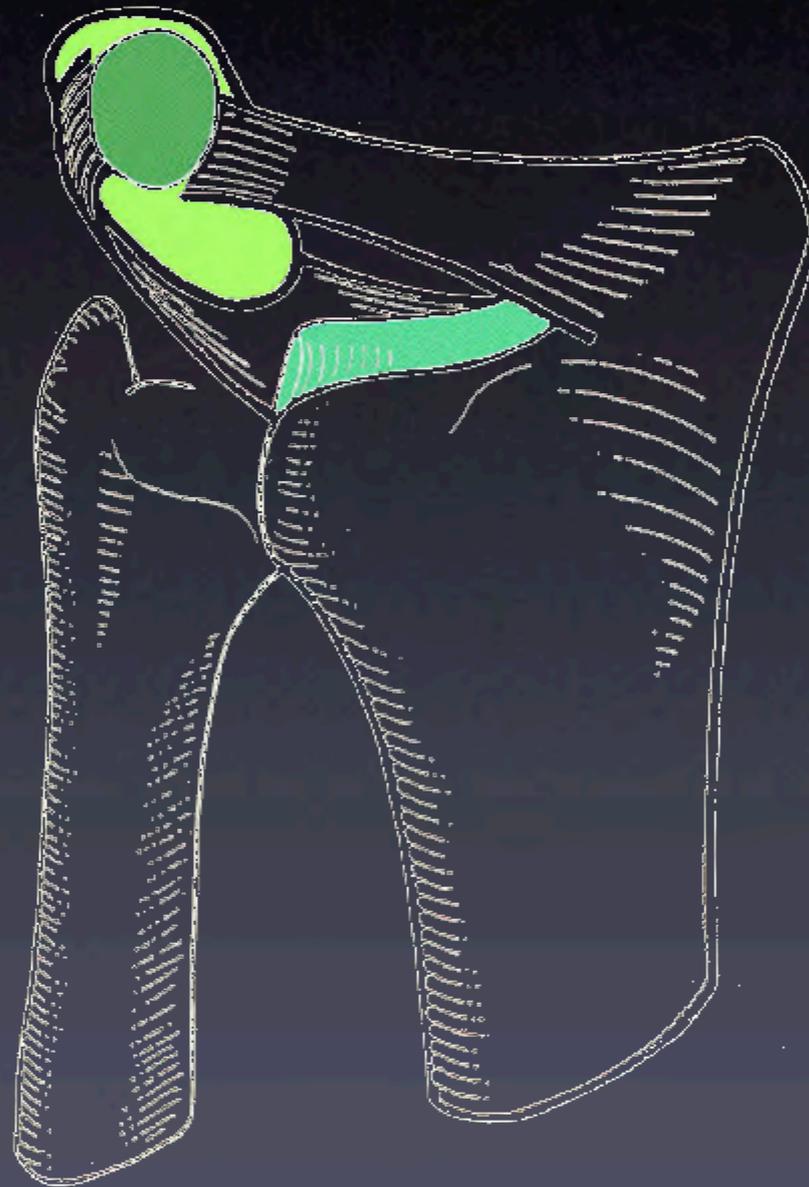




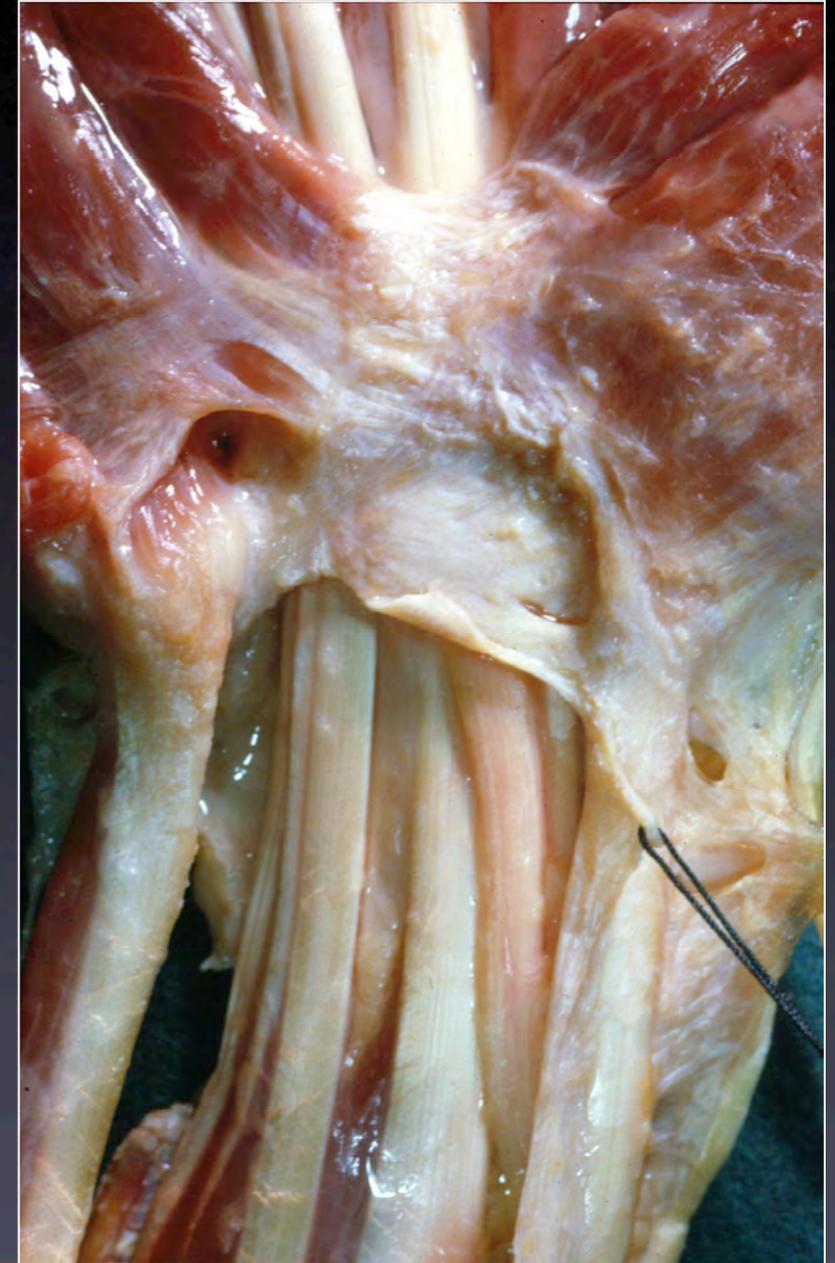
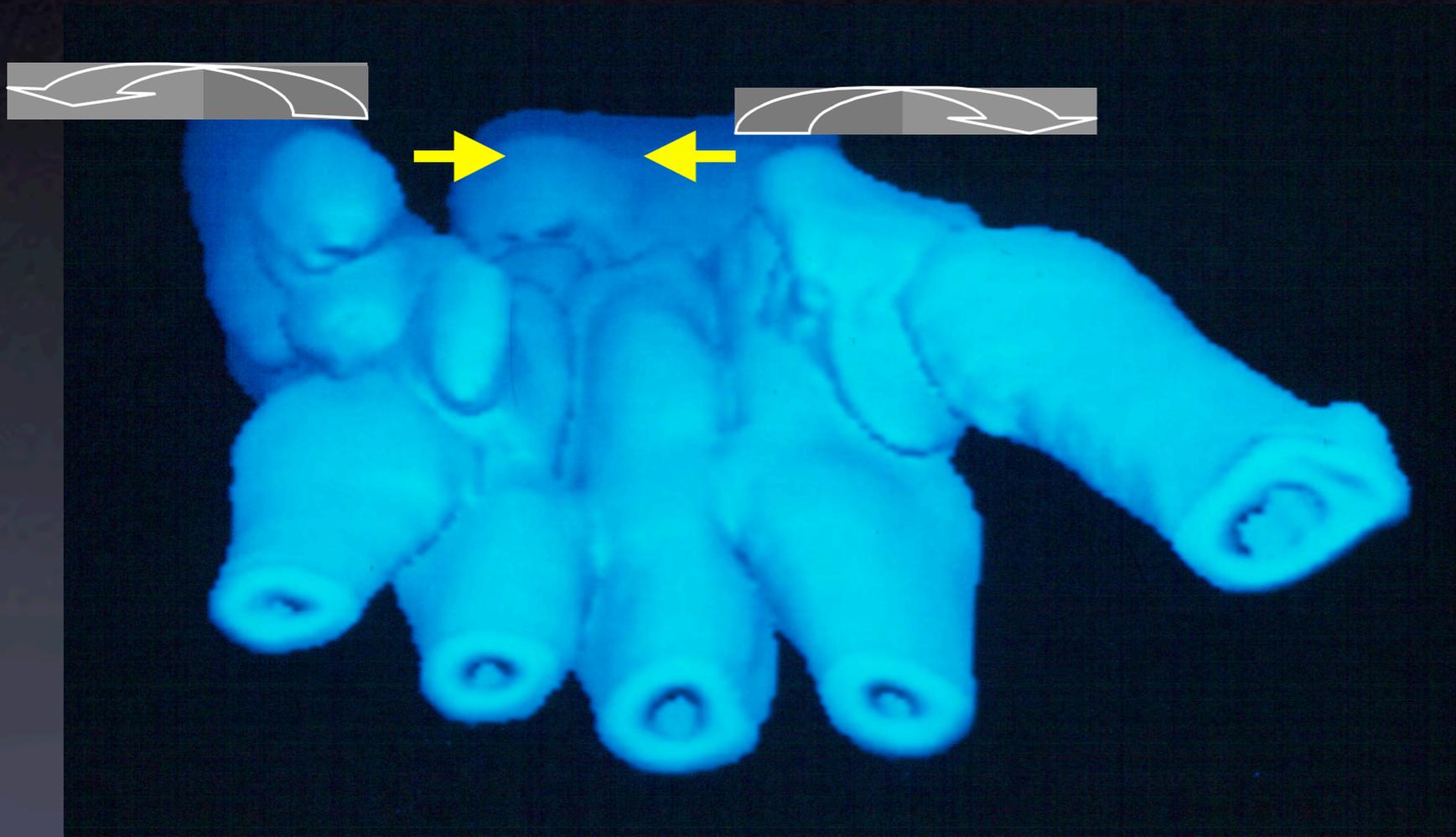
# Systeme elastique en torsion autour du triquetrum



- Ce système ligamentaire se présente comme une sangle (Kuhlman)



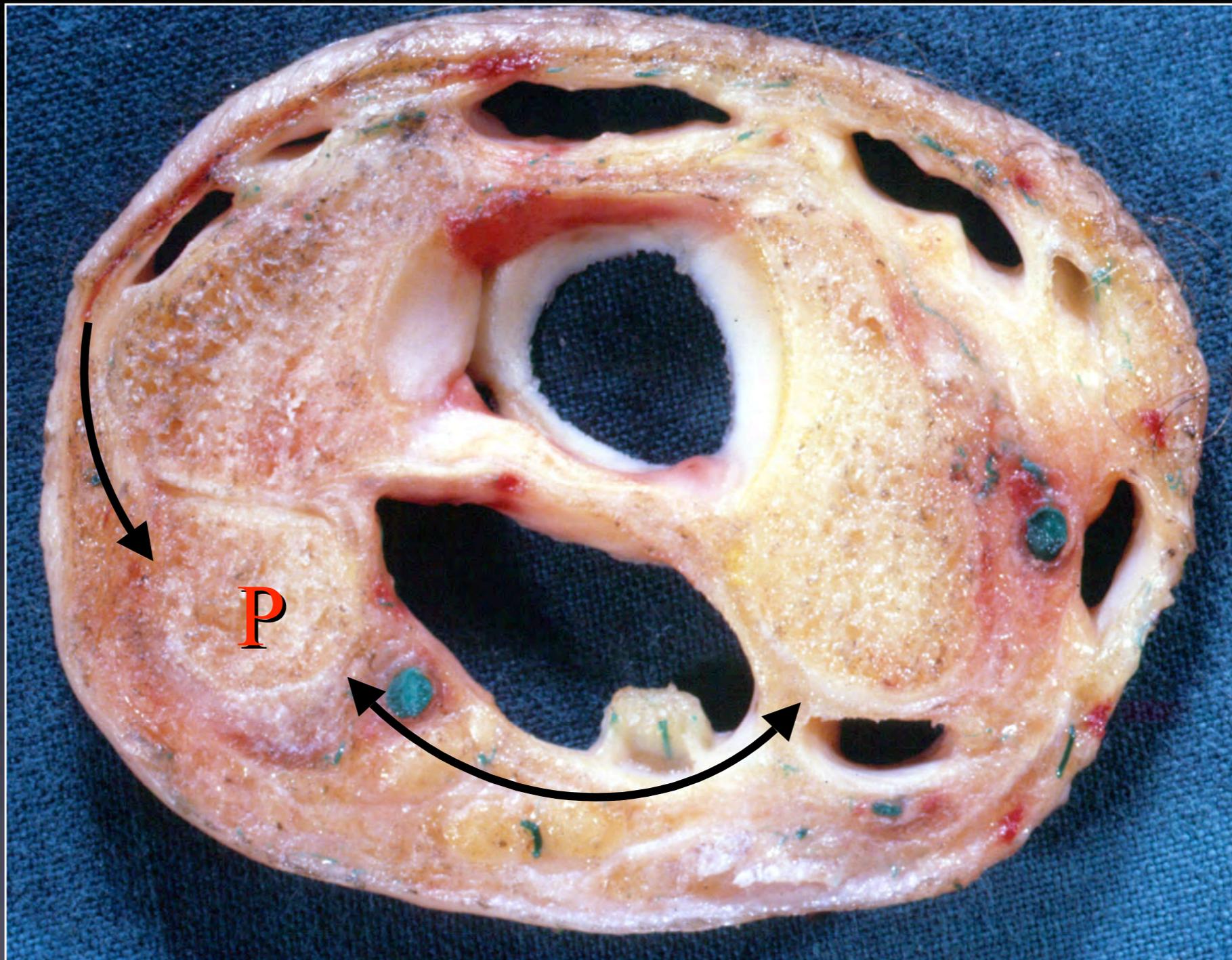
# Flexor retinaculum



# Extensor retinaculum



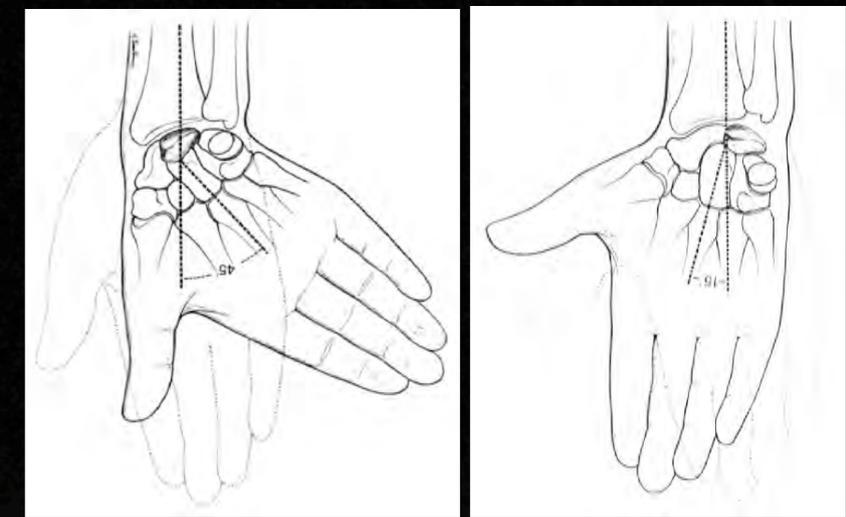
Les retinaculum forment une sangle extra-articulaire



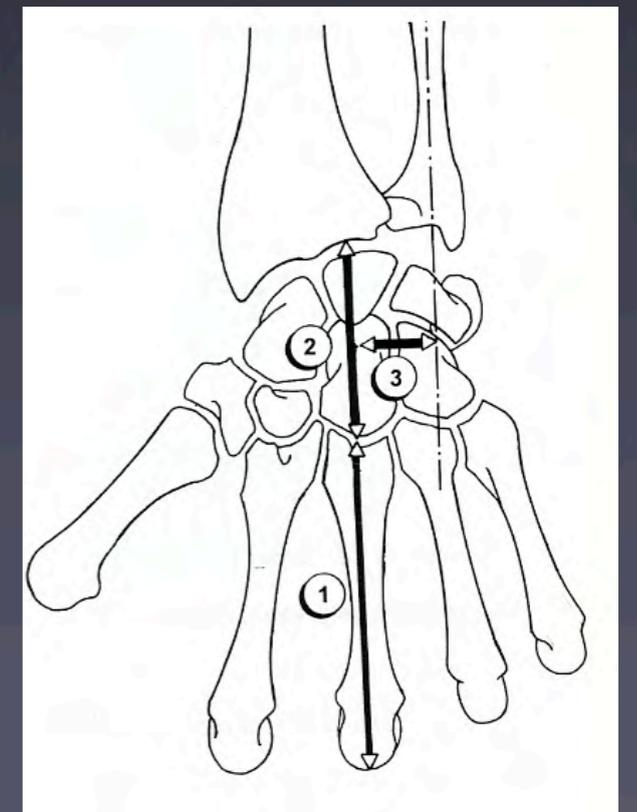
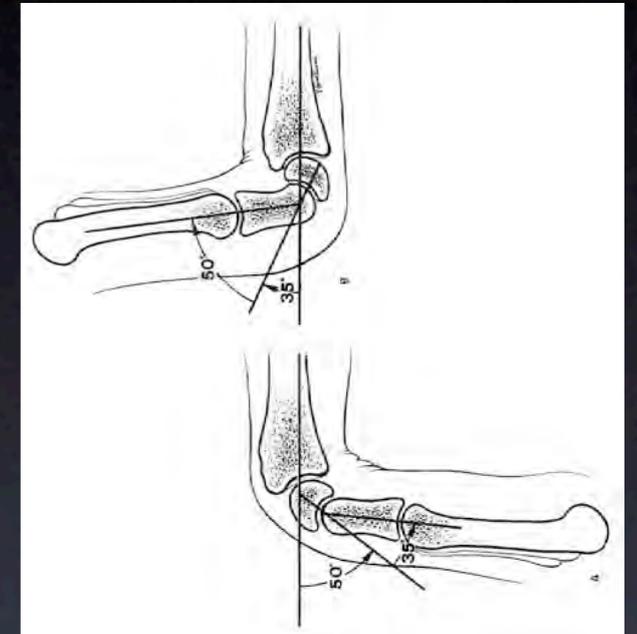
Système dynamique de contrôle

# Principales données biomécaniques

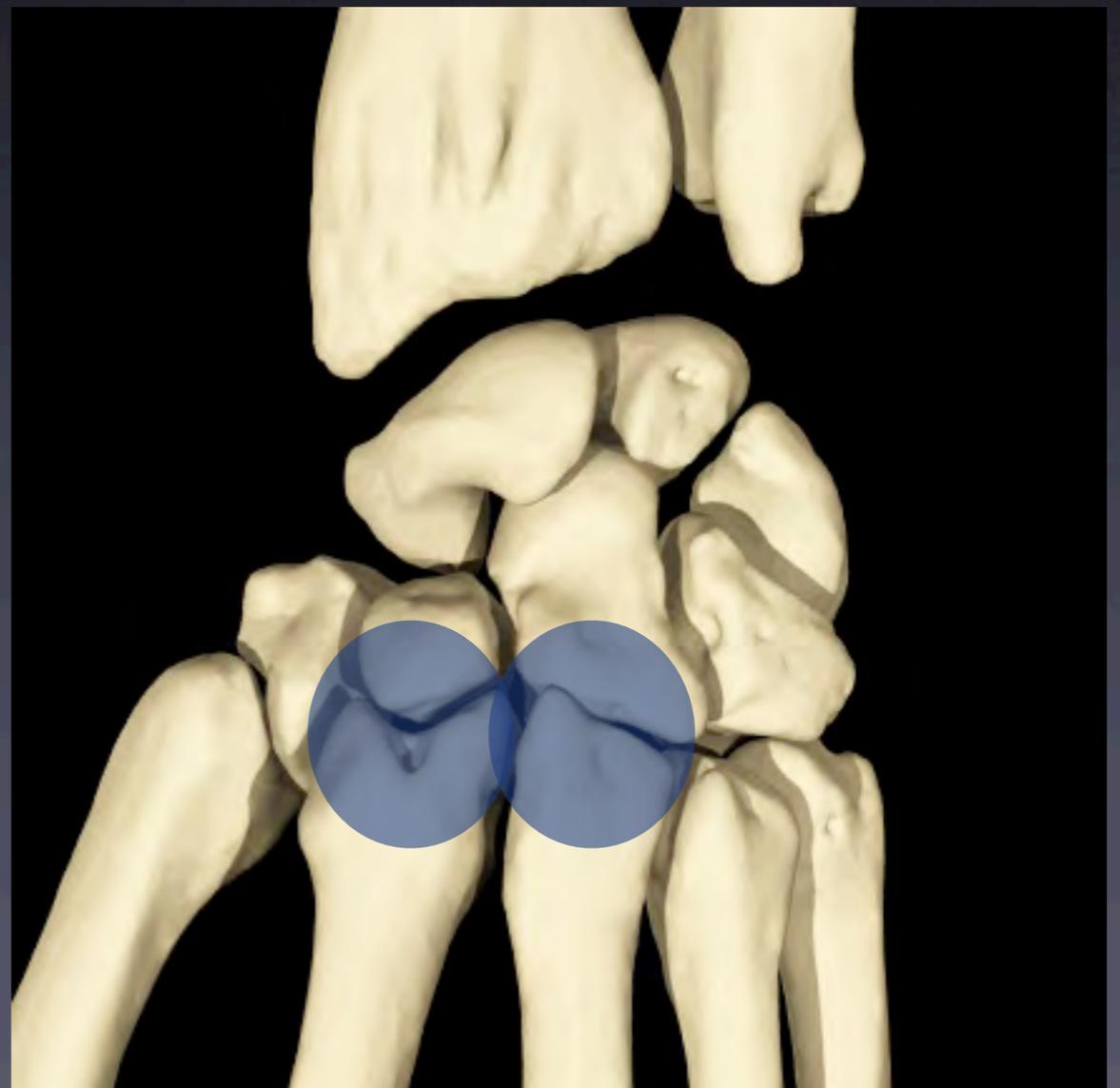
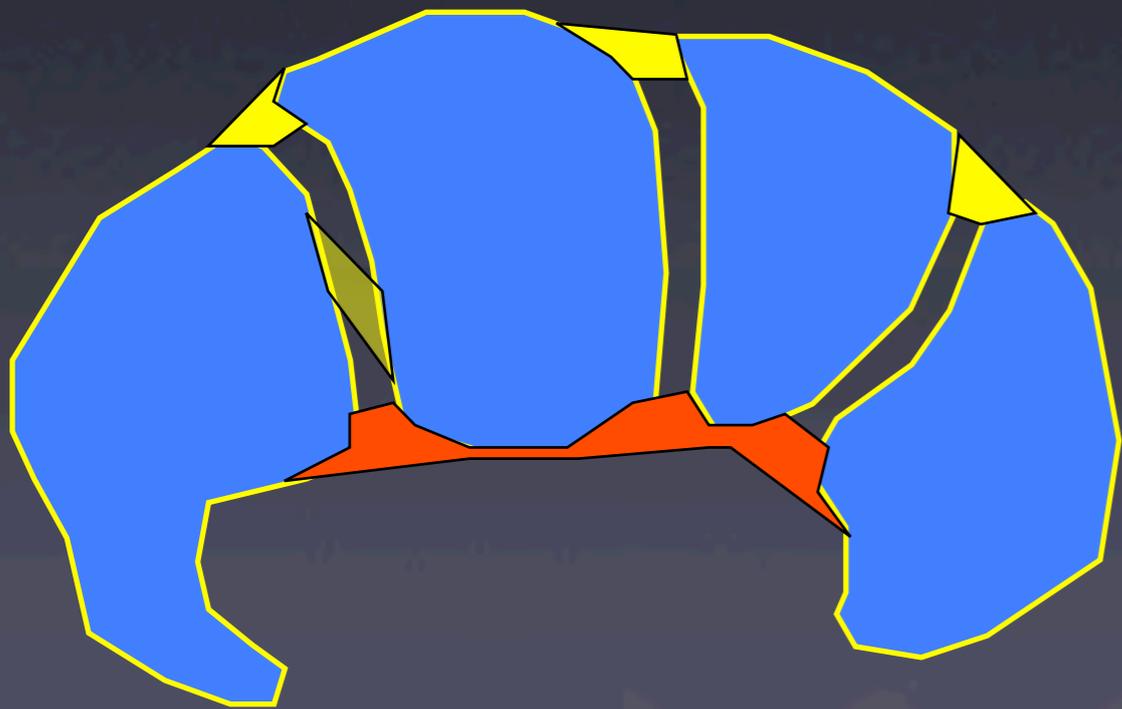
# Le carpe



- Est une articulation a deux axes
- Dont les centres de rotation se situent dans la tête du capitatum
- Qui garde une hauteur constante dans les mouvements d'inclinaison ( $0,54 \pm 0,03$ )

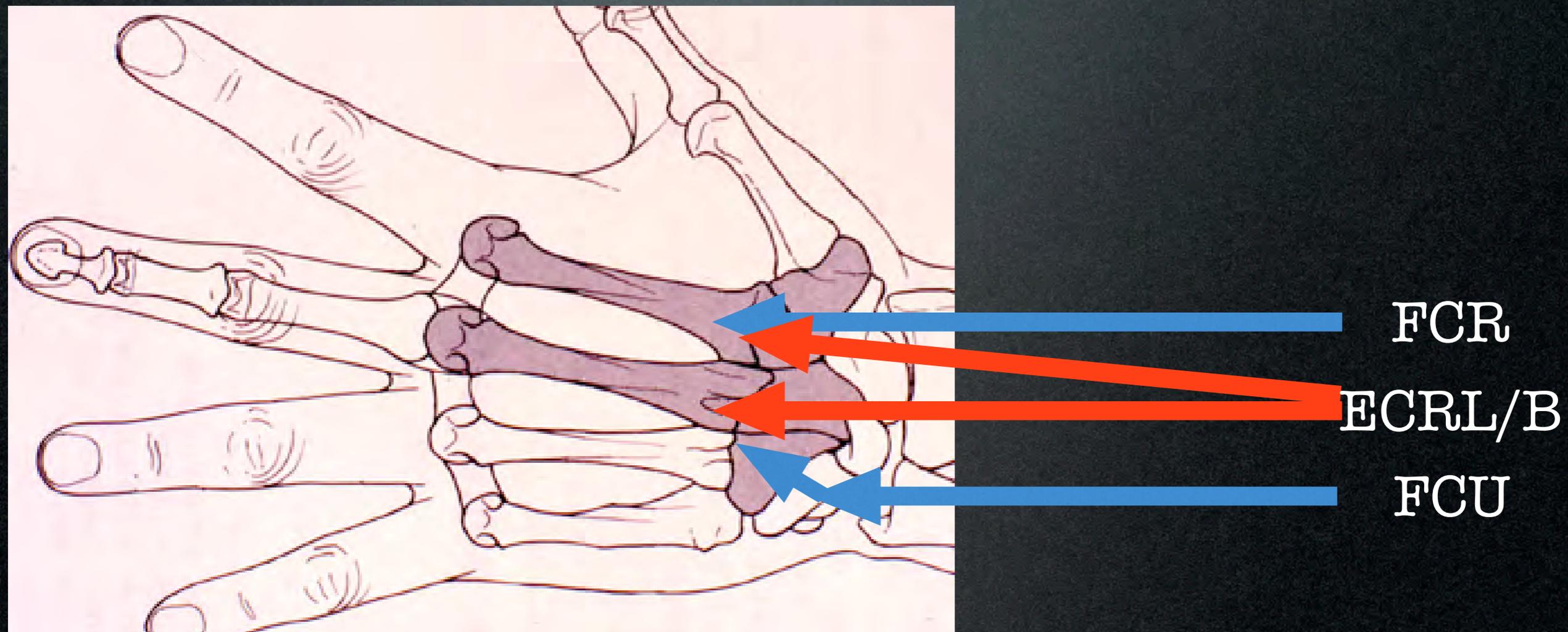


- Les os de la 2ème rangée sont reliés entre eux par des ligaments courts et forts, ne laissant pas de mobilité entre les os
- Les carpo-métacarpiennes 2 et 3 n'ont pratiquement pas de mobilité



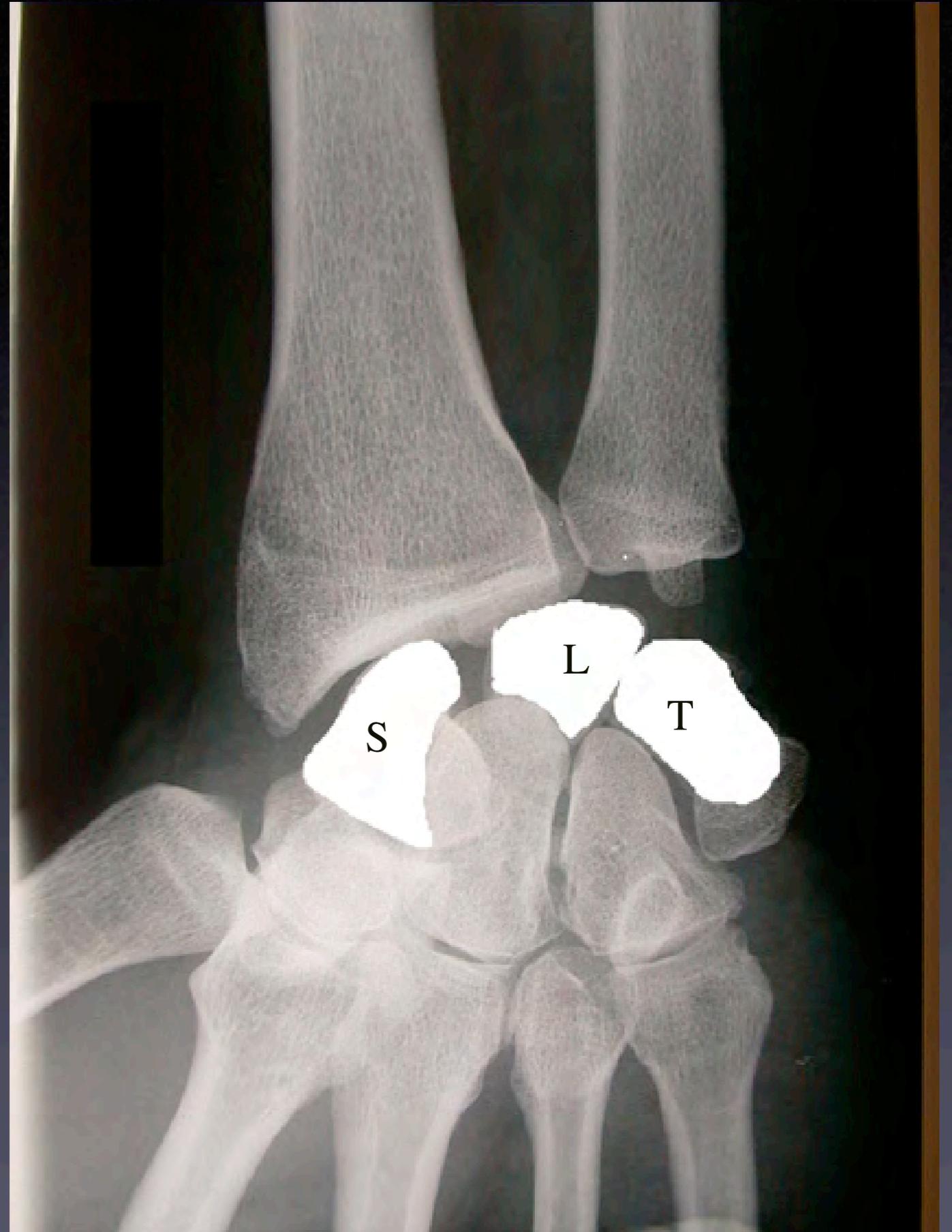
# Le squelette osseux « fixe »

- Insertions sur cette zone fixe des tendons du poignet



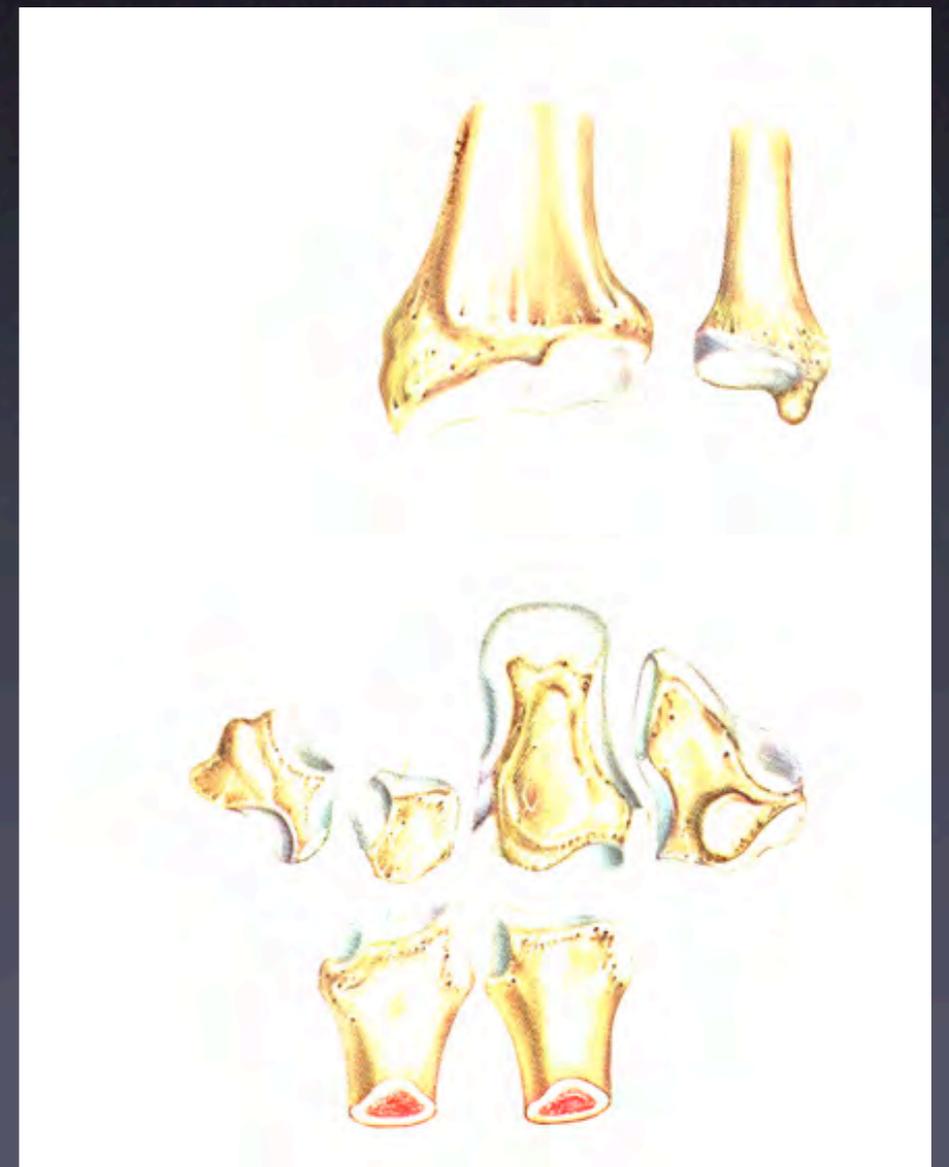


- Les os de la première rangée ne possèdent pas d'insertions musculaires ou tendineuses





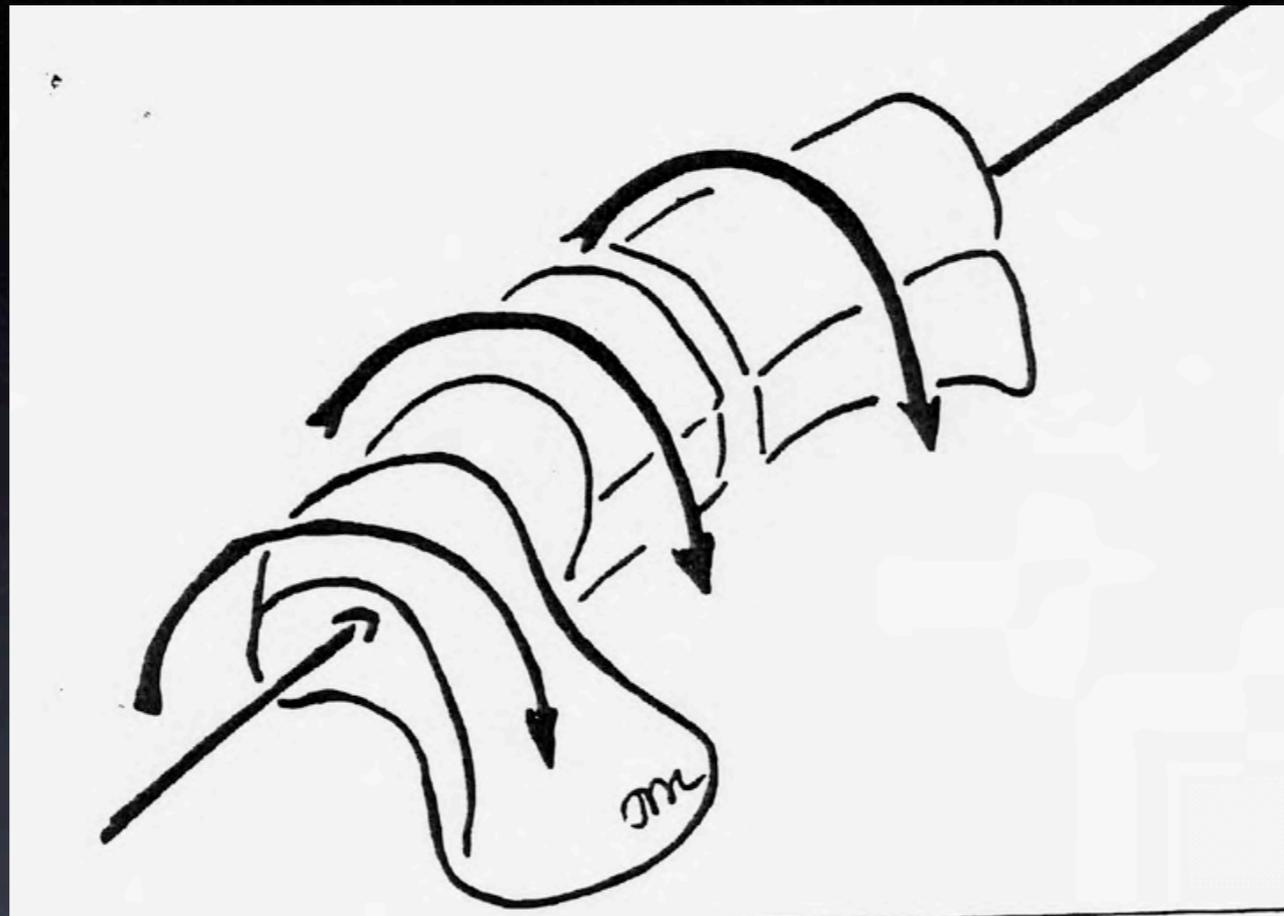
- Les mouvements de la première rangée sont donc réactionnels aux contraintes imposées par l'unité fixe (distale) et l'auvent radial (proximal)
- Les mouvements sont identiques pour chaque os grâce aux ligaments interosseux



# Les mouvements de la première rangée

- Schématiquement les os de la première rangée pivotent autour d'un axe transversal
- Chaque os décrit ainsi un mouvement élémentaire de flexion ou d'extension

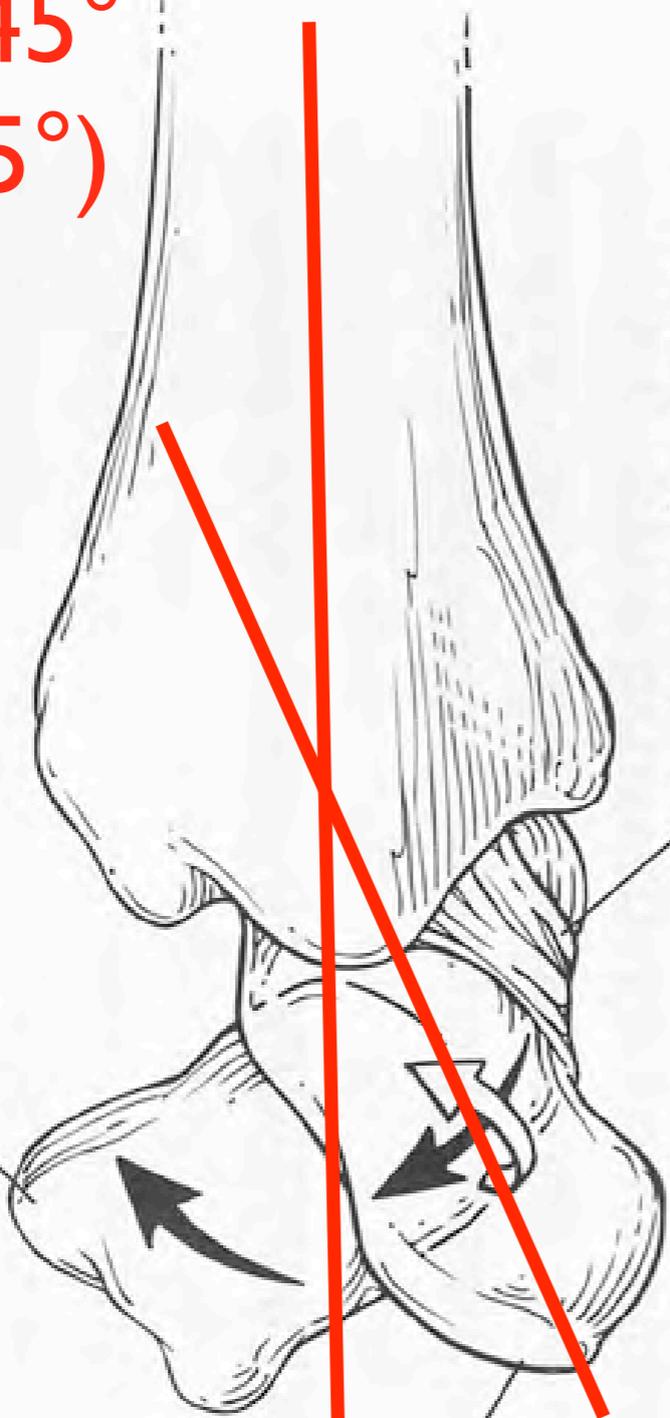
# Les mouvements de la première rangée



- Schématiquement les os de la première rangée pivotent autour d'un axe transversal
- Chaque os décrit ainsi un mouvement élémentaire de flexion ou d'extension

< 45°  
(35°)

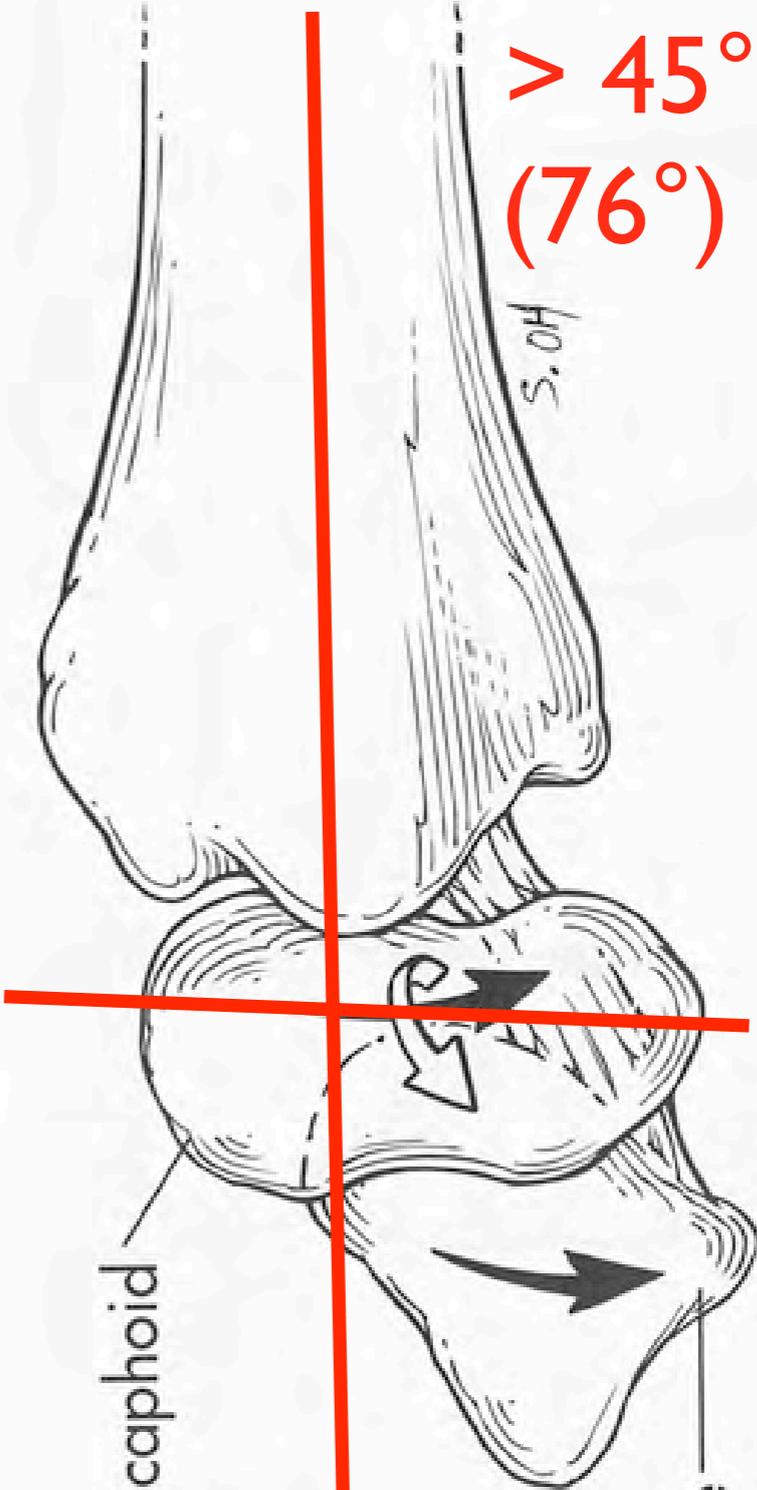
Capitate



Scaphoid

Radioscaphocapitate  
ligament

45°



Scaphoid

> 45°  
(76°)

S.OH

Capitate

# Le scaphoïde

- Il se fléchit lors de la flexion du poignet et lors de l'inclinaison radiale
- Il montre alors sa tubérosité distale qui se projette sous la forme d'un anneau



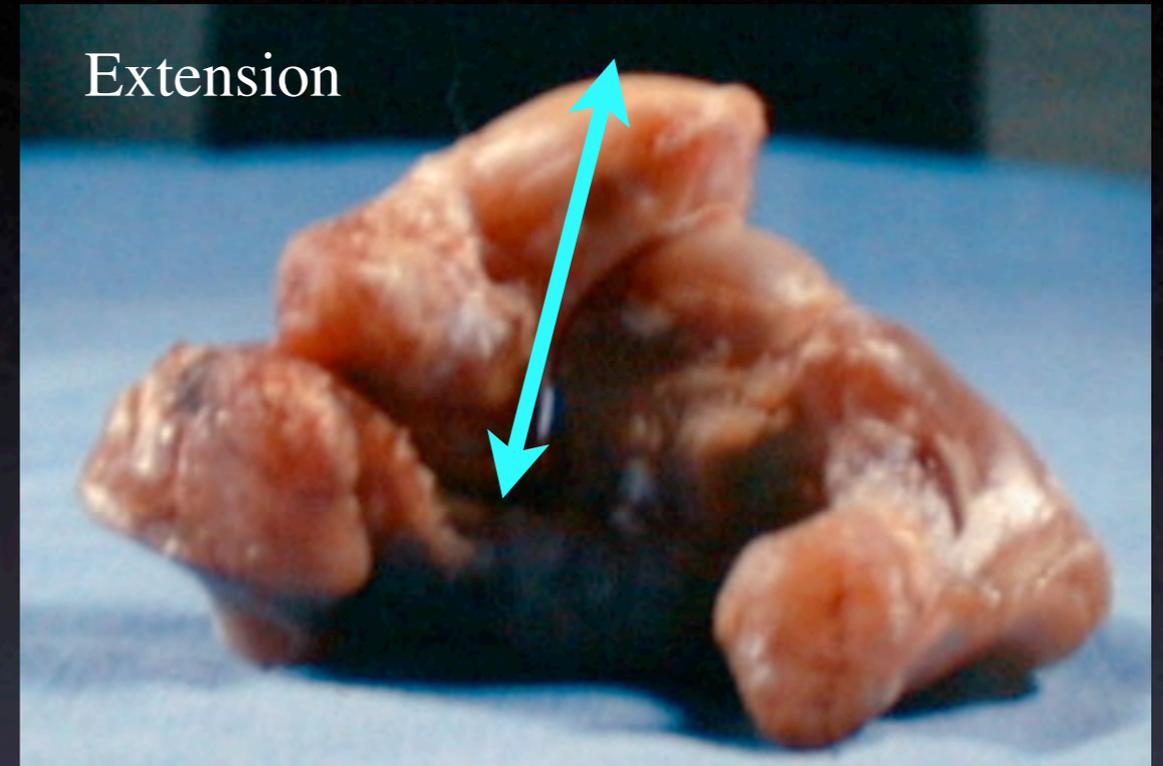
# Le scaphoïde

- Il s'étend lors de l'extension du poignet et lors de l'inclinaison ulnaire
- Il montre alors sa plus grande longueur (incidence de Schneck)



# Le scaphoïde

- A une tendance naturelle à se fléchir car cela lui permet de diminuer les contraintes subies



# Le lunatum

- A, lui aussi, un mouvement de flexion (flexion et IR) et d'extension (Extension et IU)
- On apprécie sa position par rapport à ses deux cornes



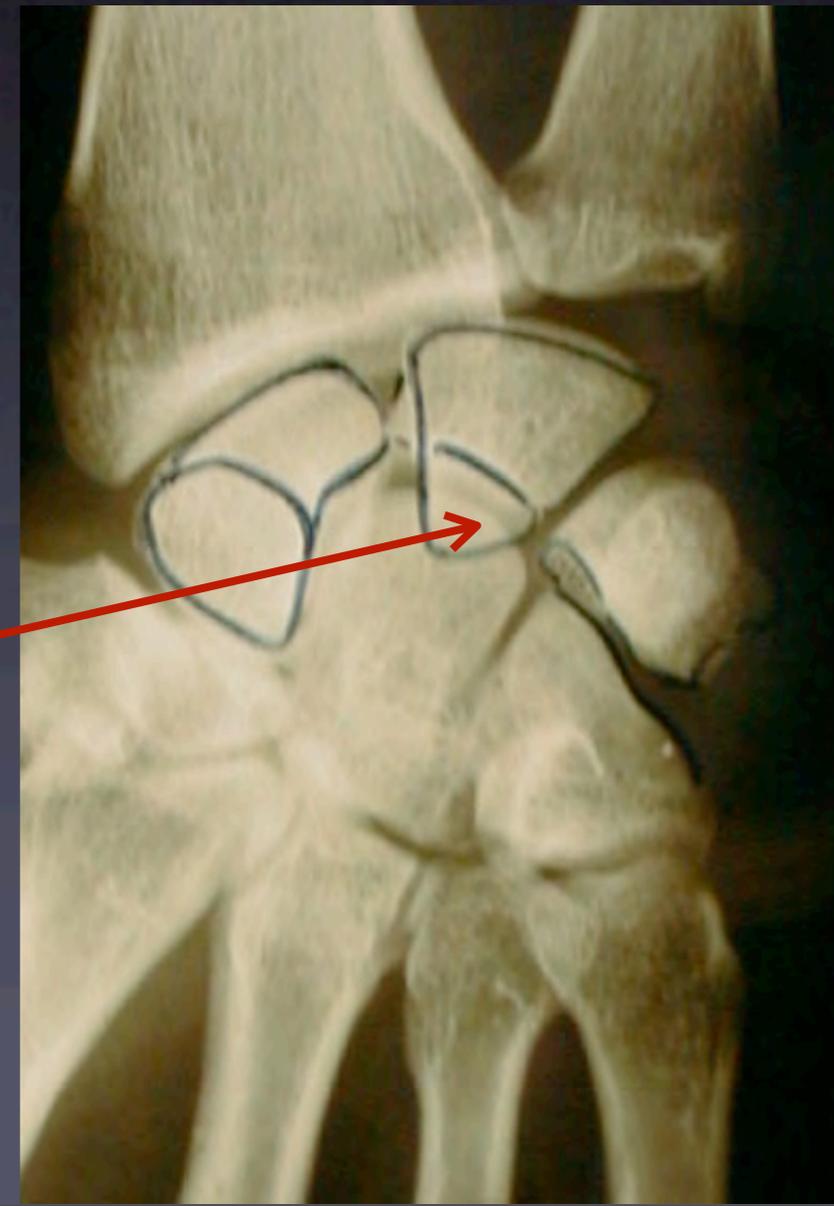
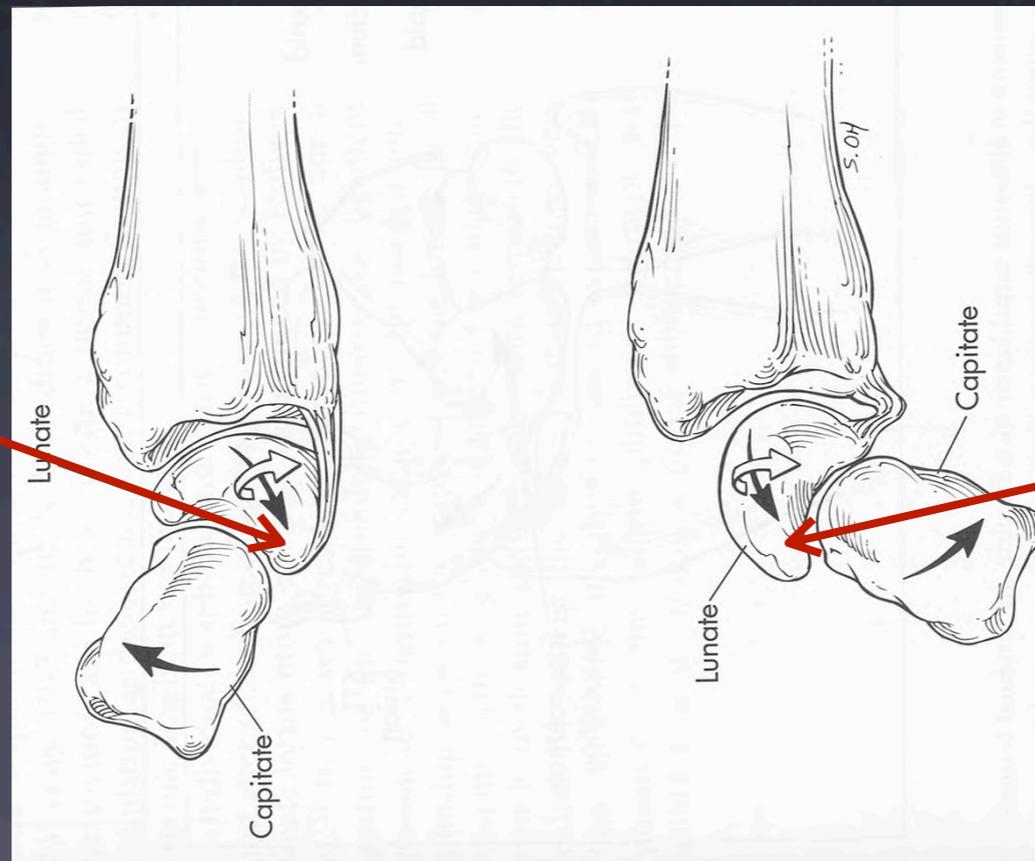
# Le lunatum

- On apprécie sa position par rapport à ses deux cornes
- En extension, la corne antérieure, volumineuse, arrondie, symétrique se projette vers le bas



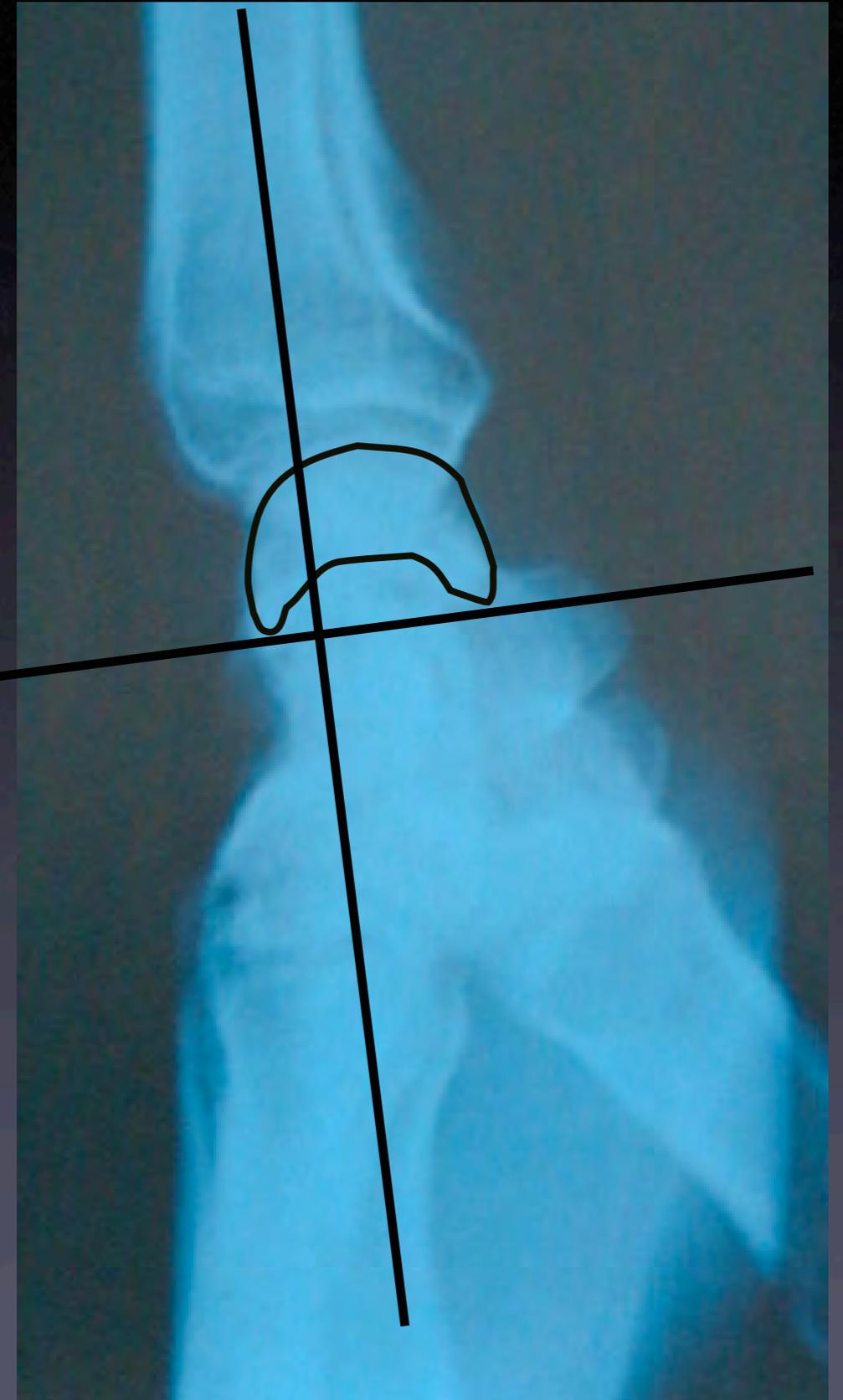
# Le lunatum

- En flexion, on voit la corne postérieure, qui est petite, pointue, asymétrique



# Le lunatum

- Spontanément les deux cornes du lunatum sont sur une ligne perpendiculaire à l'axe du radius et/ou du capitatum (à  $10^\circ$  près)



# Le lunatum

- Lors des ruptures ligamentaires, le lunatum se place spontanément en extension, position de moindre contrainte, qui lui permet d'interposer sa corne postérieure plus étroite (DISI = dorsal intercalary segment instability)



# Le triquetrum

- A aussi des mouvements de flexion/extension
- Plus complexes à analyser car la surface articulaire avec l'hamatum est hélicoïdale





# Les mouvements sont cependant plus complexes

- Parce que les mouvements individuels sont plus complexes (dans trois axes) et qu'ils ne sont pas exactement dans un plan frontal
- Parce que la mobilité relative entre chacun des os de la première rangée est variable
- Parce qu'ils font intervenir la deuxième rangée

Mouvements du Poignet	Flexion	Extension	I. radiale	I. ulnaire
Scaphoide	Flexion 58° I. ulnaire 18° Pronation 10°	Extension 50° Supination 6° I. radiale 4°	I. radiale 5° Flexion 13° Rotation	Extension 18° I. Ulnaire 16° Pronation 11°
Lunatum	Flexion 40° I. ulnaire 17°	Extension 39° Pronation 5° I. radiale 3°	Flexion 11° I. radiale 8,6° Pronation 6°	Extension 32° I. ulnaire 16° Supination 5°

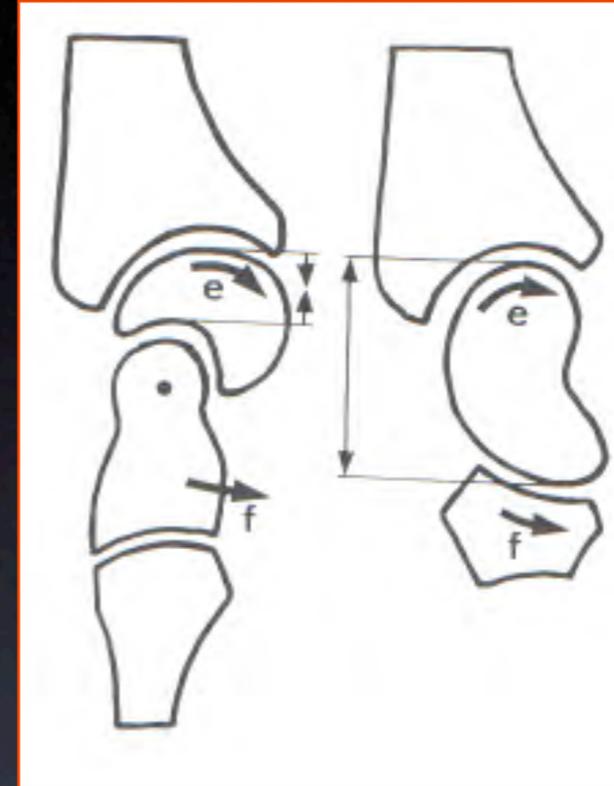
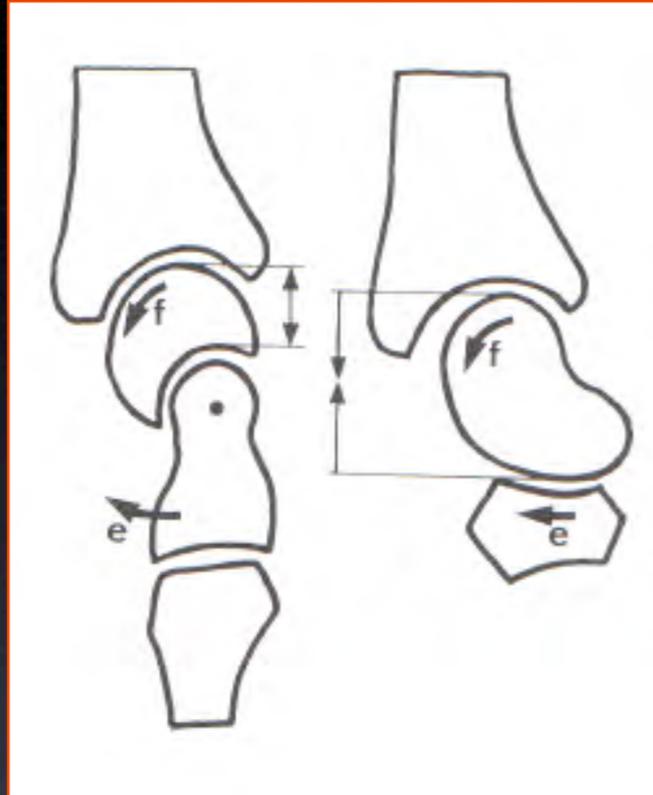
# La mobilité relative des os entre eux

- Par rapport au lunatum, le scaphoïde a un arc de mobilité supérieur de  $30^\circ$  (  $80$  vs  $48^\circ$  )
- Importance des contraintes mécaniques sur le ligament scapholunaire
- Autour d'un point fixe postérieur (d'où l'importance de la partie postérieure du ligament scapholunaire interosseux)

# La deuxième rangée

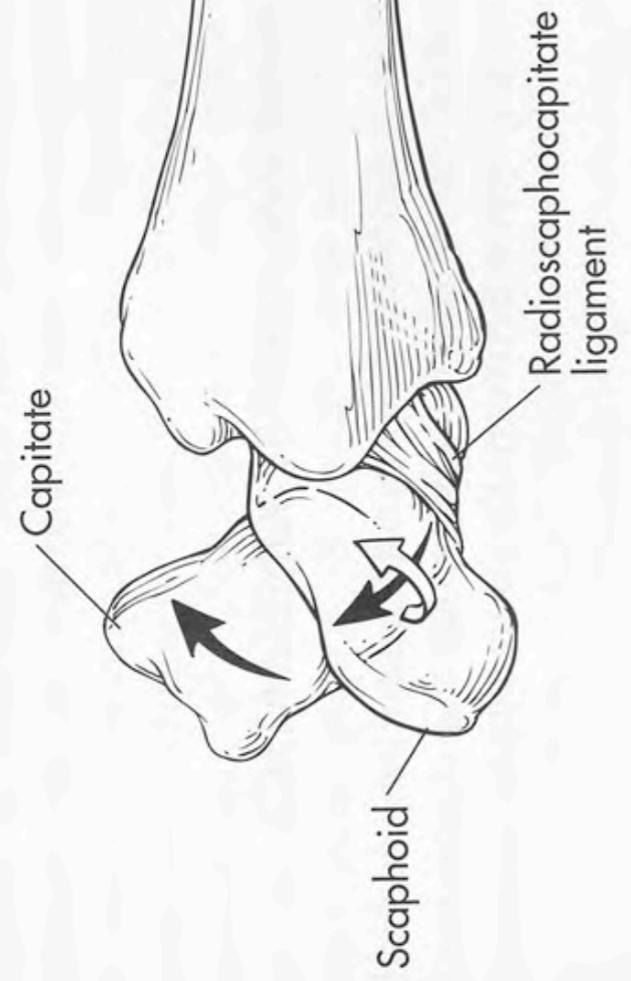
- A un mouvement identique à celui de la première rangée lors de la flexion/extension du poignet
  - Flexion du poignet = flexion R1 + R2
  - Extension du poignet = Extension R1 + R2

# La deuxième rangée

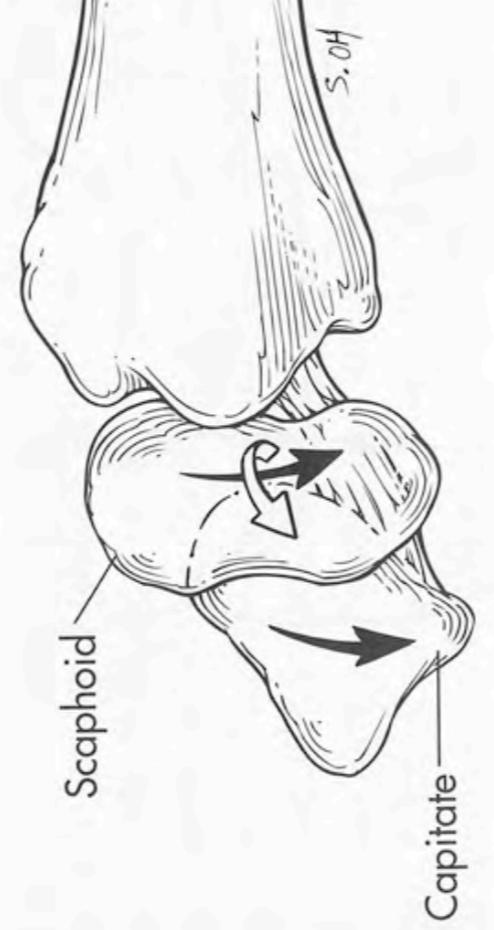


- A un mouvement opposé lors de l'inclinaison frontale
  - Inclinaison radiale = Flexion R1 + Extension R2
  - Inclinaison ulnaire = Extension R1 + Flexion R2

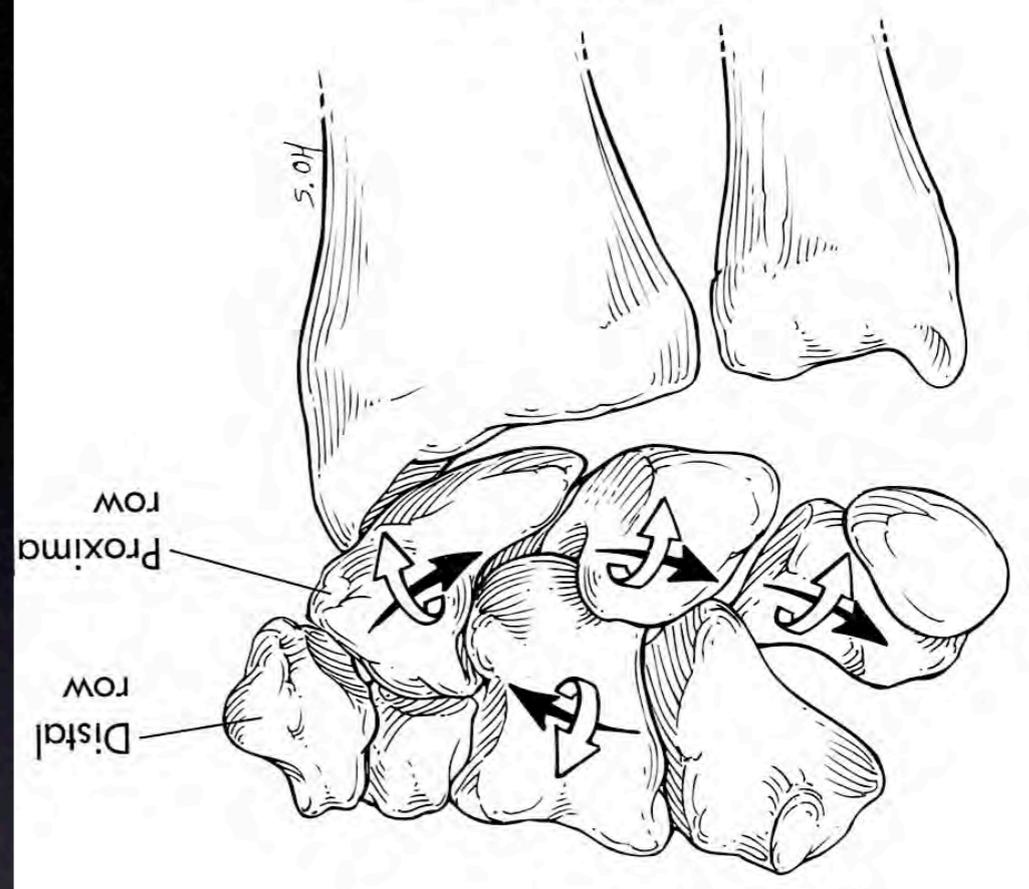
# Extension



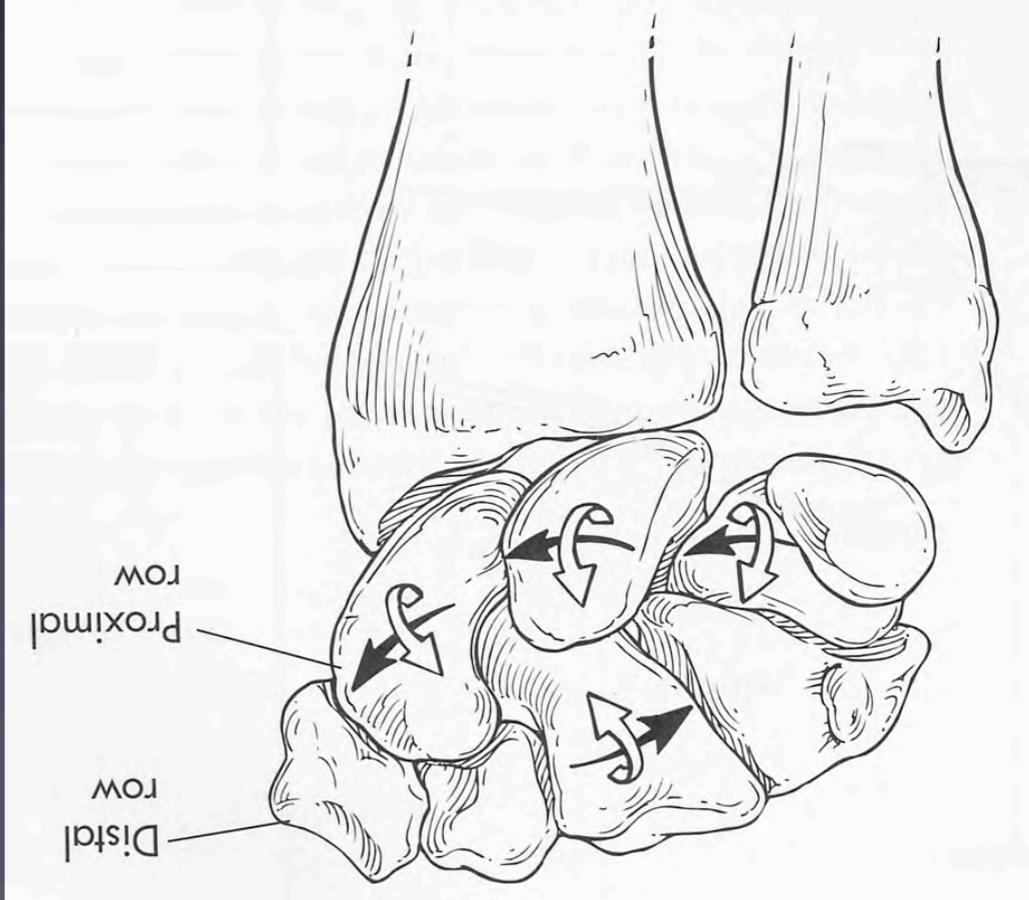
# Flexion



# Radial deviation



# Ulnar deviation



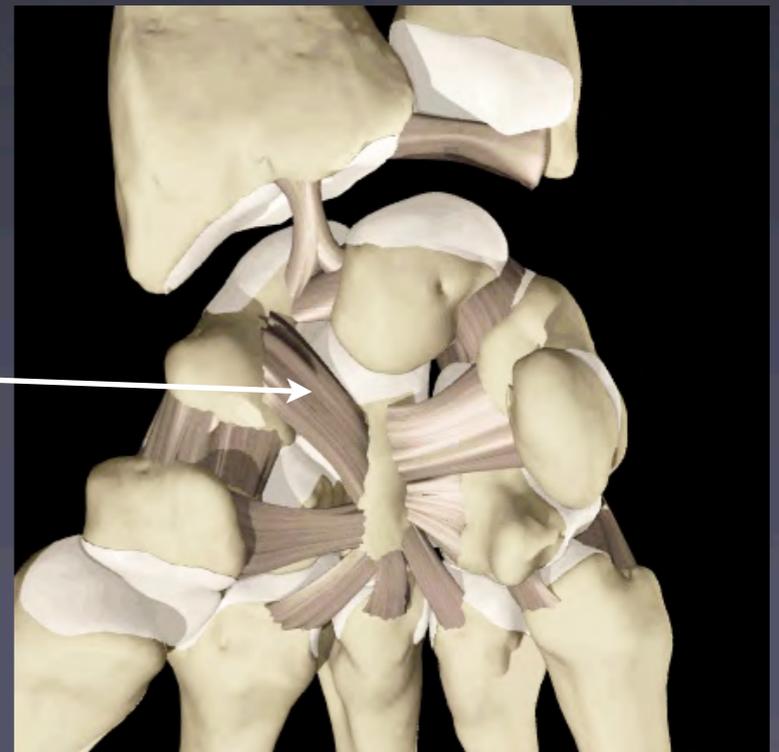
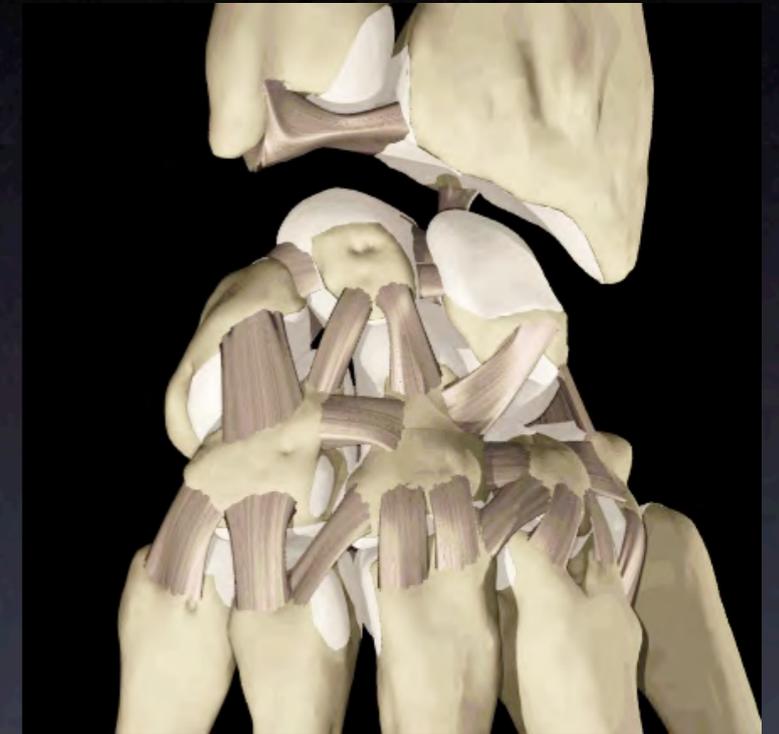
# Rôle des ligaments



- La mobilité normale des os du carpe dépend des ligaments

- Interosseux

- Capsulaires



# La flexion

- La contraction du FCR (+FCU) entraîne la deuxième rangée en flexion
- La mise en tension du ligament radio-triquetral postérieur entraîne le triquetrum en position haute (flexion)
- La flexion du triquetrum entraîne la flexion du lunatum puis du scaphoïde

# L'extension

- La contraction de l'ECRL/ECRB entraîne la deuxième rangée en extension
- La mise en tension du ligament radio-scapho-capitatum entraîne le scaphoïde en extension (mais le triquetrum en flexion)
- L'extension du scaphoïde entraîne l'extension du lunatum puis du triquetrum



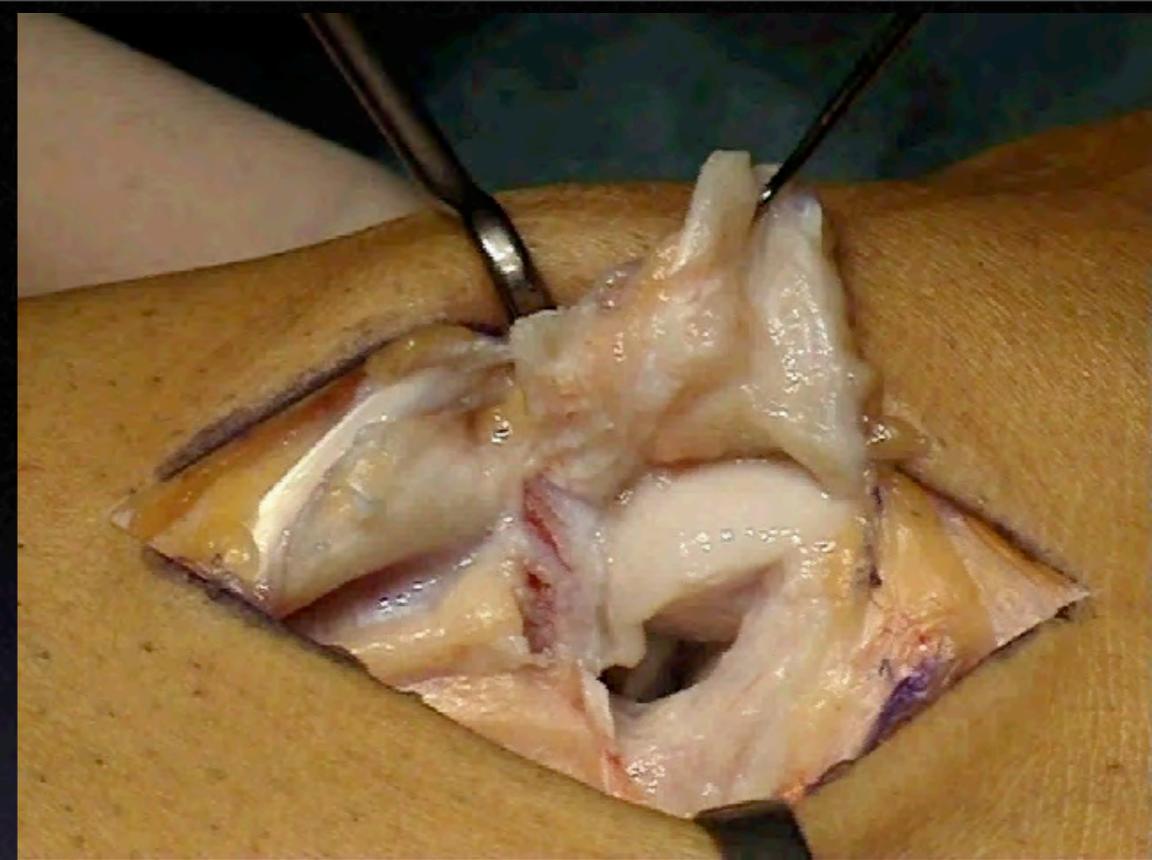
# L'inclinaison radiale

- L'inclinaison radiale contraint le scaphoïde en flexion
- Ce qui entraîne en flexion lunatum et triquetrum
- La flexion de la première rangée est contre-balancée par l'extension de la deuxième rangée

# L'inclinaison ulnaire

- L'inclinaison ulnaire contraint le scaphoïde en extension et le triquetrum en extension
- Toute la première rangée passe en extension
- L'extension de la première rangée est contre-balancée par la flexion de la deuxième rangée

# Lors d'une lésion scapho-lunaire



- Le scaphoïde n'étant plus contraint se positionne préférentiellement en flexion
  - Ses mouvements s'accompagnent de ressauts
  - Son pôle supérieur se subluxe en arrière (Watson)
- Le bloc lunatum-triquetrum "libéré" se positionne préférentiellement en extension (DISI)

Diastasis  
scapholunaire



Lunatum  
en DISI

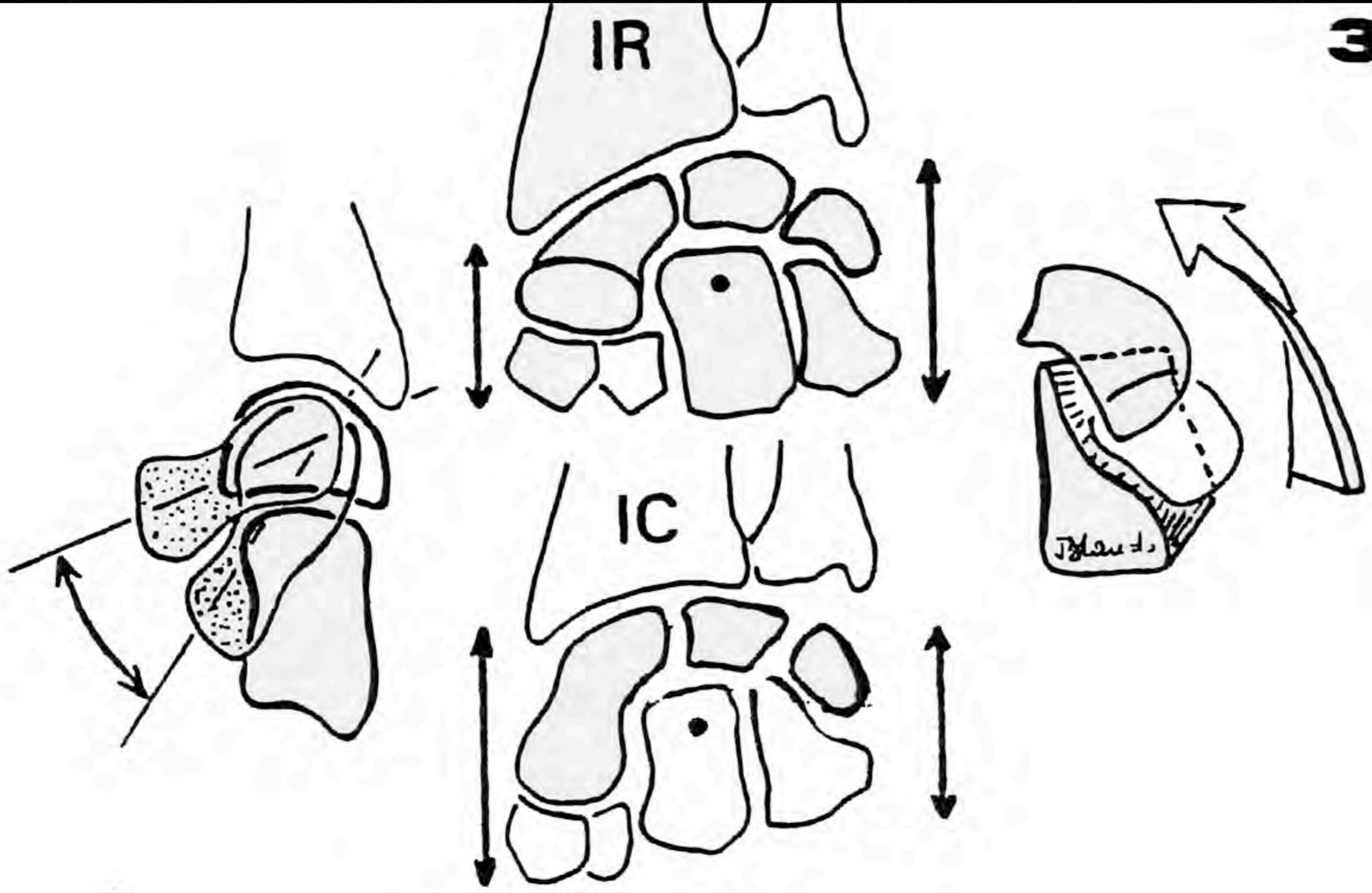


Signe de  
l'anneau



# Le rôle de cette physiologie complexe

- Est de permettre au poignet d'être mobile
- Tout en restant stable
- Et en gardant une hauteur médiane constante pour faciliter l'action des muscles extrinsèques de la main
- On parle de carpe à géométrie variable



# Ce qu'il faut retenir

- On parle de carpe à géométrie variable mais le mouvement de l'ensemble des os de la 1<sup>ère</sup> rangée est cohérent
- La hauteur médiane reste constante alors que la hauteur des bords du carpe varie
- Couplage flexion et inclinaison radiale / extension et inclinaison ulnaire