

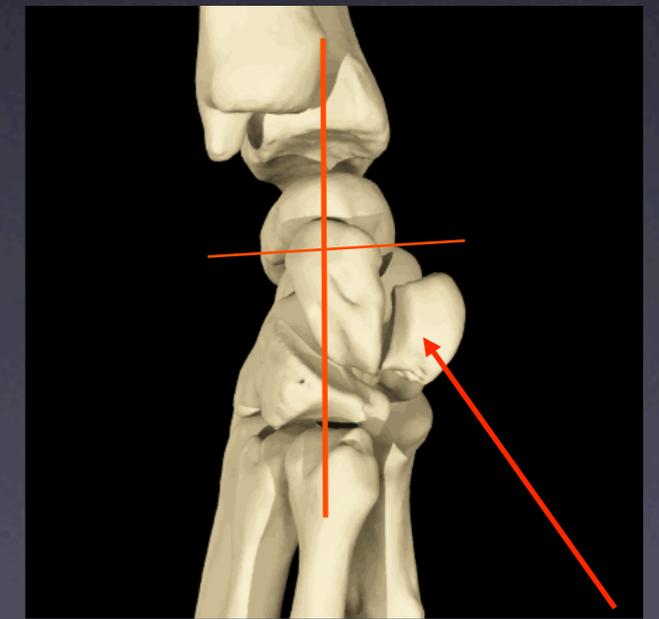
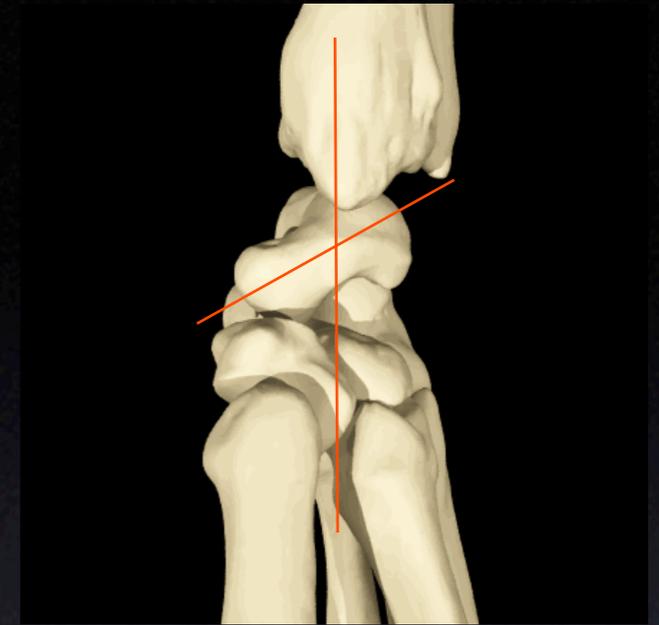
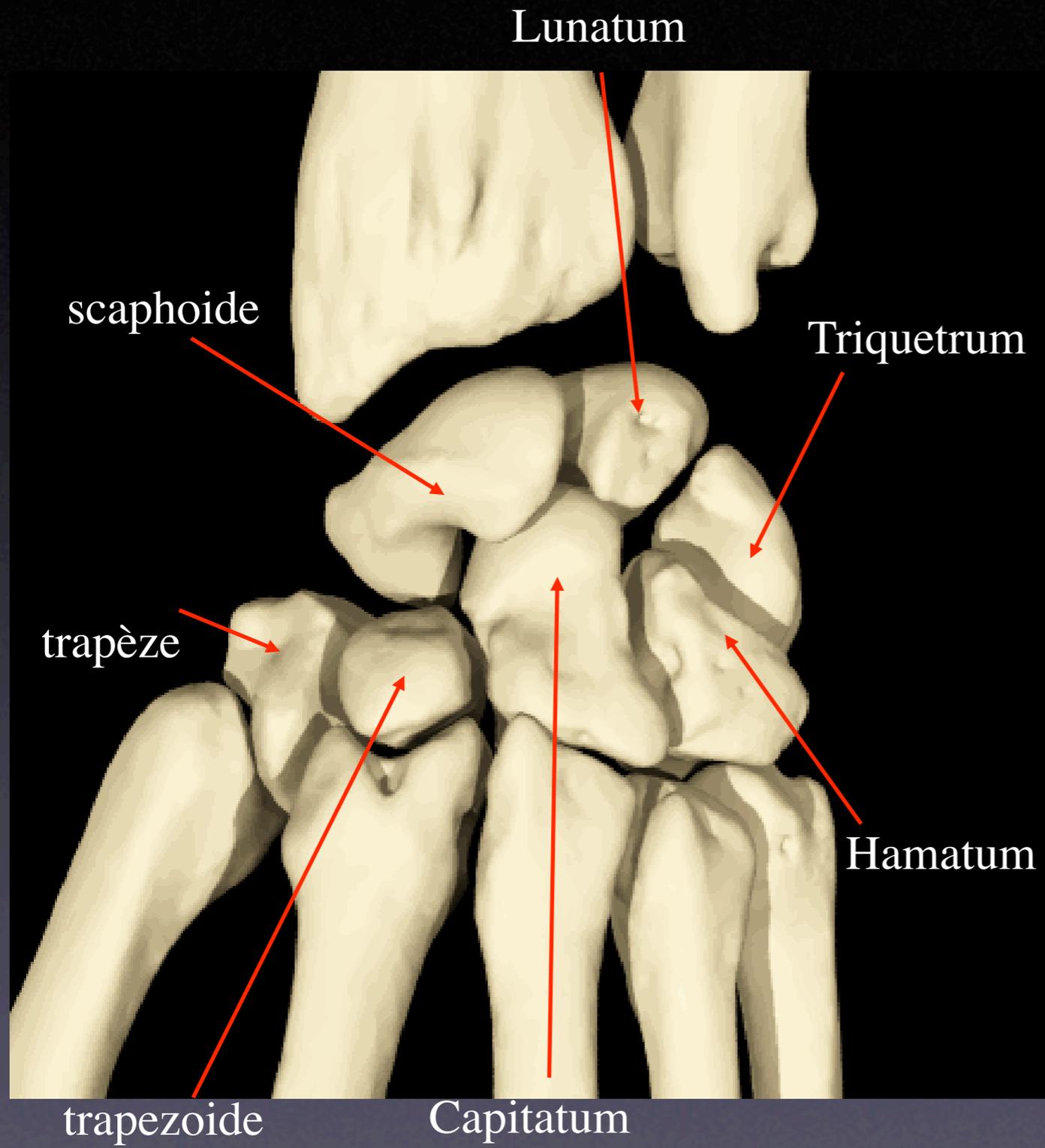
BIOMÉCANIQUE "NORMALE" DU CARPE

Christian Dumontier

Institut de la main & Hôpital Saint Antoine, Paris

Le cours est disponible en fichier .pdf à télécharger sur
www.homepage.mac.com/dumontierchristian/cours DU chirurgie
main pendant 15 jours

1ère rangée des os du carpe



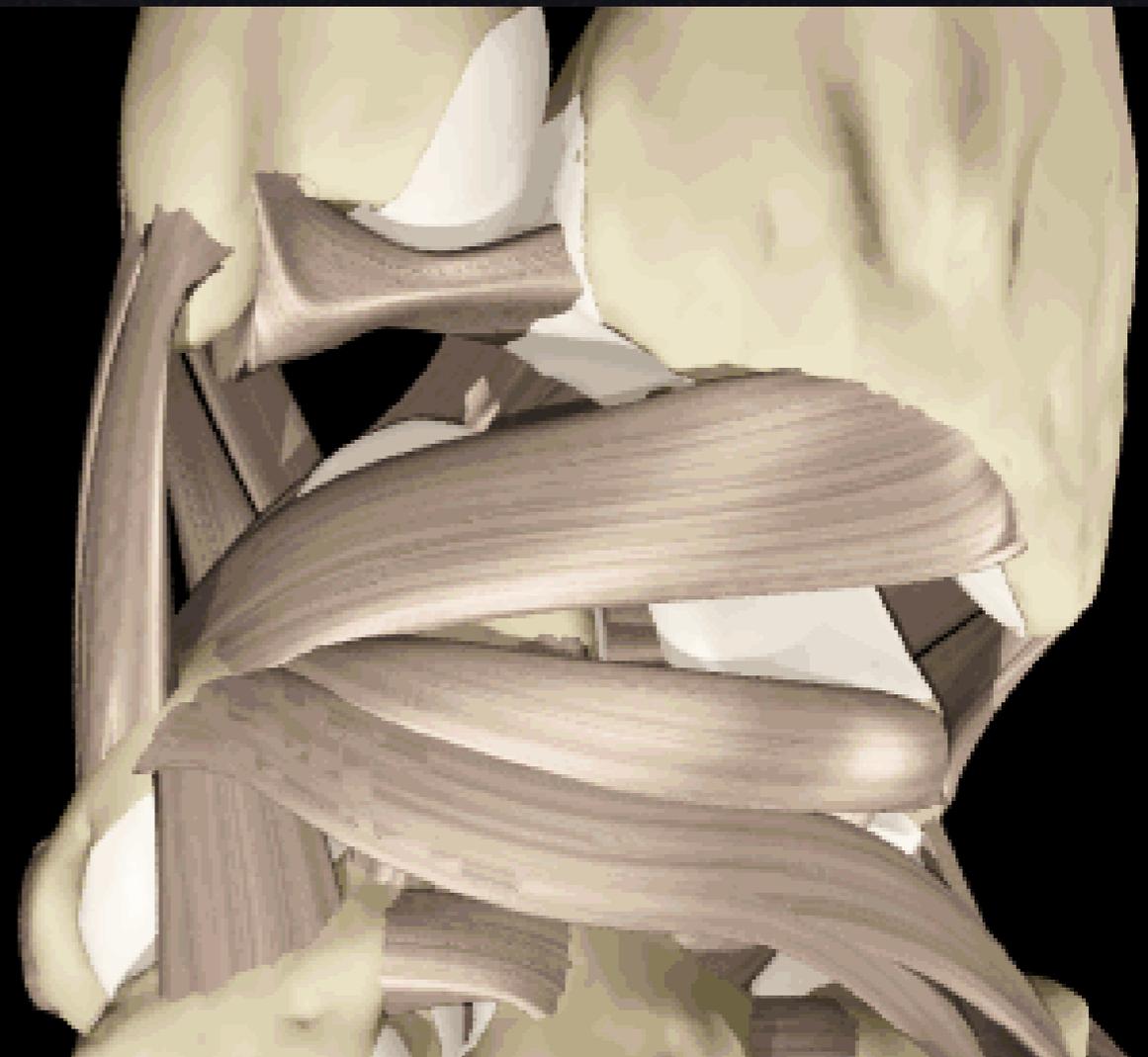
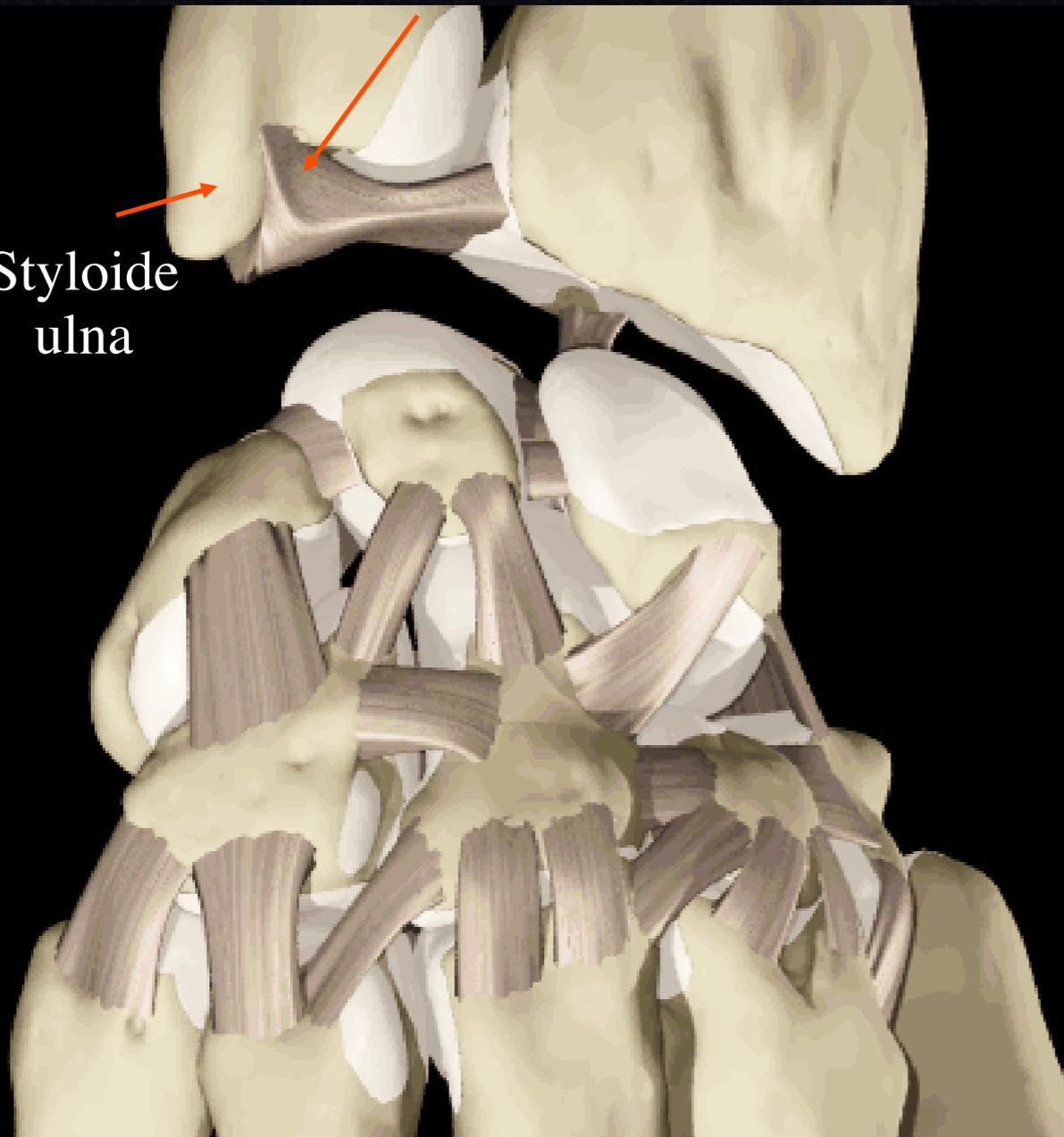
pisiforme

2ème rangée des os du carpe

Ces os sont reliés entre eux par des ligaments

Lig. triangulaire

Styloide
ulna

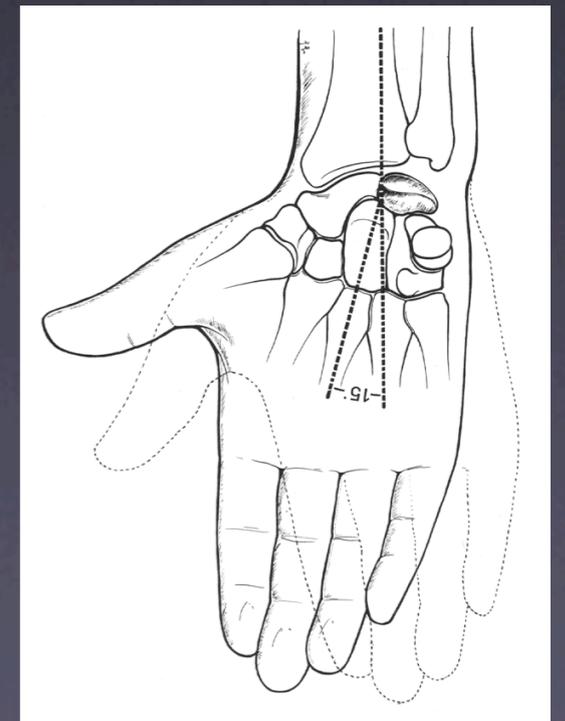
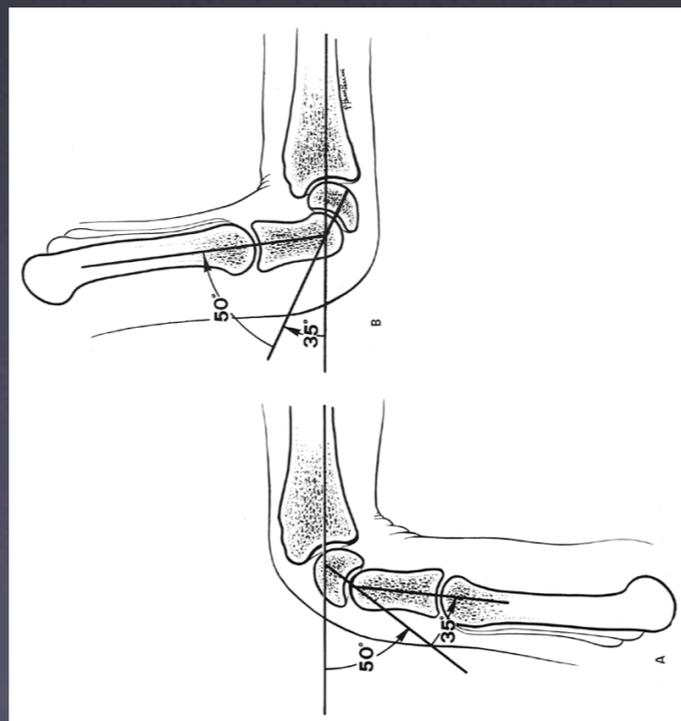
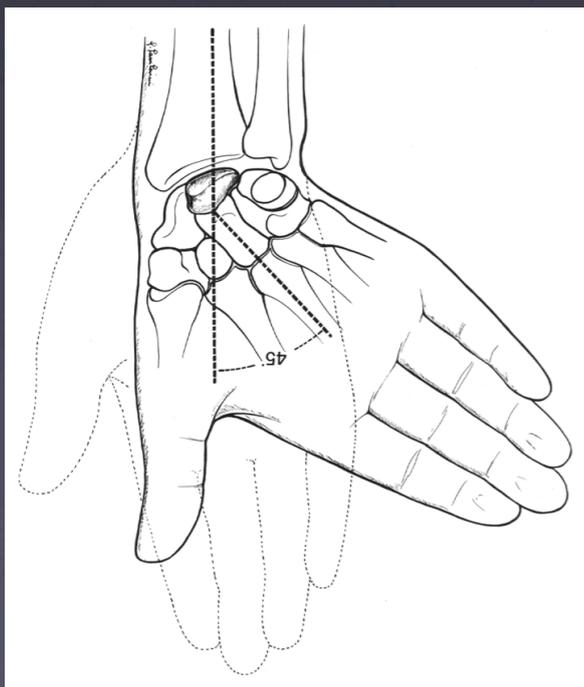


“biomécanique” du carpe

- Etude des mouvements normaux de chaque os individuellement
- Etude des mouvements normaux et anormaux des os entre eux
- Etude des contraintes mécaniques s'exerçant sur les os du carpe

Le carpe

- Est une articulation a deux axes
 - Flexion / Extension
 - Inclinaison radiale / ulnaire

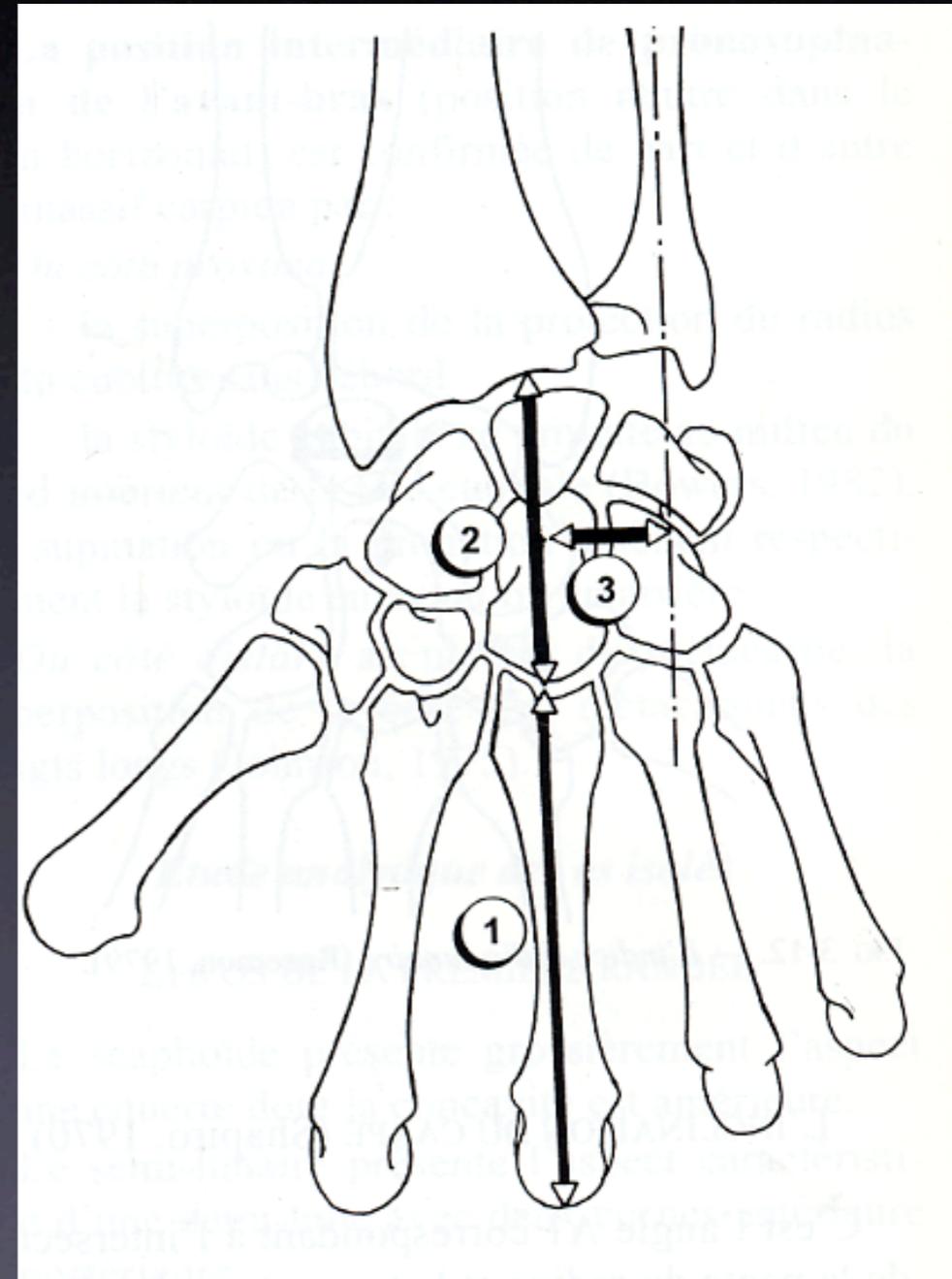


Flexion / Extension

- Se passe moitié dans la radio-carpienne et moitié dans la médio-carpienne pour 1/3 des sujets
- Se passe à 60% dans la médiocarpienne pour la flexion et 66% dans la radiocarpienne pour l'extension (dans luno-capitale)
- Mais pour plus de 2/3 dans la radiocarpienne sur la colonne externe (donc Az CL plus enraidissante que Az STT)

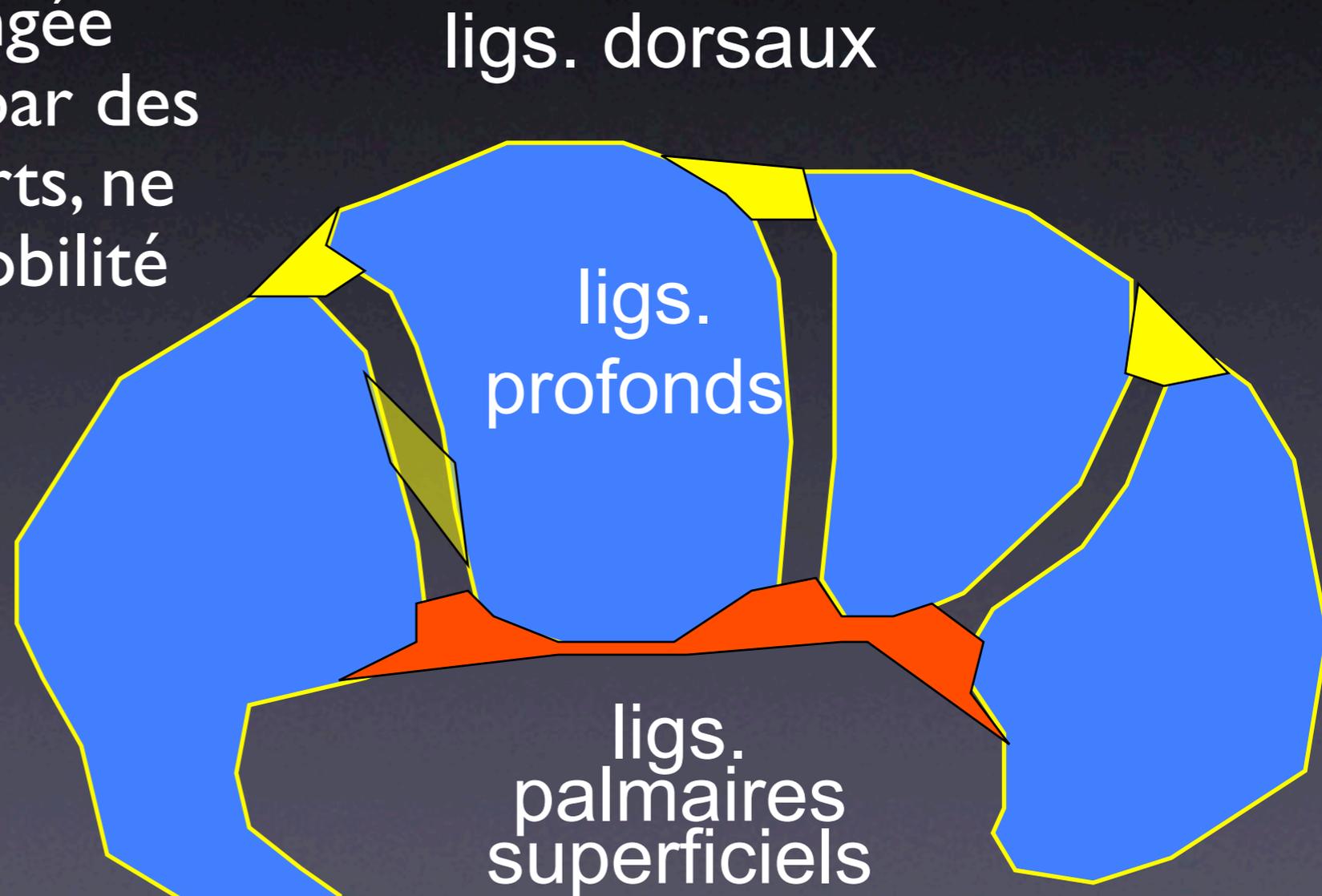
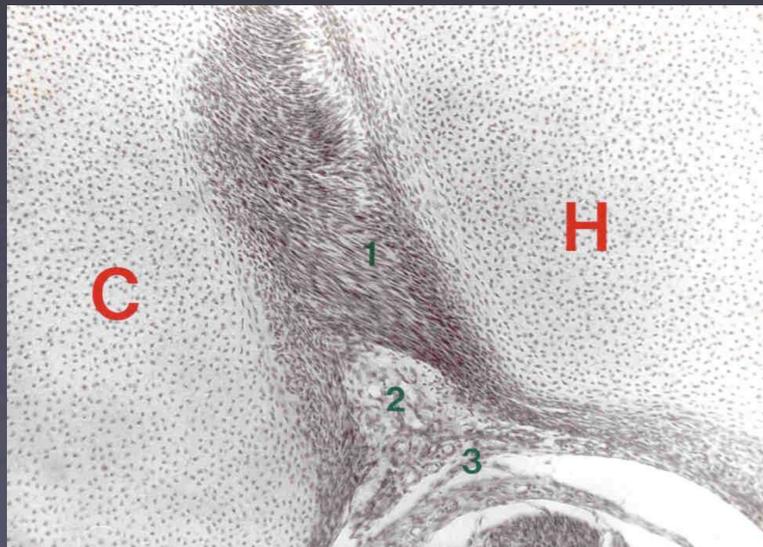
Le carpe

- 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 ($0,54 \pm 0,03$)

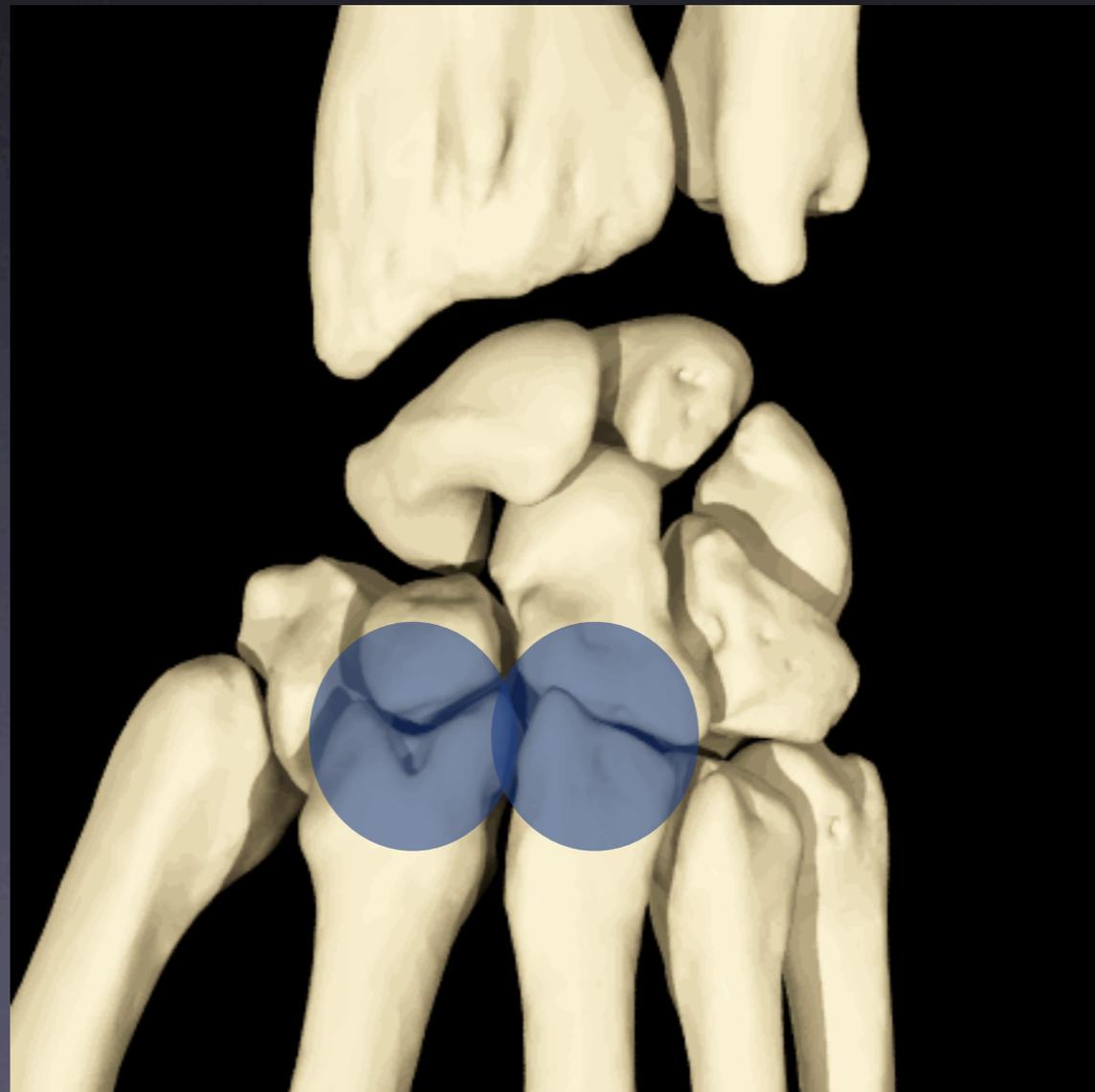


La physiologie du carpe est complexe mais il faut sûrement savoir que

- Les os de la 2ème rangée sont reliés entre eux par des ligaments courts et forts, ne laissant que peu de mobilité entre les os ($\leq 10^\circ$)

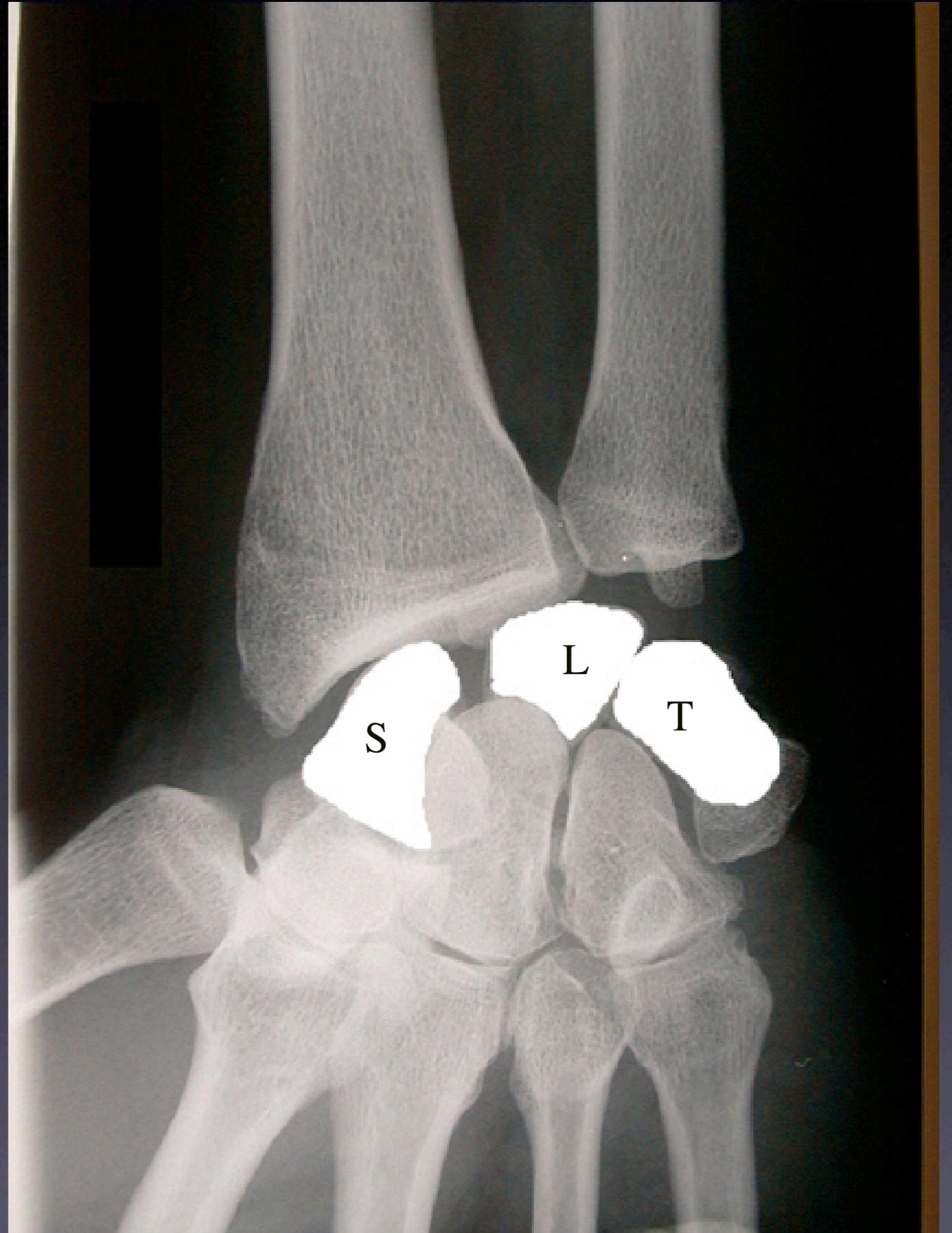


- Les os de la 2ème rangée sont reliés entre eux par des ligaments courts et forts, ne laissant pas de mobilité entre les os
- Les carpo-métacarpiennes 2 et 3 n'ont pratiquement pas de mobilité



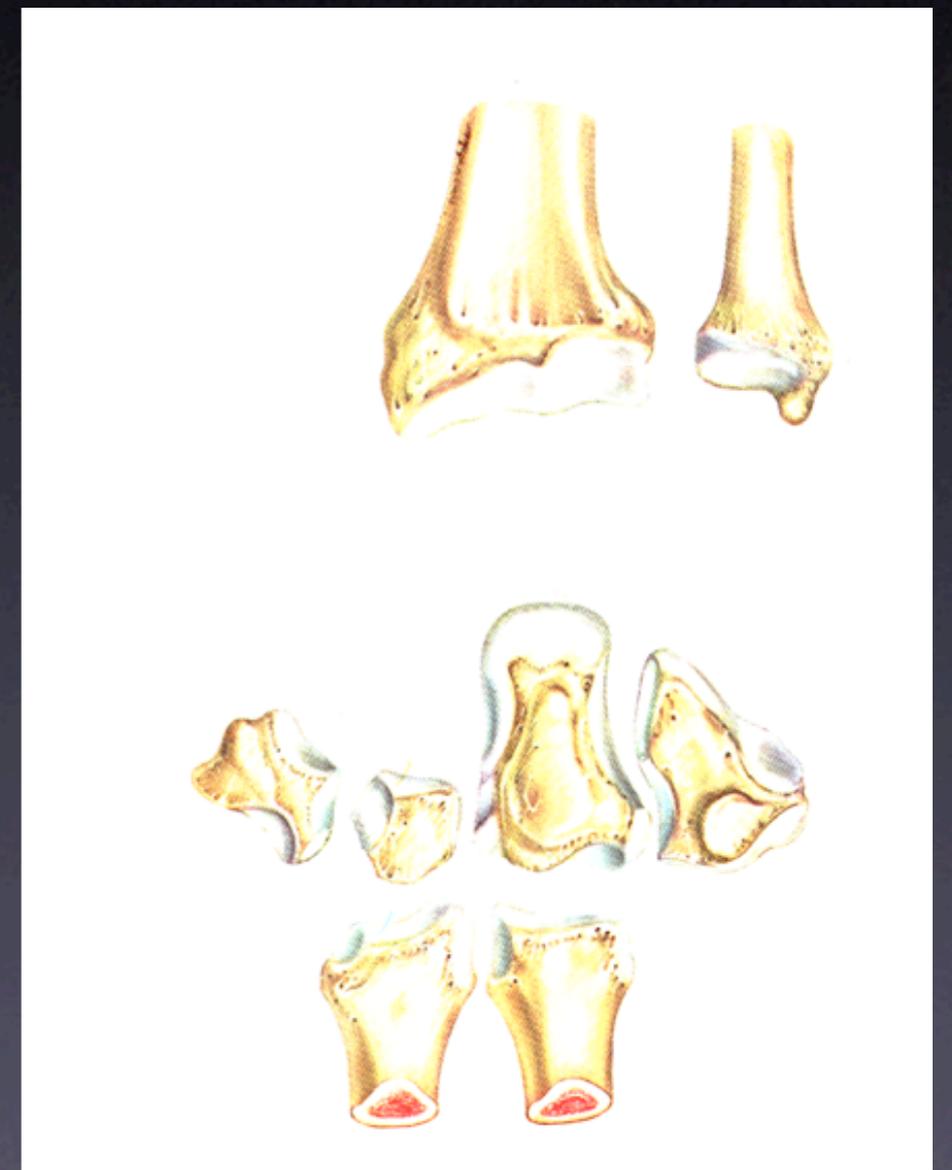
- Les os de la 2ème rangée sont reliés entre eux par des ligaments courts et forts, ne laissant pas de mobilité entre les os
- Les carpo-métacarpiennes 2 et 3 n'ont pratiquement pas de mobilité
- L'ensemble forme un bloc fixe, fonctionnellement unique sur lequel s'insère les extenseurs et les fléchisseurs du poignet
 - FCR en avant
 - ECRB et ECRL en arrière
 - FCU sur l'hamatum par le biais des ligaments piso-hamatum

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



Rappel physiologique

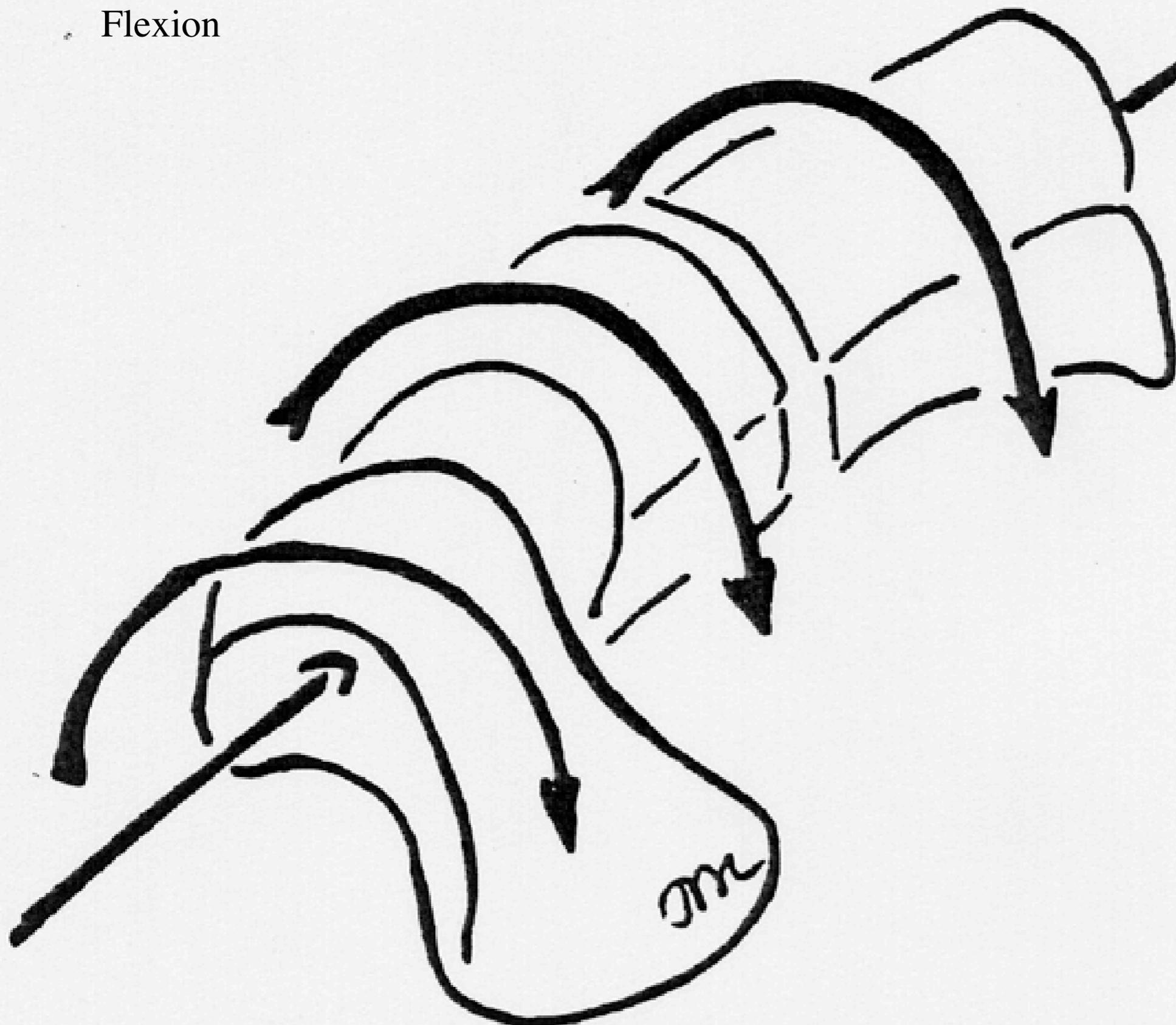
- Les mouvements de la première rangée sont donc réactionnels aux contraintes imposées par l'unité fixe (distale) et l'auvent radial (proximal)



Les mouvements de la première rangée

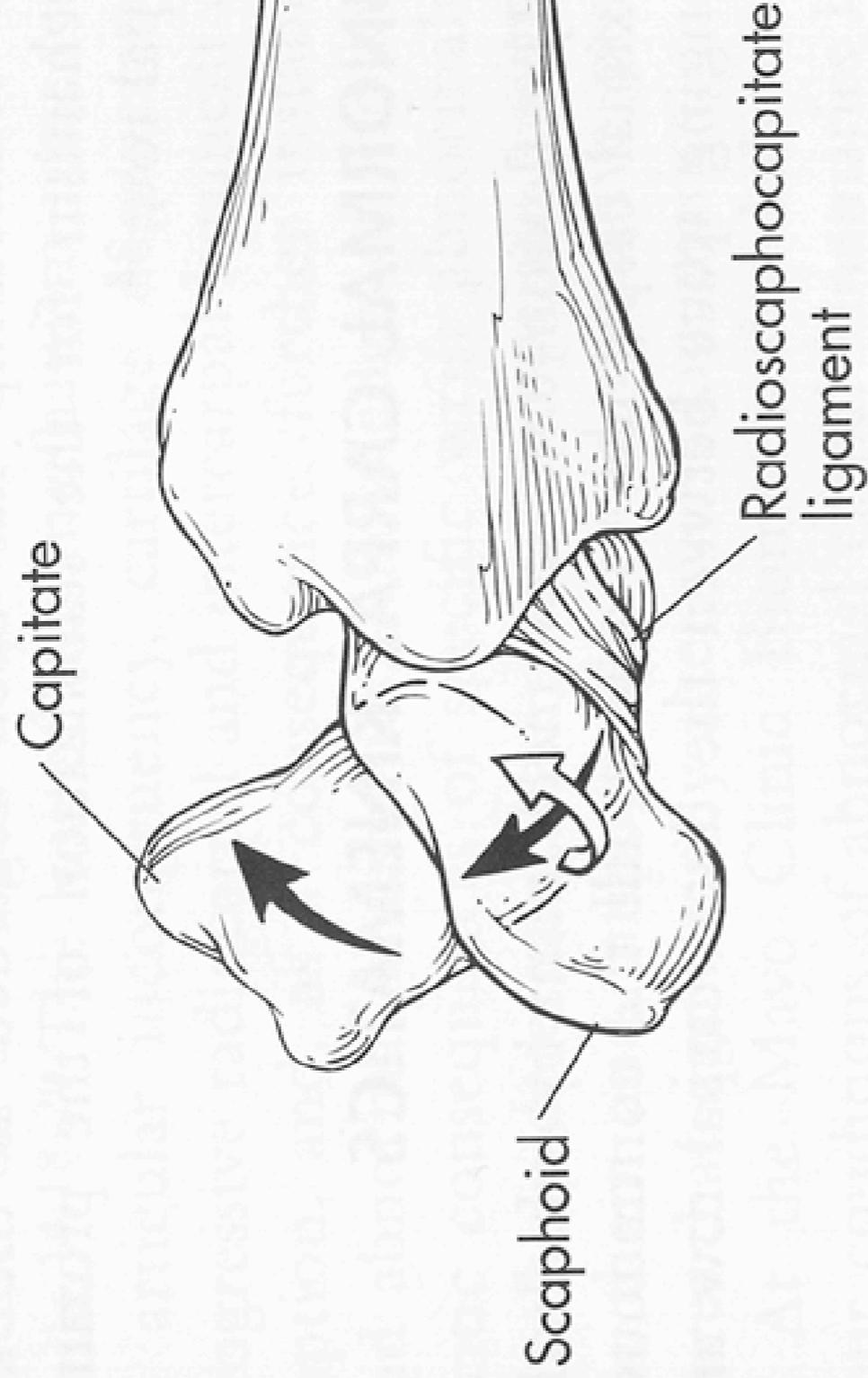
- Schématiquement les os de la première rangée pivotent autour d'un axe transversal
- Chaque os décrit ainsi un mouvement élémentaire de flexion ou d'extension

Flexion

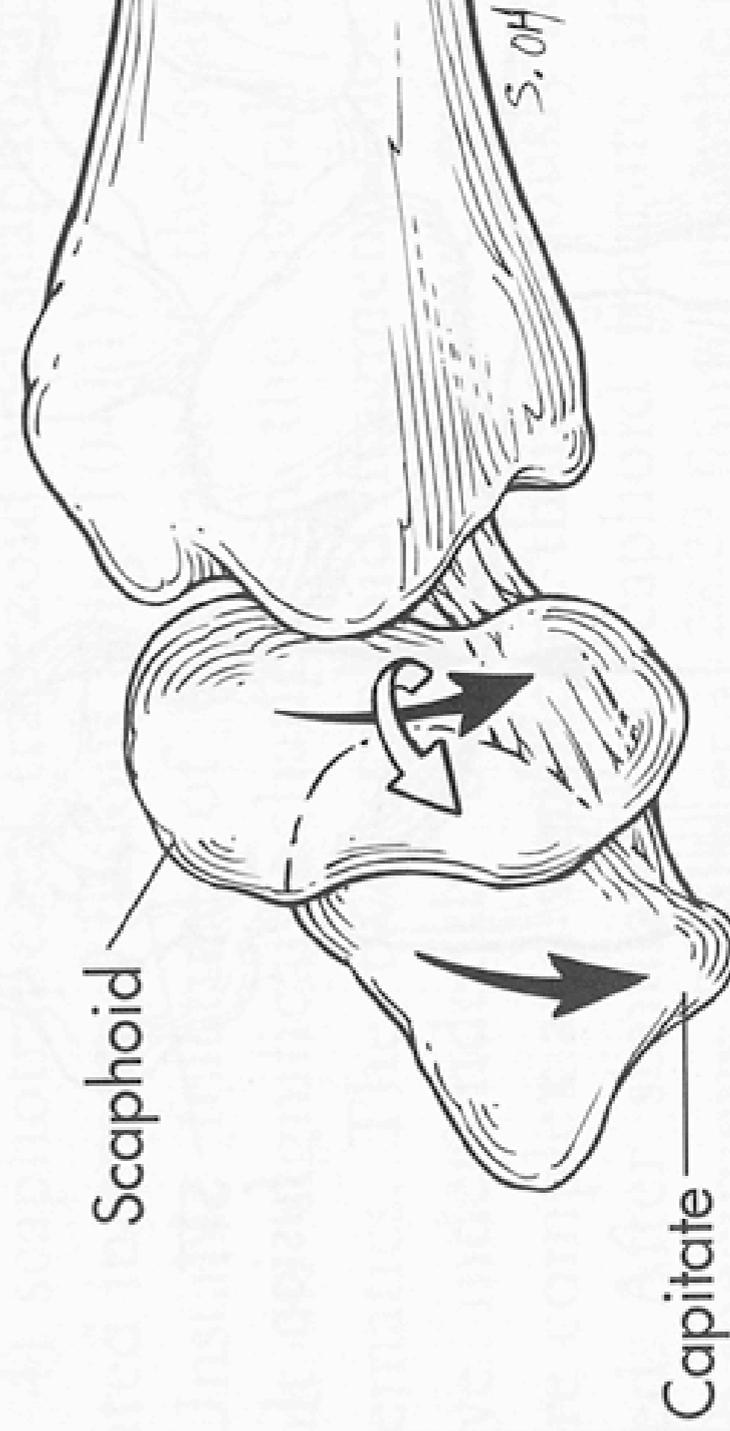


Extension

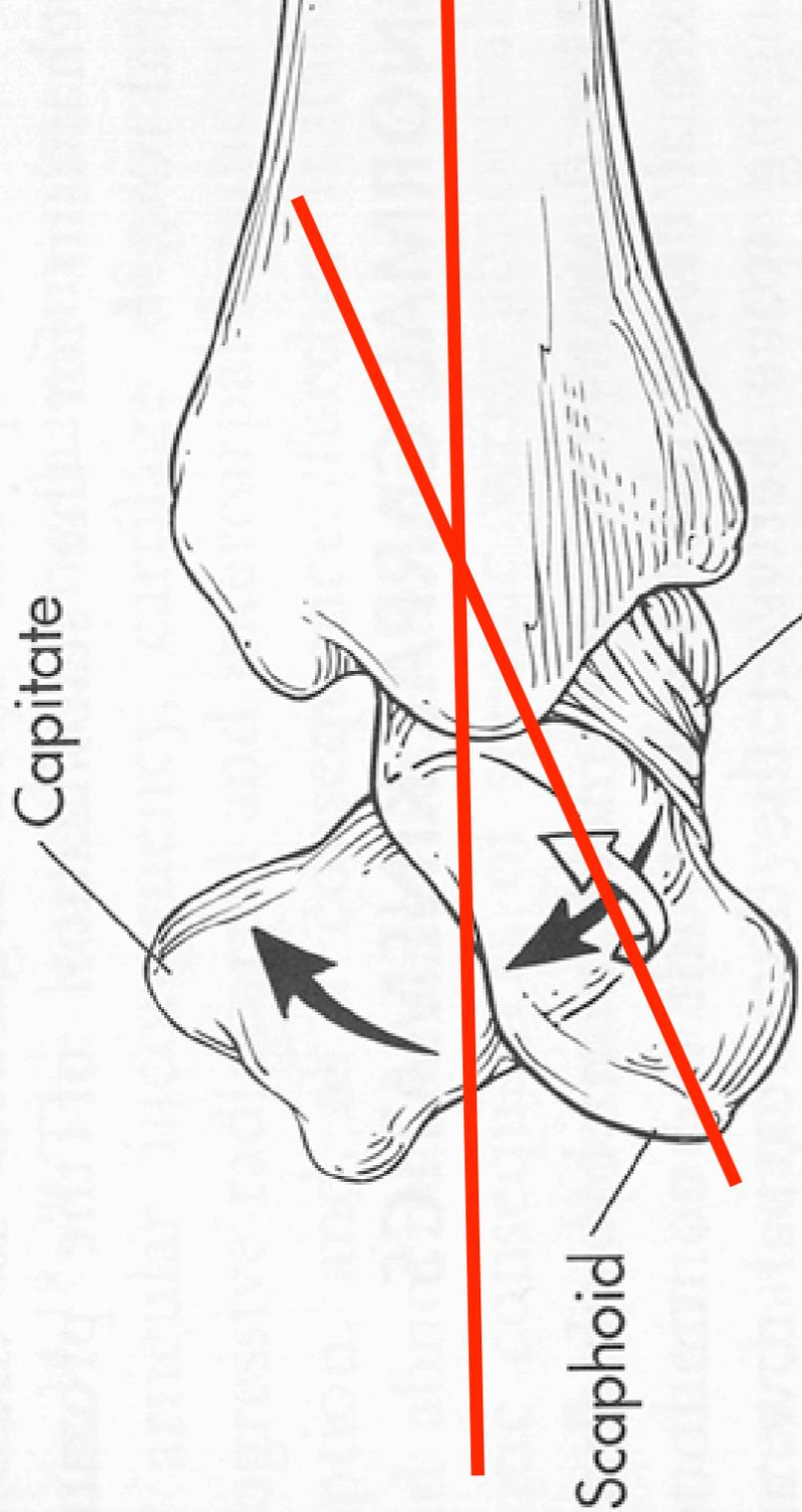
Extension



Flexion

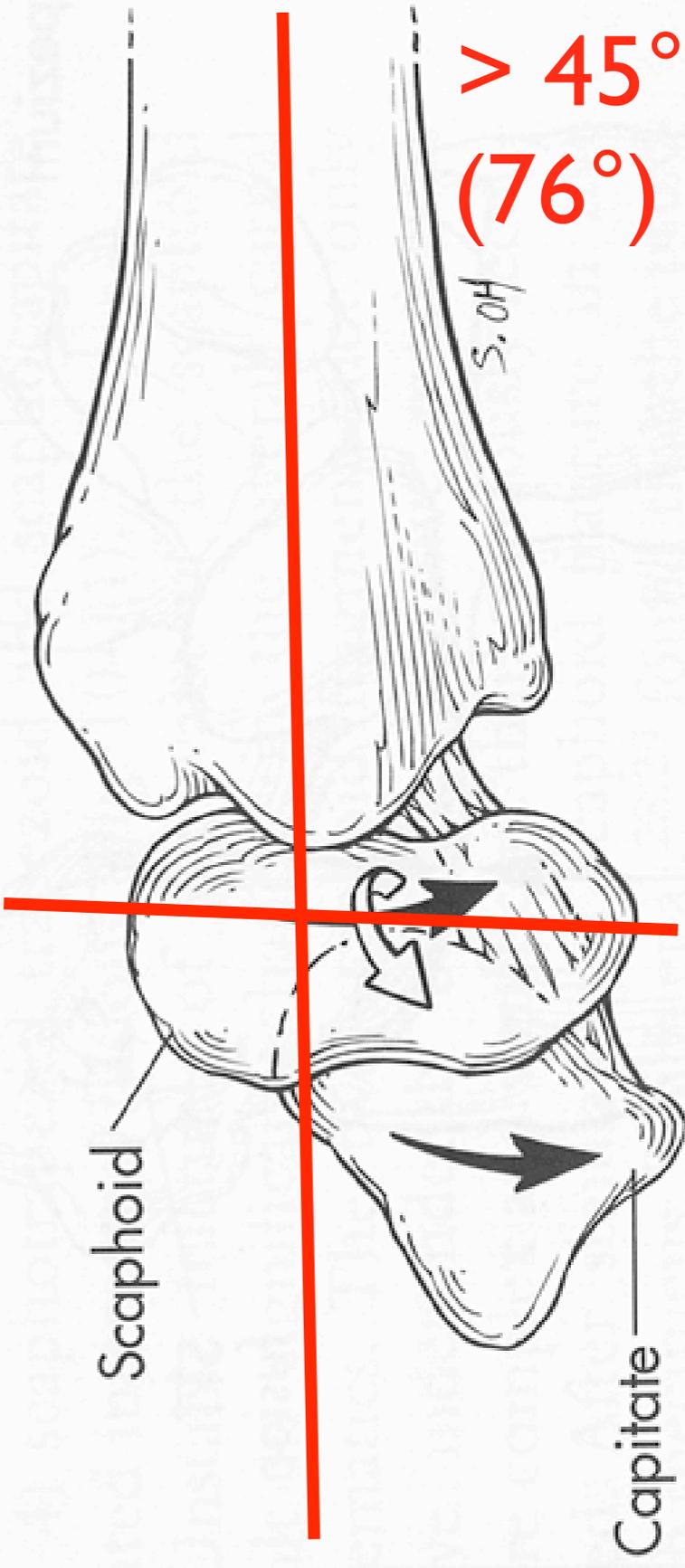


< 45°
(35°)



Radioscaphocapitate
ligament

45°



> 45°
(76°)



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

Extension



Flexion



Le lunatum

- On apprécie sa position par rapport à ses deux cornes



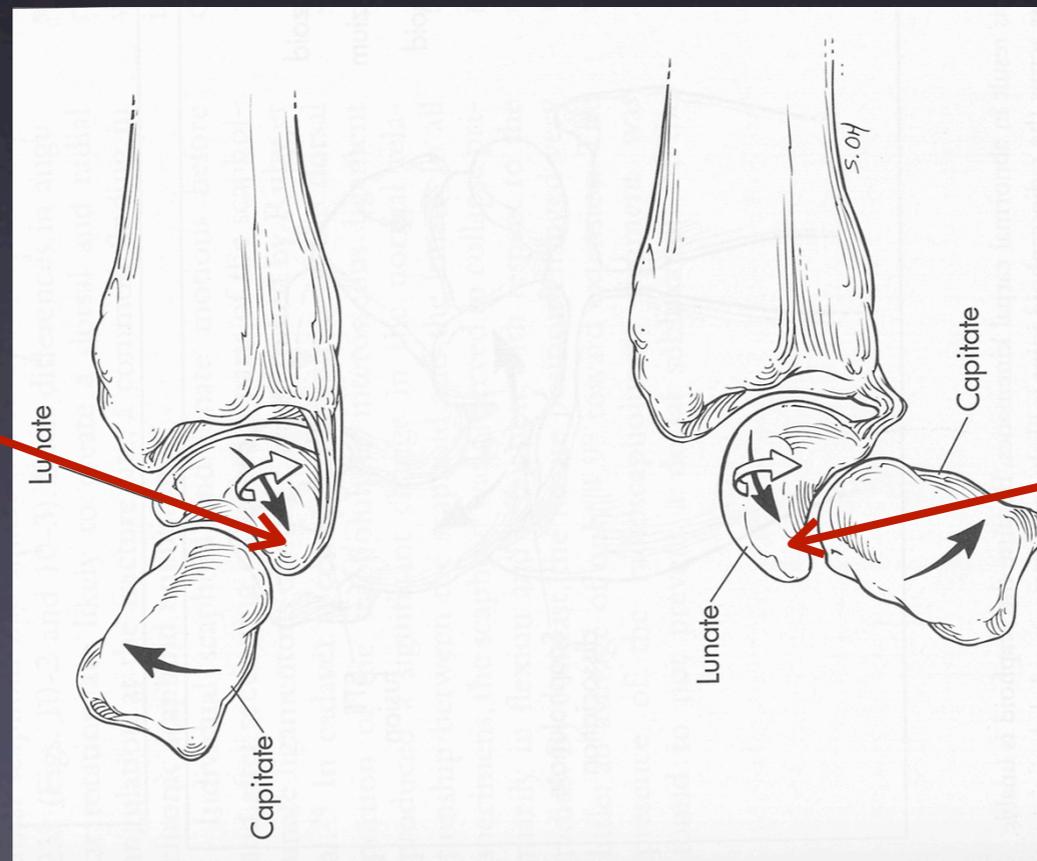
Le lunatum

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



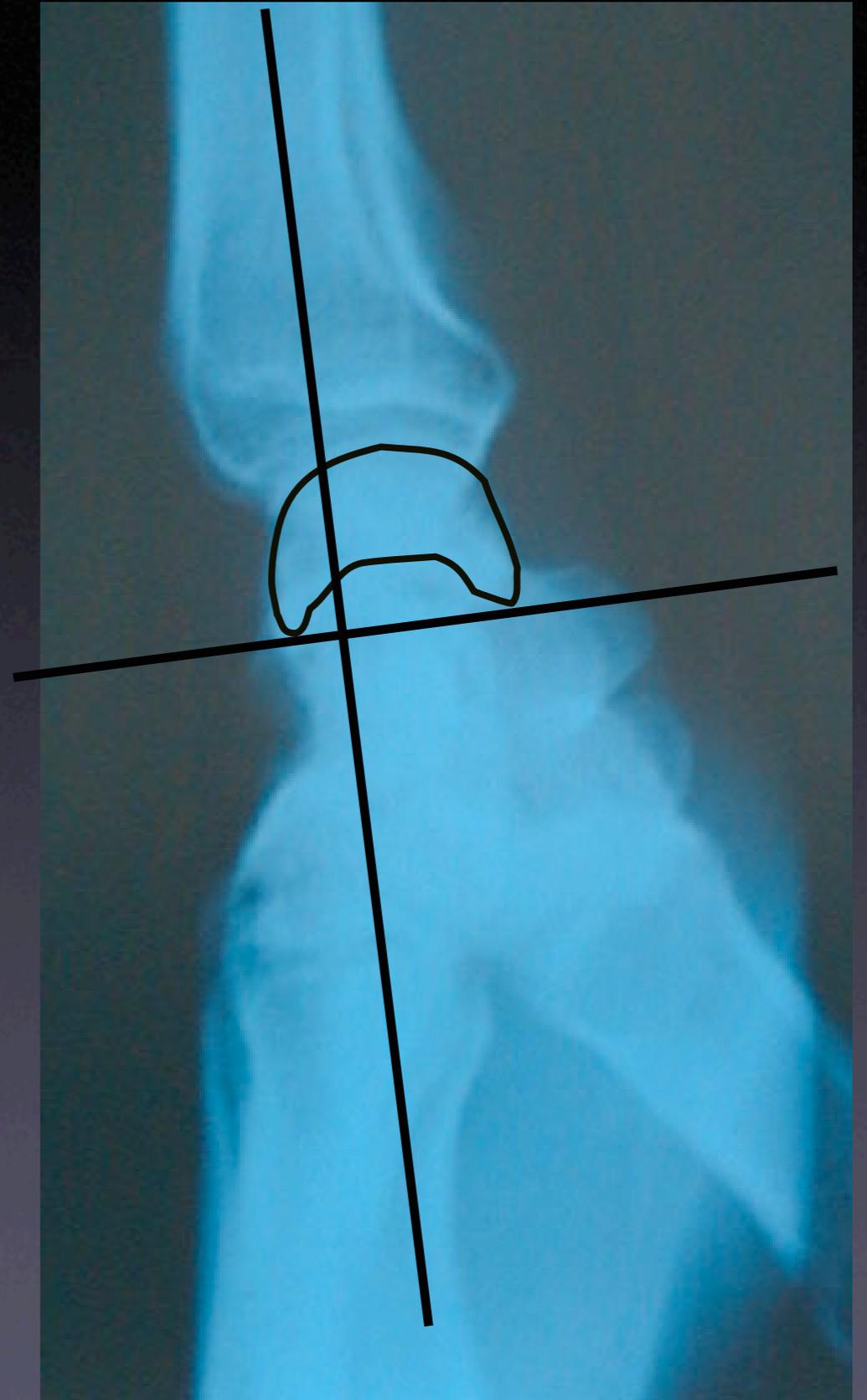
Le lunatum

- 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° 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)



Le triquetrum

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



Le triquetrum

- En flexion, le triquetrum monte sur l'hamatum: il se fléchit, se dorsalise et se radialise
- En extension, le triquetrum "descend", se ventralise et se médialise sur l'hamatum



Extension



Flexion





Les mouvements sont cependant plus complexes

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

Les mouvements se font dans trois axes

- Lors de l'extension le scaphoïde s'étend (50°) mais a également un mouvement de supination (6°) et d'inclinaison radiale (4°)
- En flexion, le scaphoïde se fléchit (58°), s'incline du côté ulnaire (18°) et en pronation (10°)
- Ces mouvements complexes sont liés à la surface convexo-concave scaphocapitale, au ligament radioscaphocapitatum,...

Les mouvements se font dans trois axes

- En inclinaison radiale, le scaphoïde a une inclinaison radiale (5°), une flexion (13°) et un peu de rotation (pronation ou supination selon les sujets)
- En inclinaison ulnaire, le scaphoïde s'étend (18°), se dévie du côté ulnaire (16°) et a un mouvement de pronation (11°).

Mouvements du Poignet	Flexion	Extension	I. radiale	I. ulnaire
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°
Triquetrum	Rotation 47° (flexion + I. ulnaire)	Rotation 42° (extension + I. radiale + Supination)	Rotation 12° (I. radiale + flexion)	Rotation 23° (I. Ulnaire + extension)

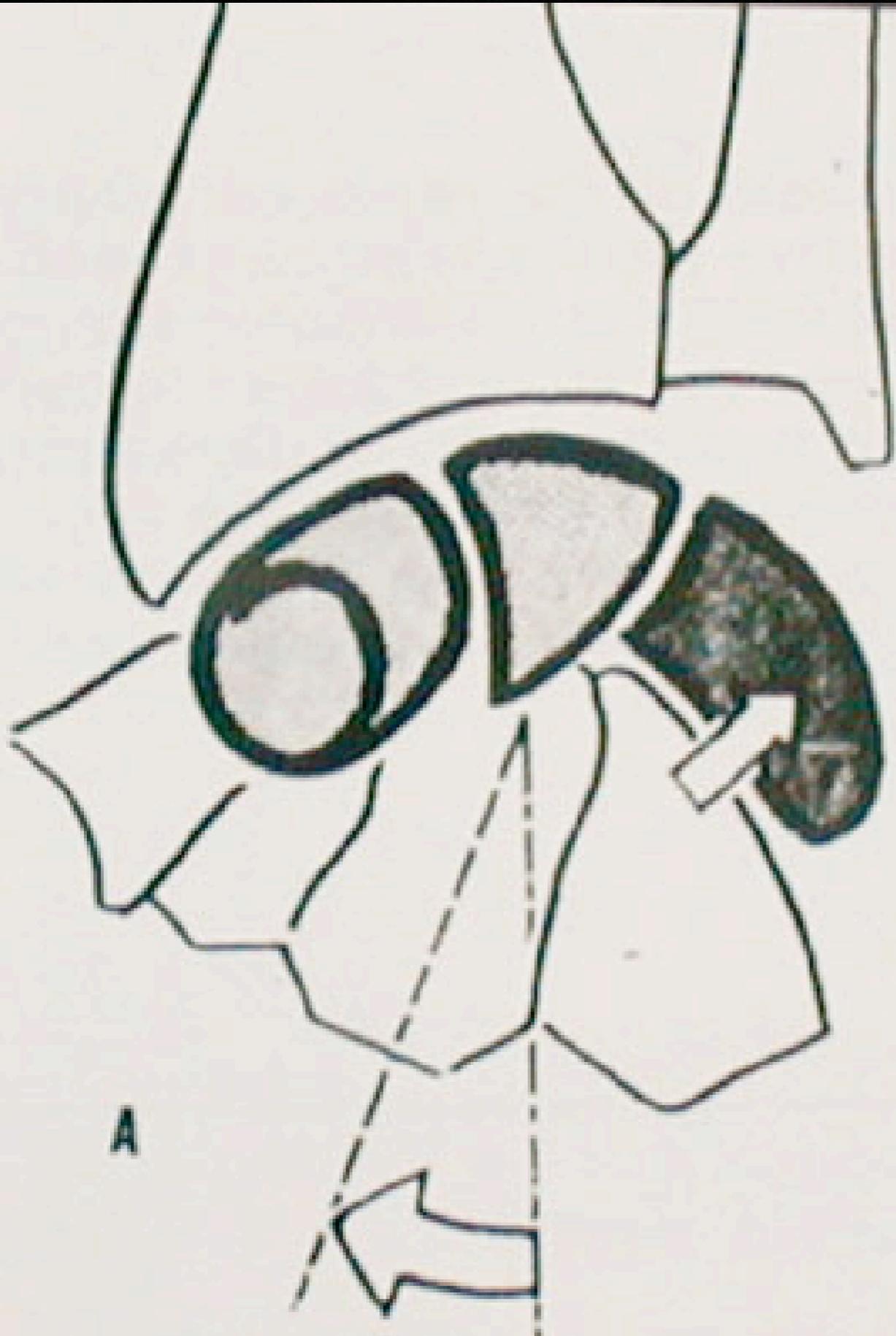
Mouvements du Poignet	Flexion	Extension	I. radiale	I. ulnaire
Scaphoide	Flexion 58° I. ulnaire 18° Pronation 10°	Extension 50° Supination 6° I. radiale 4°	I. radiale 5° Flexion 13° Rotation	Extension 18° I. Ulnaire 16° Pronation 11°
Lunatum	Flexion 40° I. ulnaire 17°	Extension 39° Pronation 5° I. radiale 3°	Flexion 11° I. radiale 8,6° Pronation 6°	Extension 32° I. ulnaire 16° Supination 5°
Triquetrum	Rotation 47° (flexion + I. ulnaire)	Rotation 42° (extension + I. radiale + Supination)	Rotation 12° (I. radiale + flexion)	Rotation 23° (I. Ulnaire + extension)

La mobilité relative des os entre eux

- Par rapport au lunatum, le scaphoïde a un arc de mobilité supérieur de 30° (80 vs 58°)
 - 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)
- Lunatum et triquetrum n'ont une mobilité entre eux que de 14° en moyenne (58 vs 71°)
 - Plus grande stabilité et moindres contraintes

Les mouvements ne sont pas dans un plan frontal

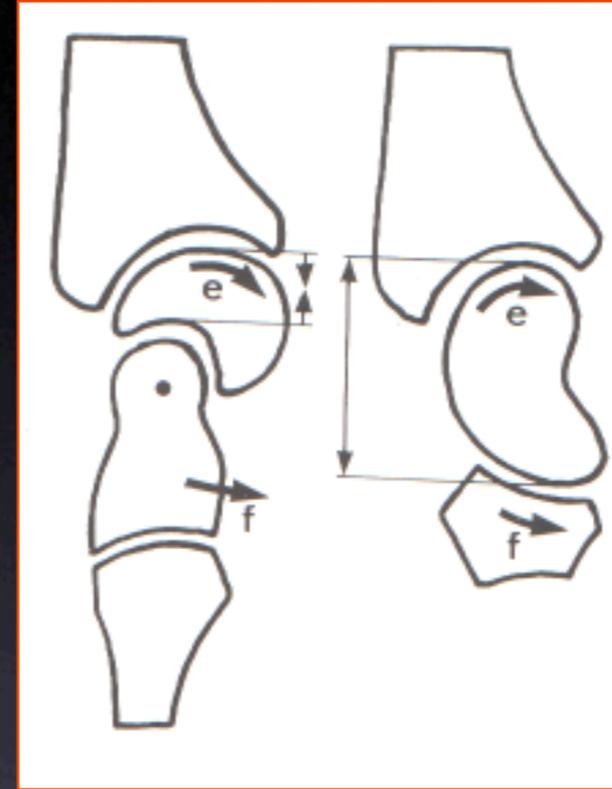
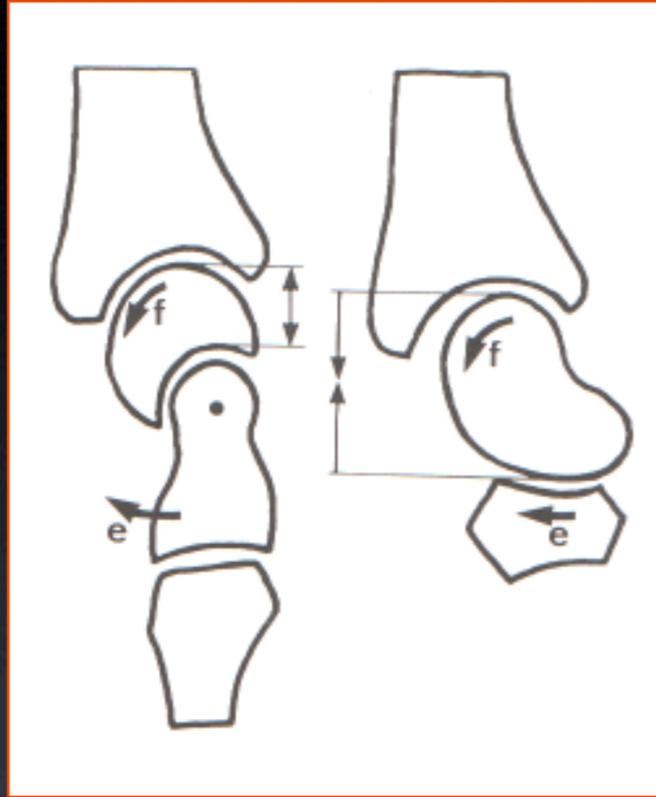
- La flexion de la première rangée s'accompagne d'une inclinaison (rotation) ulnaire
- l'extension s'accompagne d'une inclinaison (rotation) radiale



La deuxième rangée

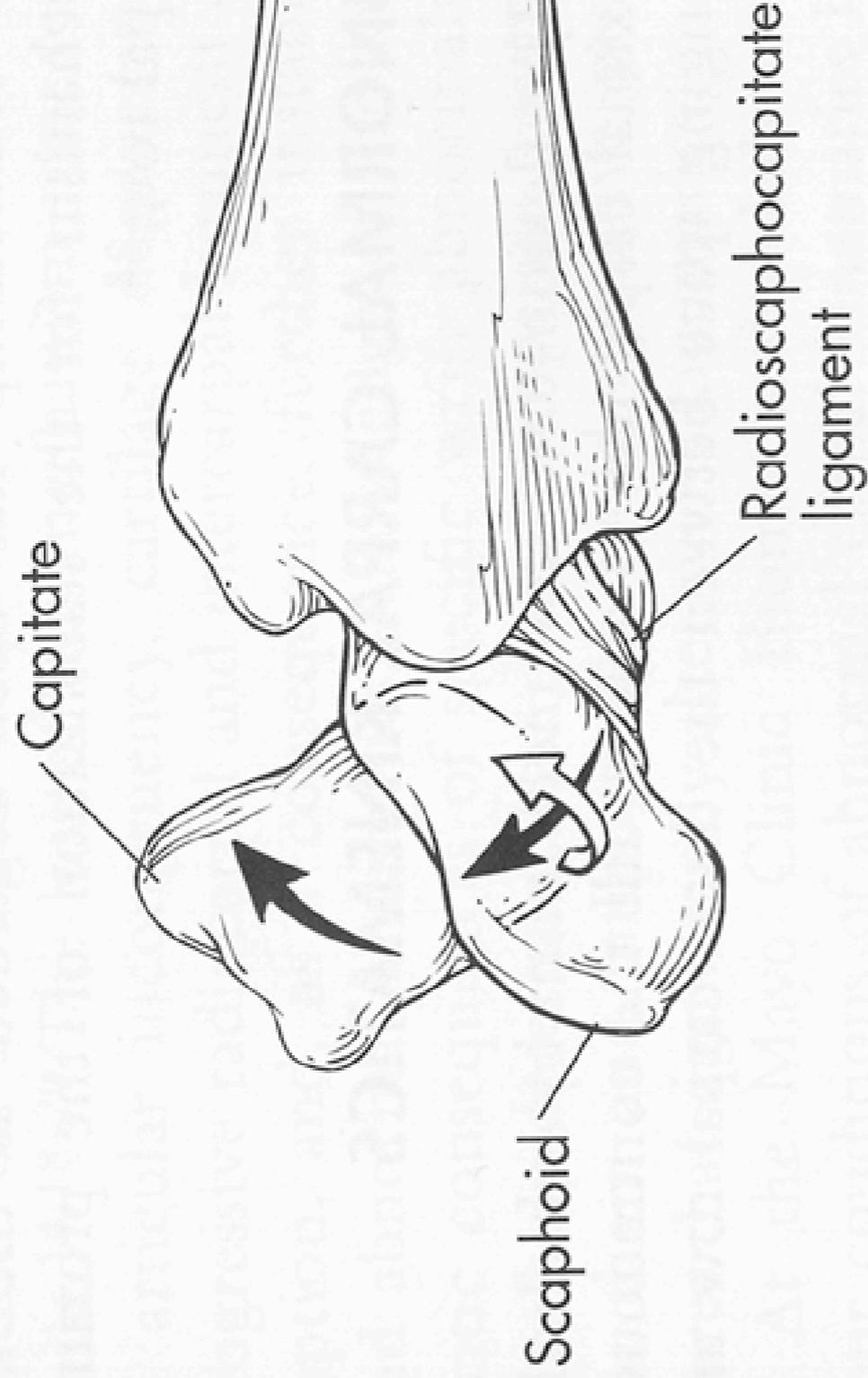
- A un mouvement identique à celui de la première rangée lors de la flexion/extension du poignet
 - Flexion du poignet = flexion R1 + R2
 - Extension du poignet = Extension R1 + R2

La deuxième rangée

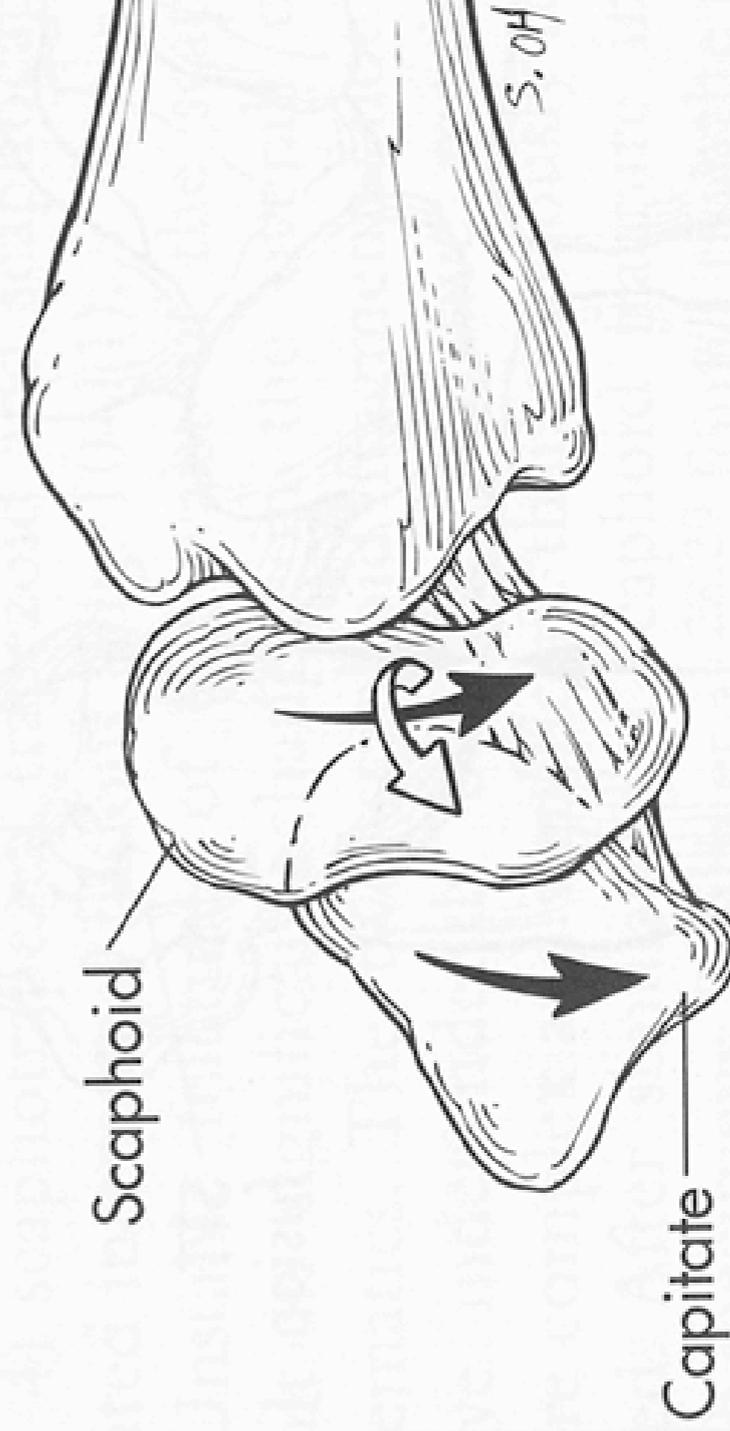


- A un mouvement opposé lors de l'inclinaison frontale
- Inclinaison radiale = Flexion R1 + Extension R2
- Inclinaison ulnaire = Extension R1 + Flexion R2

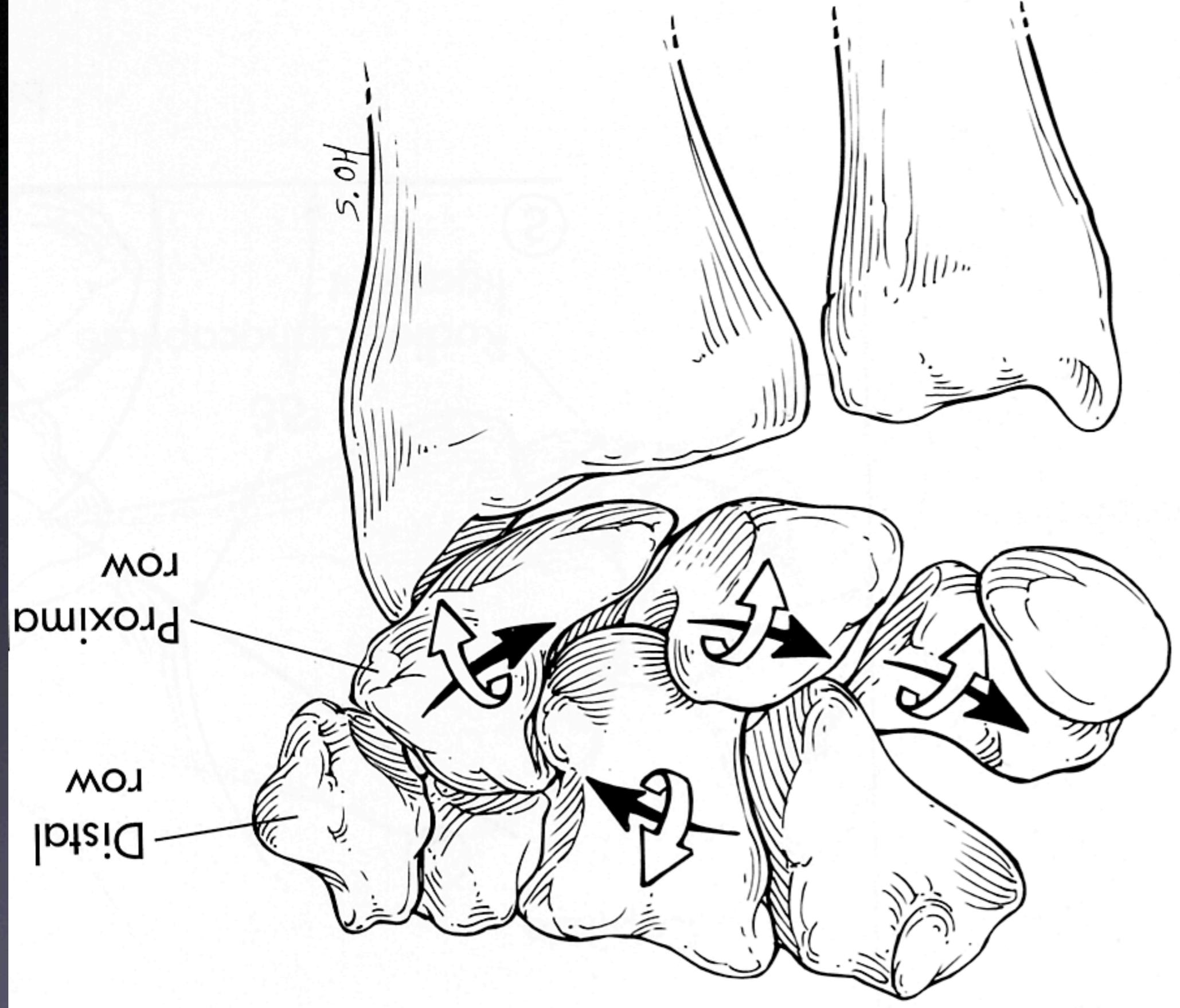
Extension



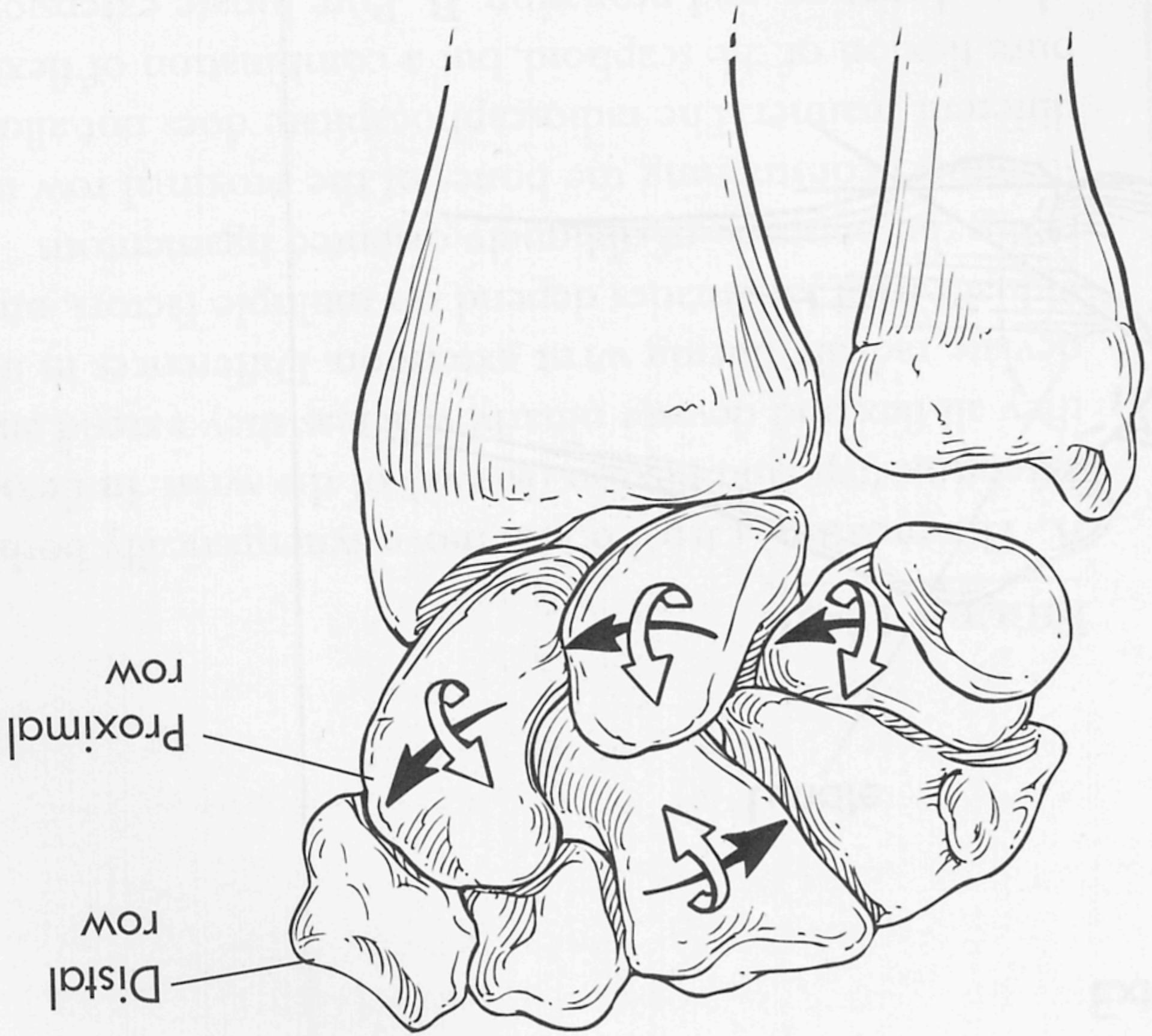
Flexion



Radial deviation



Ulnar deviation



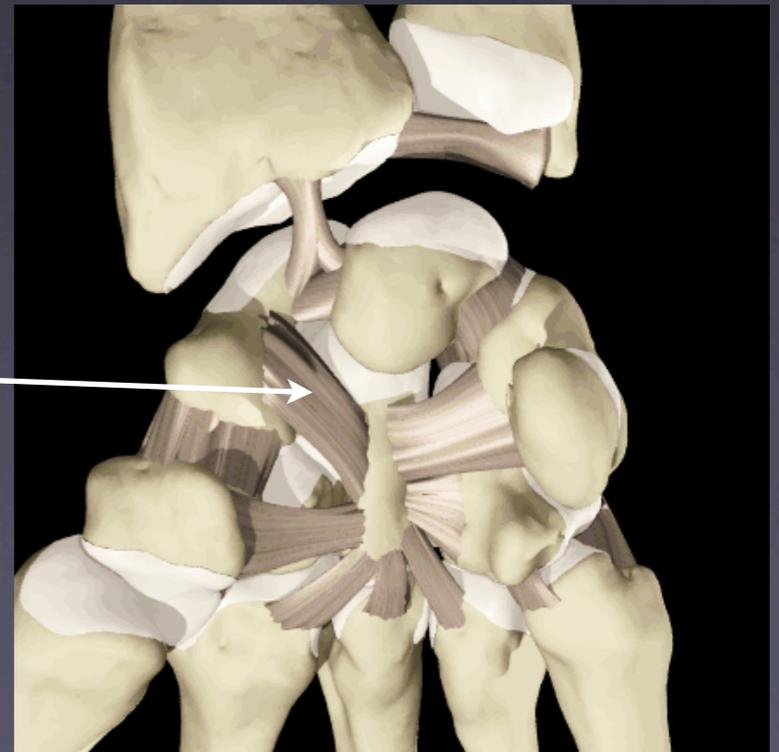
Proximal row

Distal row

Rôle des ligaments

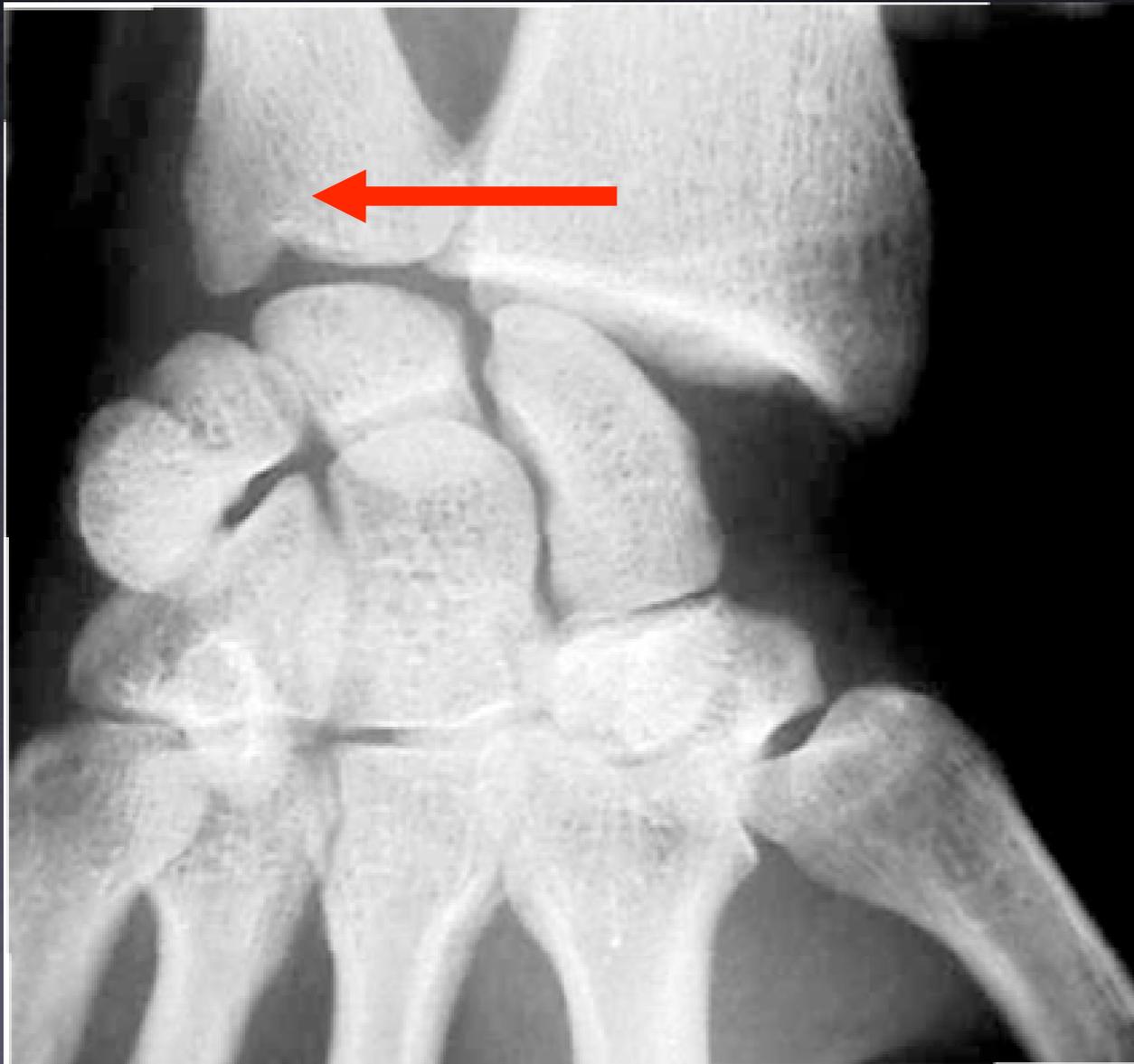


- La mobilité normale des os du carpe dépend des ligaments
- Interosseux
- Capsulaires



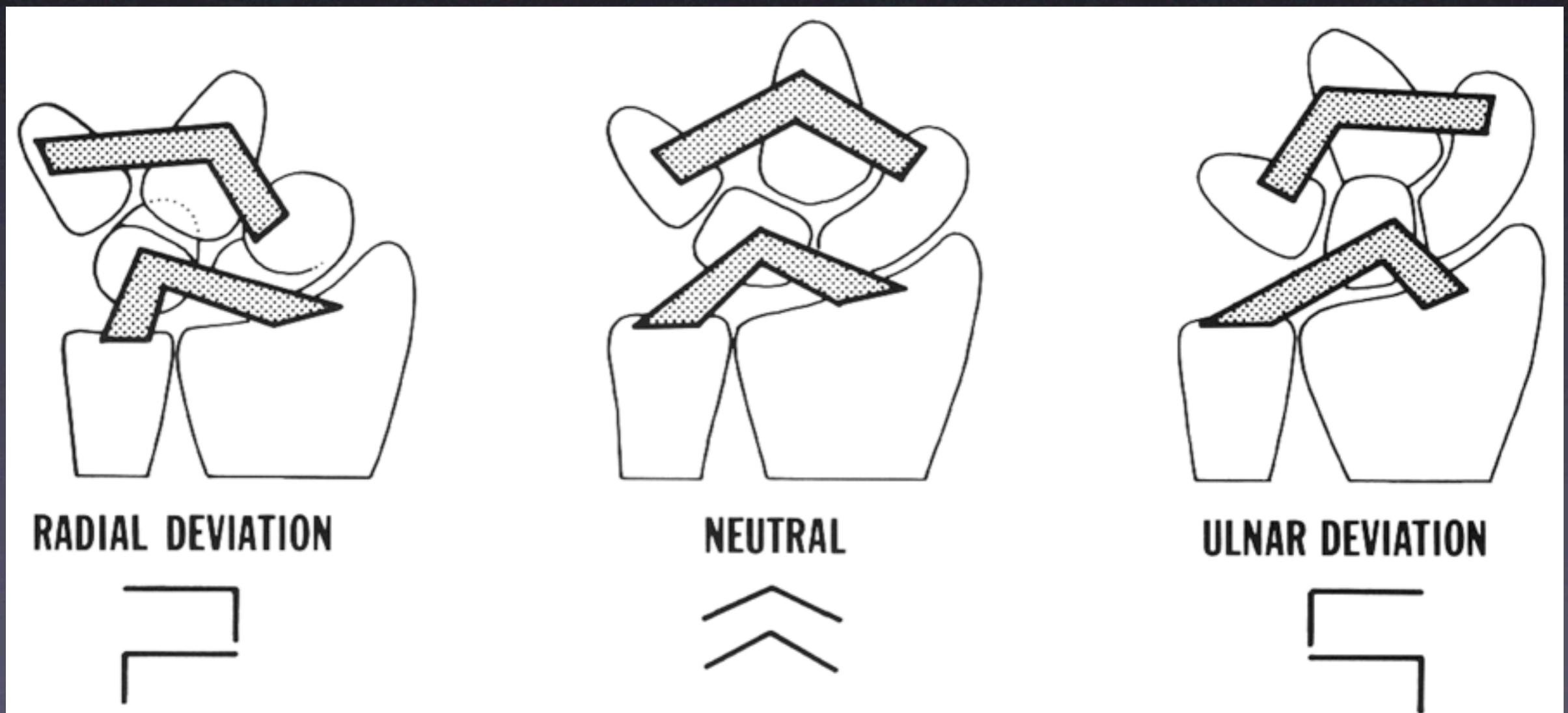
Les ligaments capsulaires

- Contrôlent la translation ulnaire et antérieure du carpe



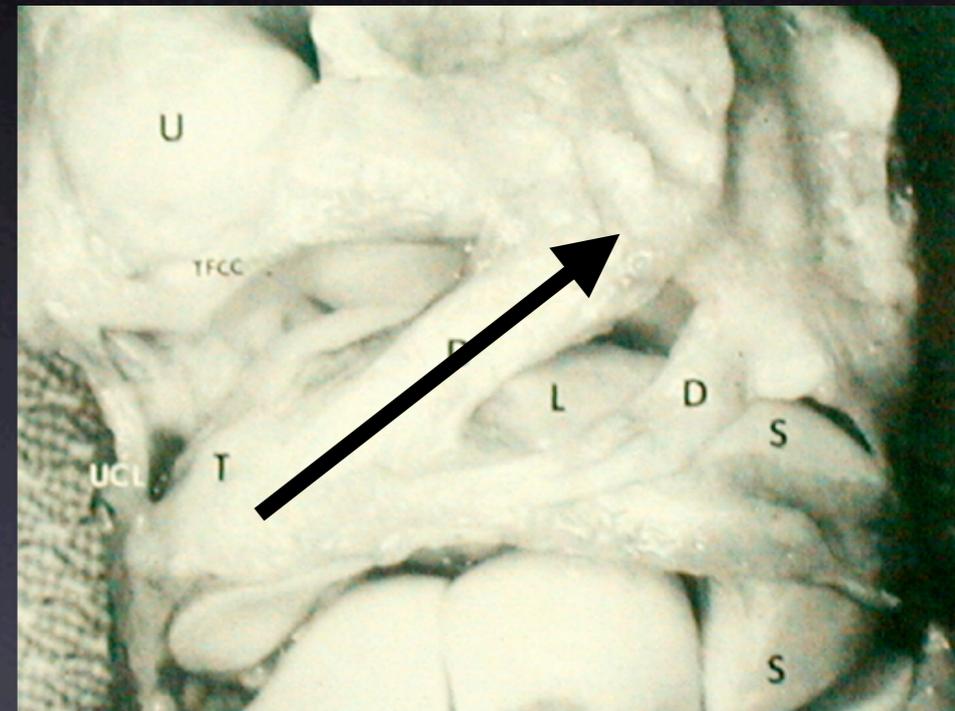
Les ligaments capsulaires

- Guident une rangée sur l'autre



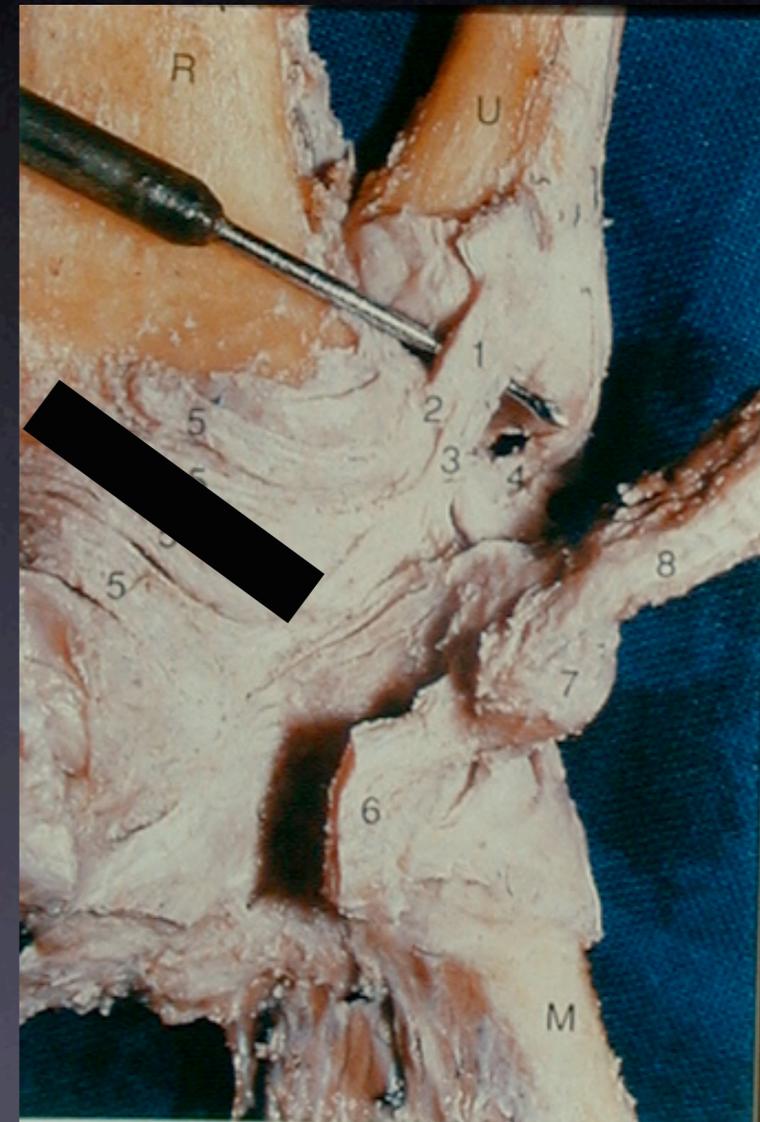
La flexion

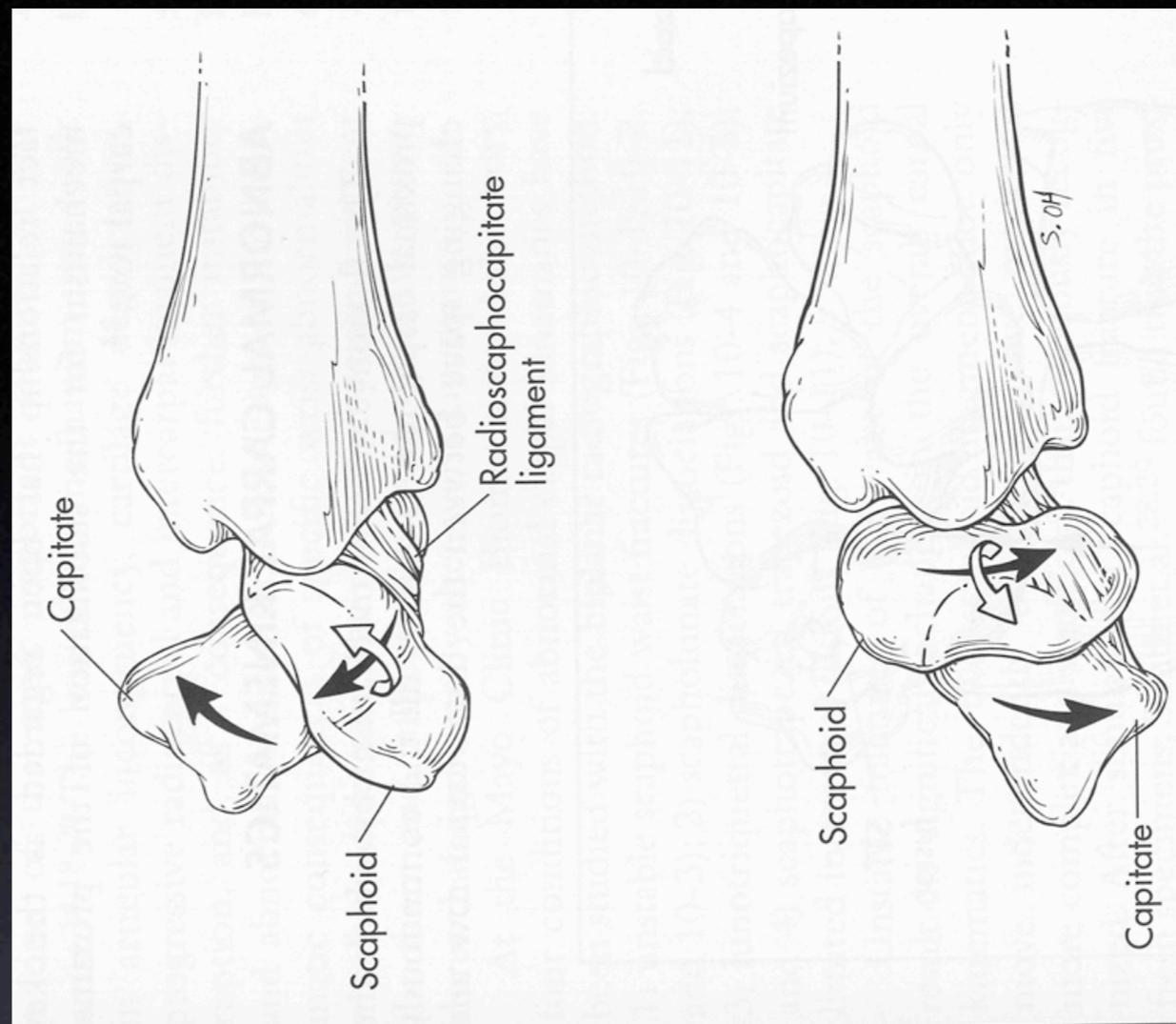
- La contraction du FCR (+FCU) entraîne la deuxième rangée en flexion
- La mise en tension du ligament radio-triquetral postérieur entraîne le triquetrum en position haute (flexion)
- La flexion du triquetrum entraîne la flexion du lunatum puis du scaphoïde



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)





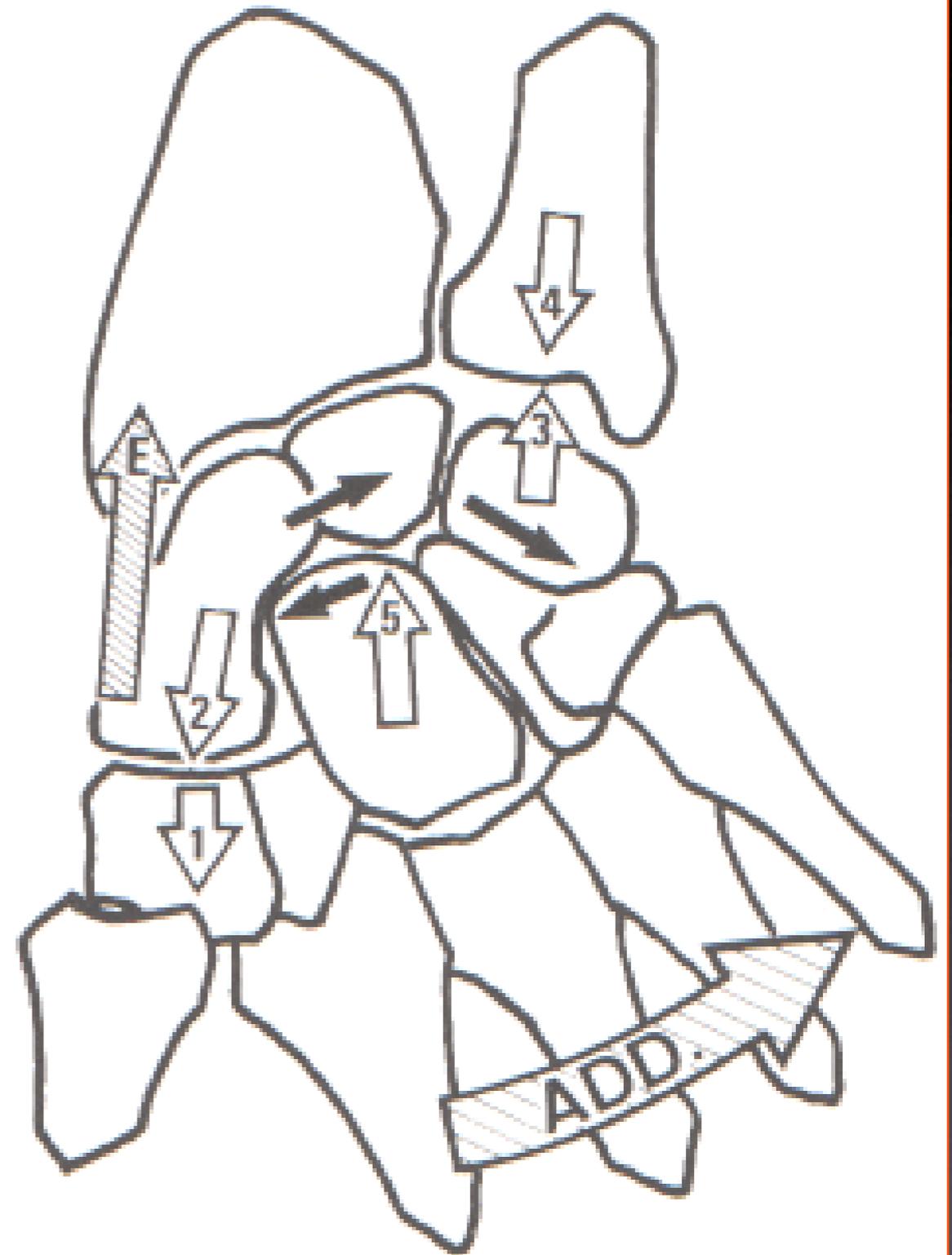
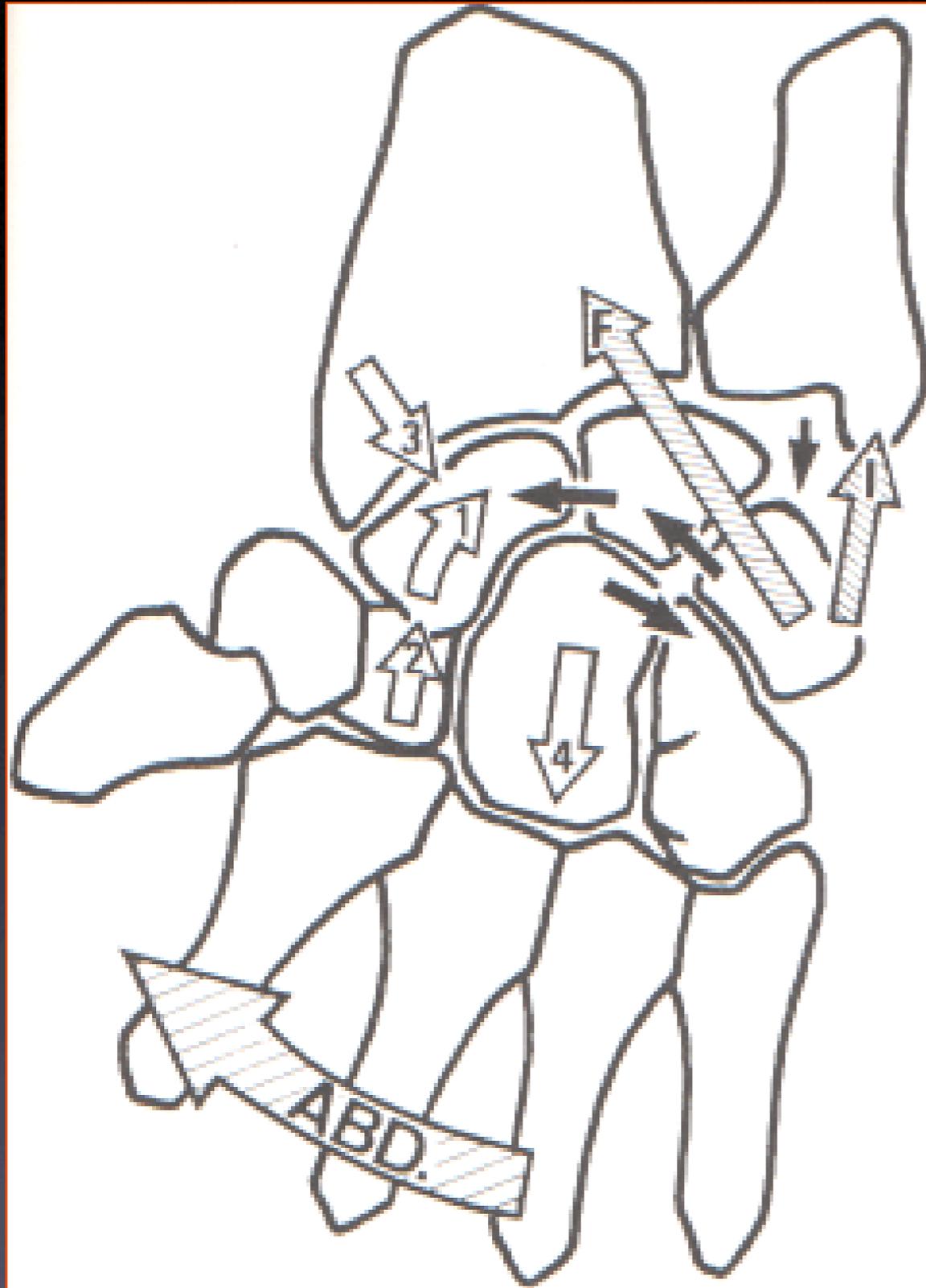
- La mise en tension du ligament radio-scapho-capitatum entraîne le scaphoïde en extension (mais le triquetrum en flexion)
- L'extension du scaphoïde entraîne l'extension du lunatum puis du triquetrum

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



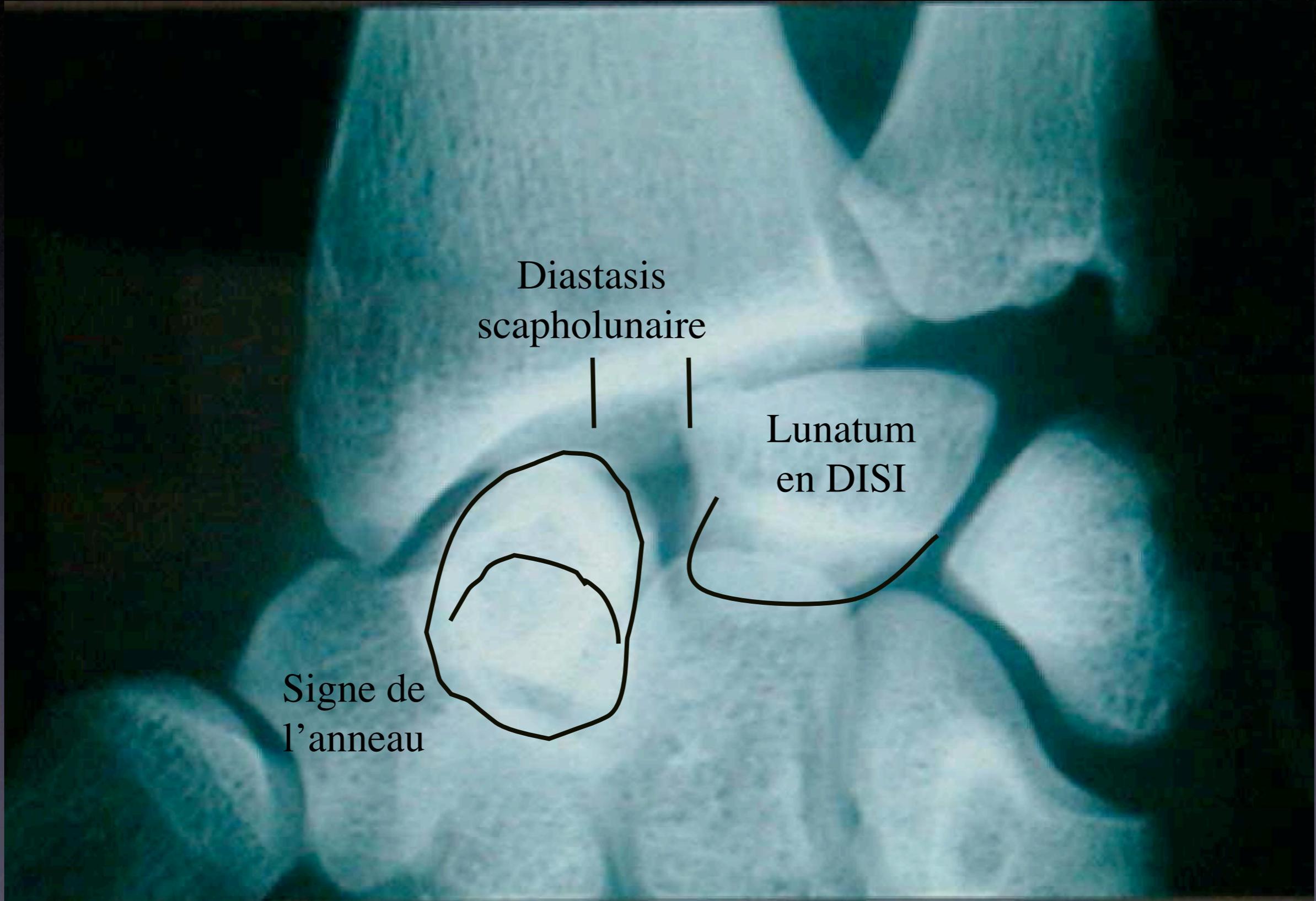
Lors d'une lésion scapho-lunaire

- 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

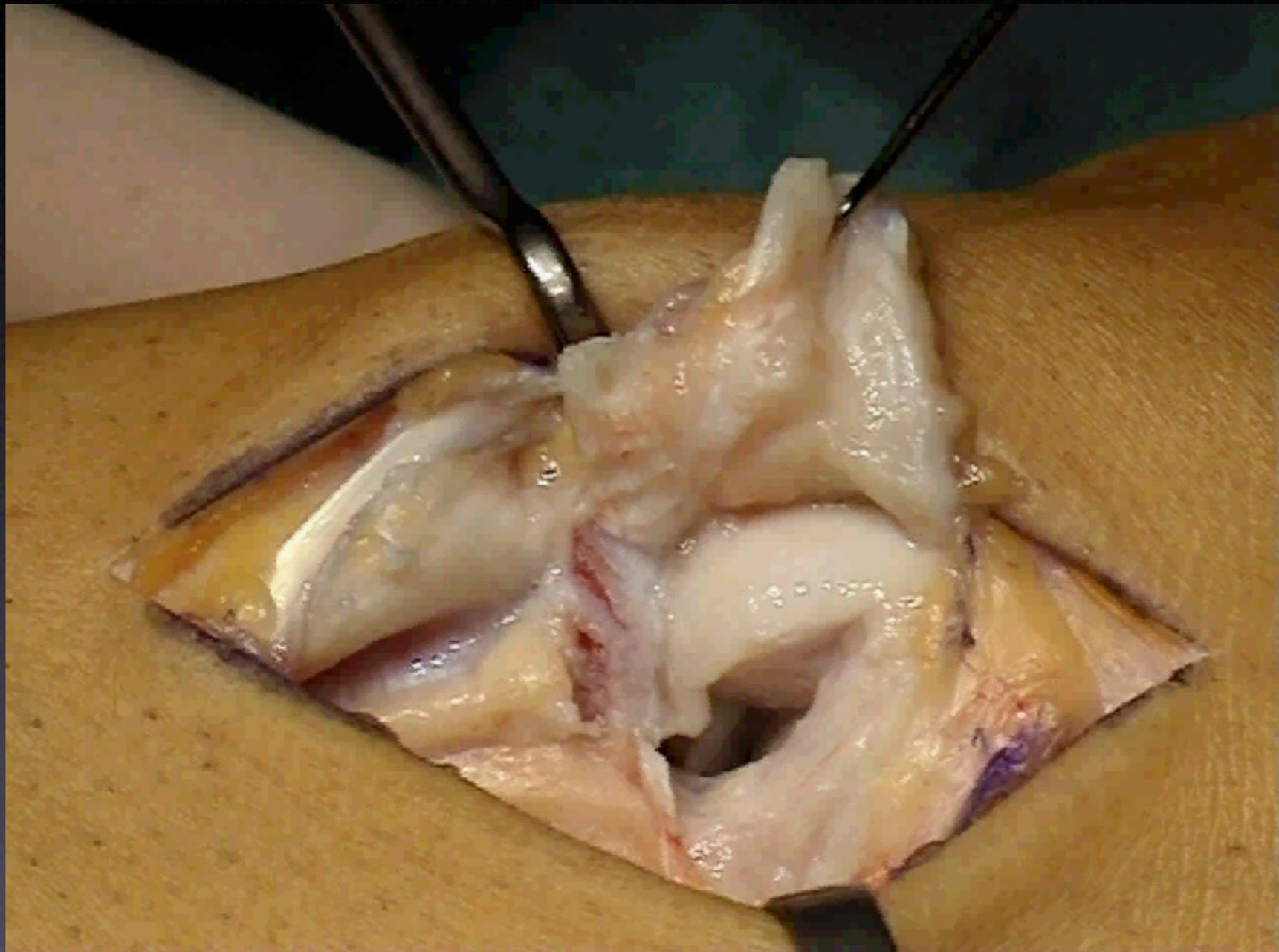
Lunatum
en DISI

Signe de
l'anneau









Lors d'une lésion triquetro-lunaire

- Le triquetrum “isolé” se positionne préférentiellement en extension
- Le bloc lunatum-scaphoïde “libéré” se positionne préférentiellement en flexion (VISI)

L'instabilité médio-carpienne

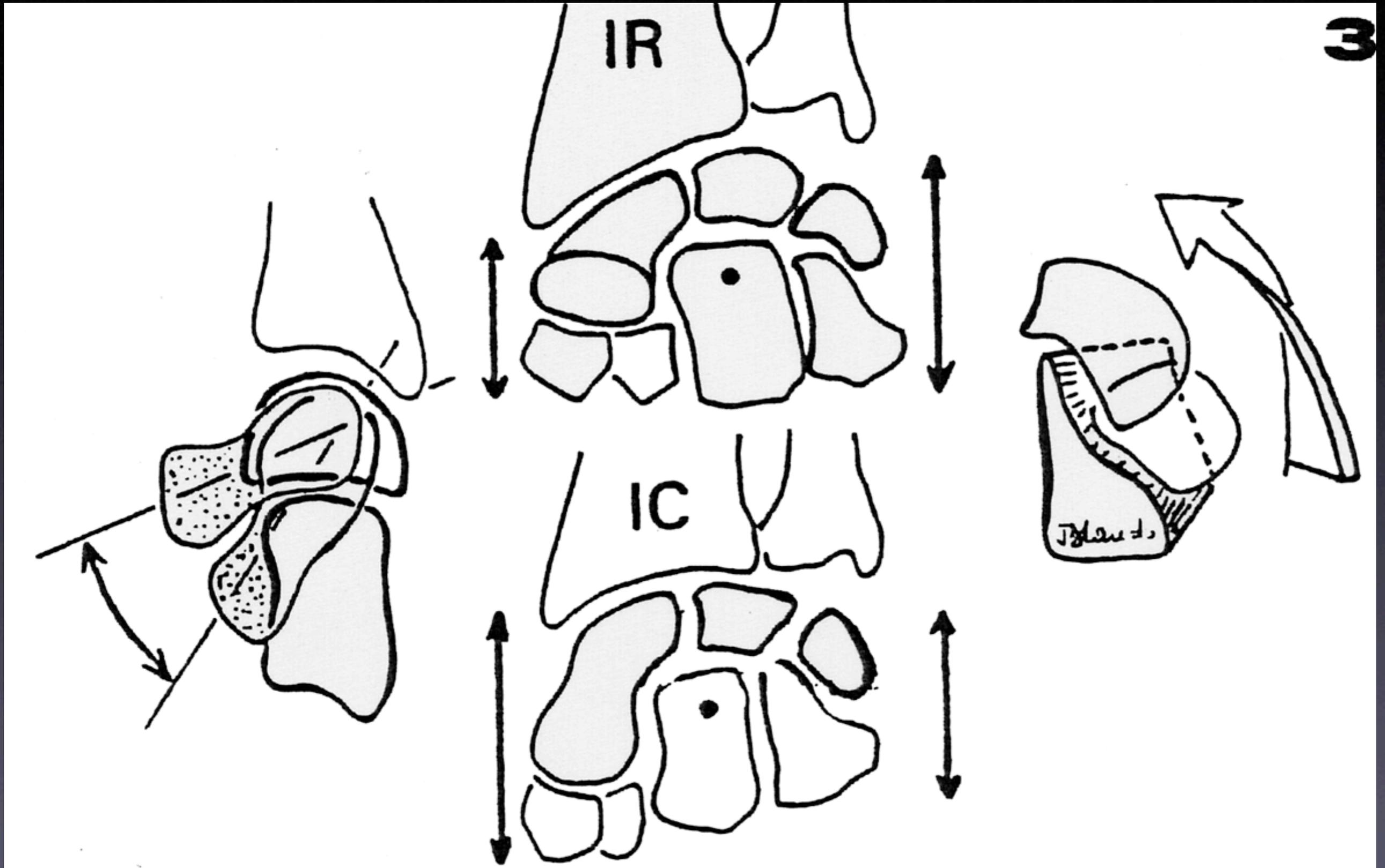


- Les lésions ligamentaires responsables sont très mal connues (travaux contradictoires)
- Le ressaut médio-carpien correspond au passage brutal (et non pas harmonieux) de la première rangée d'une position (flexion ou extension) à une autre

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

Le rôle de cette physiologie complexe





Ce qu'il faut retenir

- On parle de carpe à géométrie variable mais le mouvement de l'ensemble des os de la 1^{ère} 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