

BIOMÉCANIQUE DU COMPLEXE DE L'ÉPAULE

An anatomical diagram of the human shoulder complex. The diagram shows a green silhouette of a human torso and head. The right arm is extended horizontally to the right. The left arm is raised and bent at the elbow, with the hand pointing upwards. The bones of the arm are color-coded: the humerus is red, the radius and ulna are purple, and the forearm bones are green. The shoulder joint is highlighted in blue. The background is a light blue and white gradient.

Pr Gilbert VERSIER

Service de chirurgie orthopédique
Hôpital d'Instruction des armées BEGIN
94160 SAINT-MANDE
HIA Begin 91460 SAINT MANDE

L'iconographie est notamment issue des ouvrages de Mr Netter et Kapandji

PLAN

1- introduction

2- rappels anatomiques

3- les mouvements élémentaires

4- biomécanique

a- de l'abduction

b- de l'instabilité antérieure



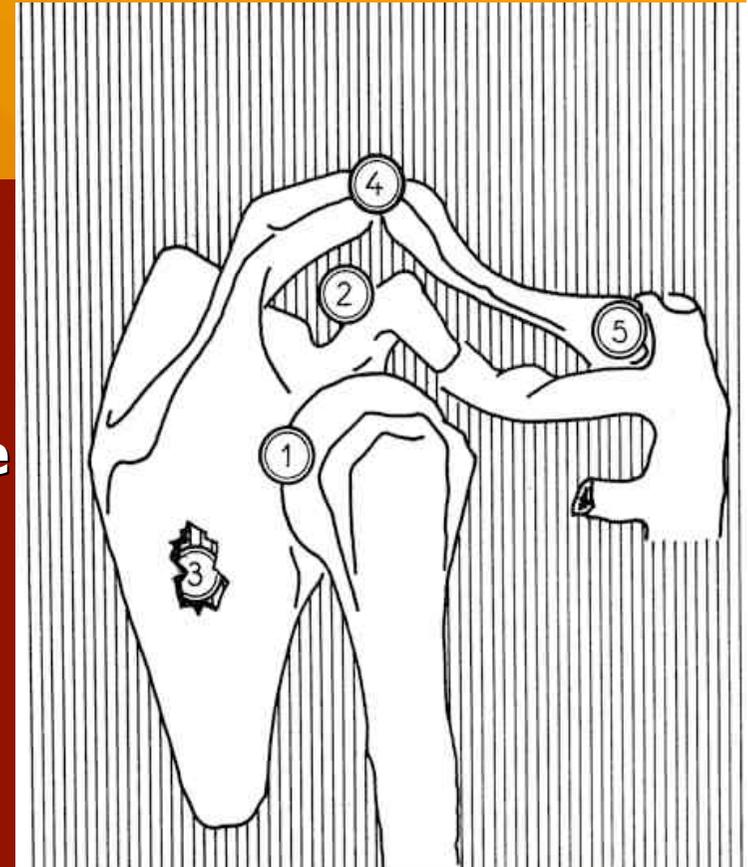
INTRODUCTION

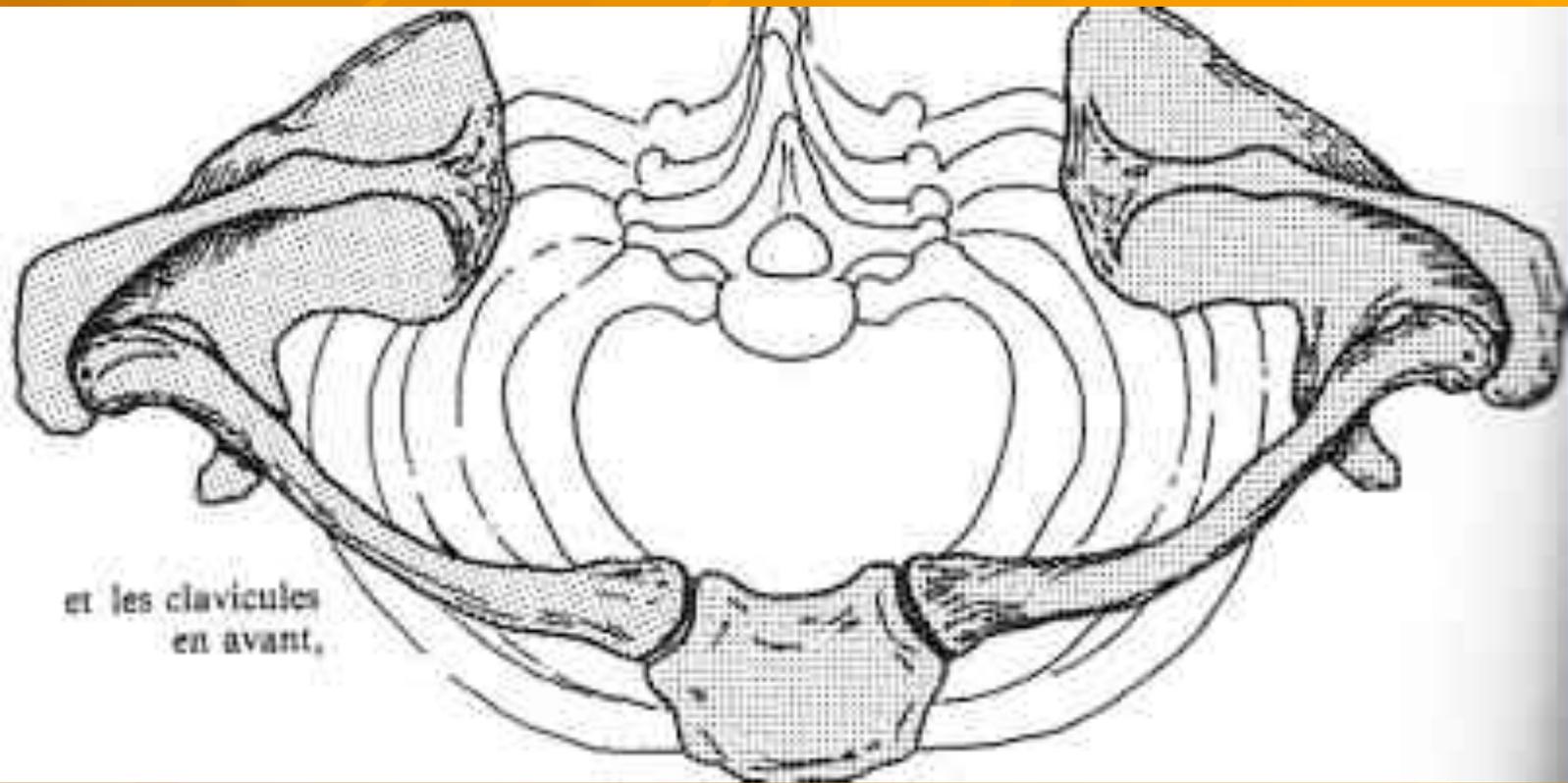
- ◆ **L'épaule est un complexe ou chaîne articulaire de 5 articulations qui réunit le membre supérieur au tronc**
- ◆ **Gléno-humérale = la plus mobile des articulations**



Complexe articulaire

- ◆ **1 = Articulation gléno humérale**
 - ◆ **2 = Articulation sous acromiale**
 - ◆ **3 = Articulation scapulo thoracique**
 - ◆ **4 = Articulation acromio claviculaire**
 - ◆ **5 = Articulation sterno claviculaire**
-
- ◆ **2 et 3 = syssarcoses**
-
- ◆ **1, 4 et 5 = ceinture scapulaire**





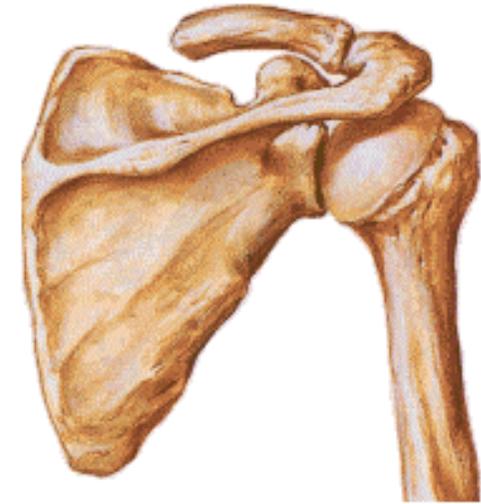
et les clavicules
en avant,

RAPPELS ANATOMIQUES

- ◆ **Ostéologie**
- ◆ **Moyens d'union passifs**
- ◆ **Moyens d'union actifs**

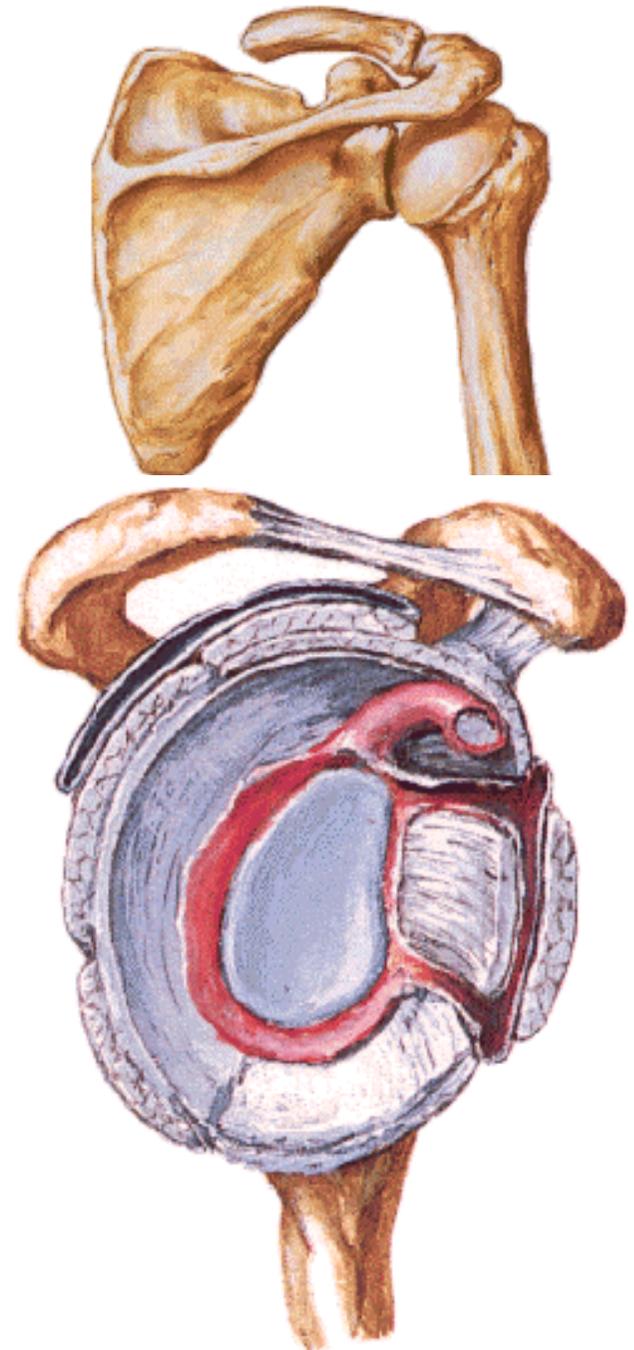
ostéologie

- ◆ **Tête humérale:**
 - Héli-sphère (D=45 mm)
 - Col anatomique (130°)
 - Médialisée
 - Rétroversée (20°)
 - En supra-structure/trochiter

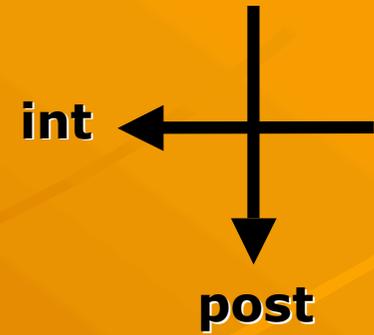
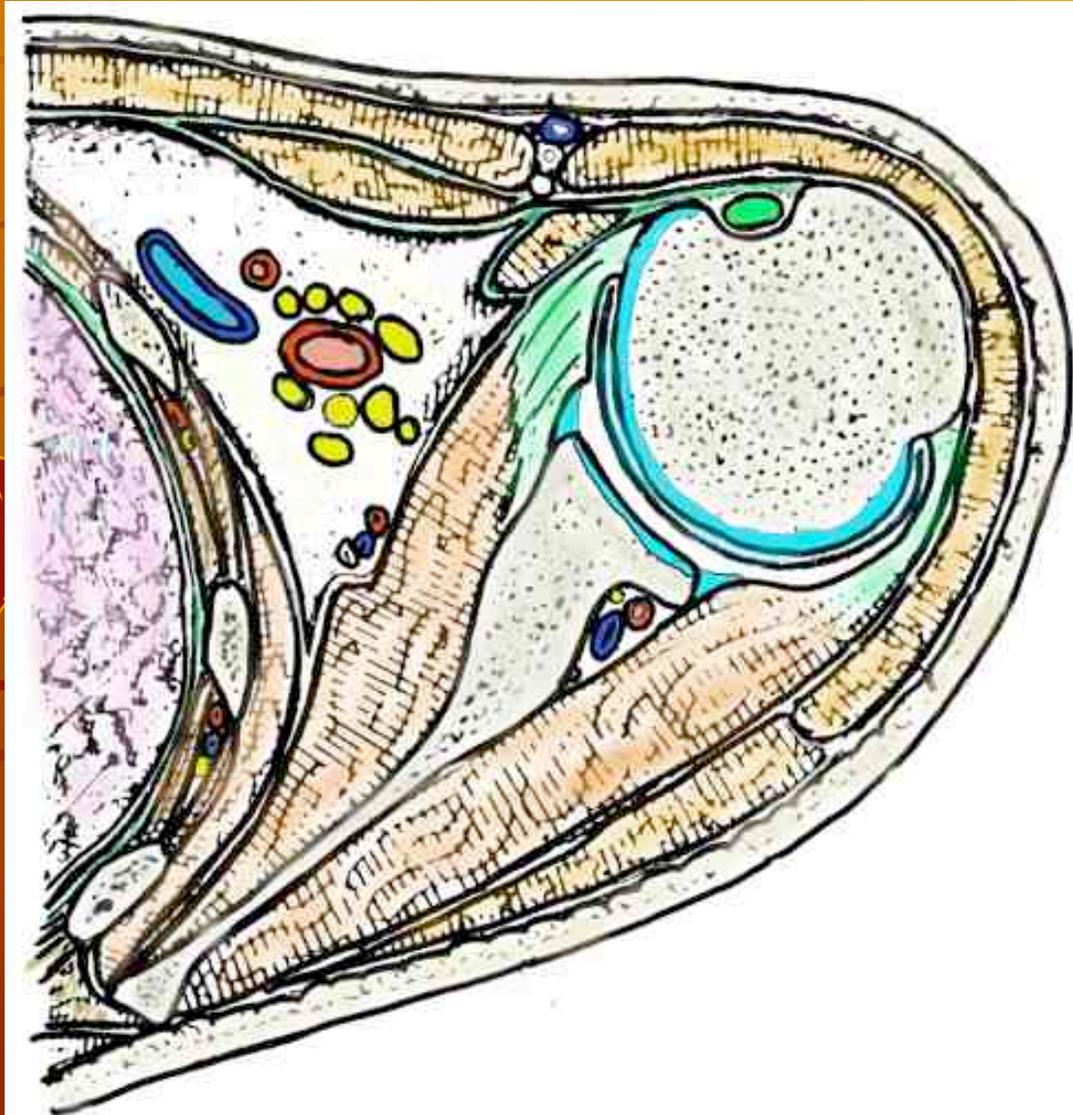


ostéologie

- ◆ **Cavité glénoïde**
 - Piriforme
 - 1/3 de la TH
 - 5° de rétroversion /axe de l'omoplate
 - 30° d'antéversion /tronc
 - Os plan
 - Cartilage concave



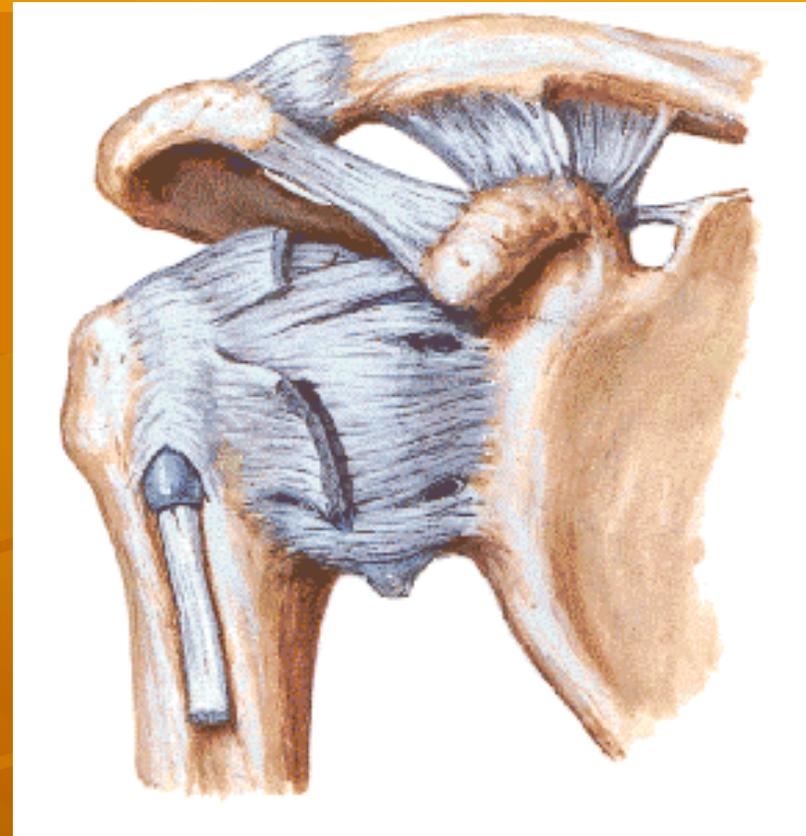
ostéologie



**Congruence
non
naturelle**

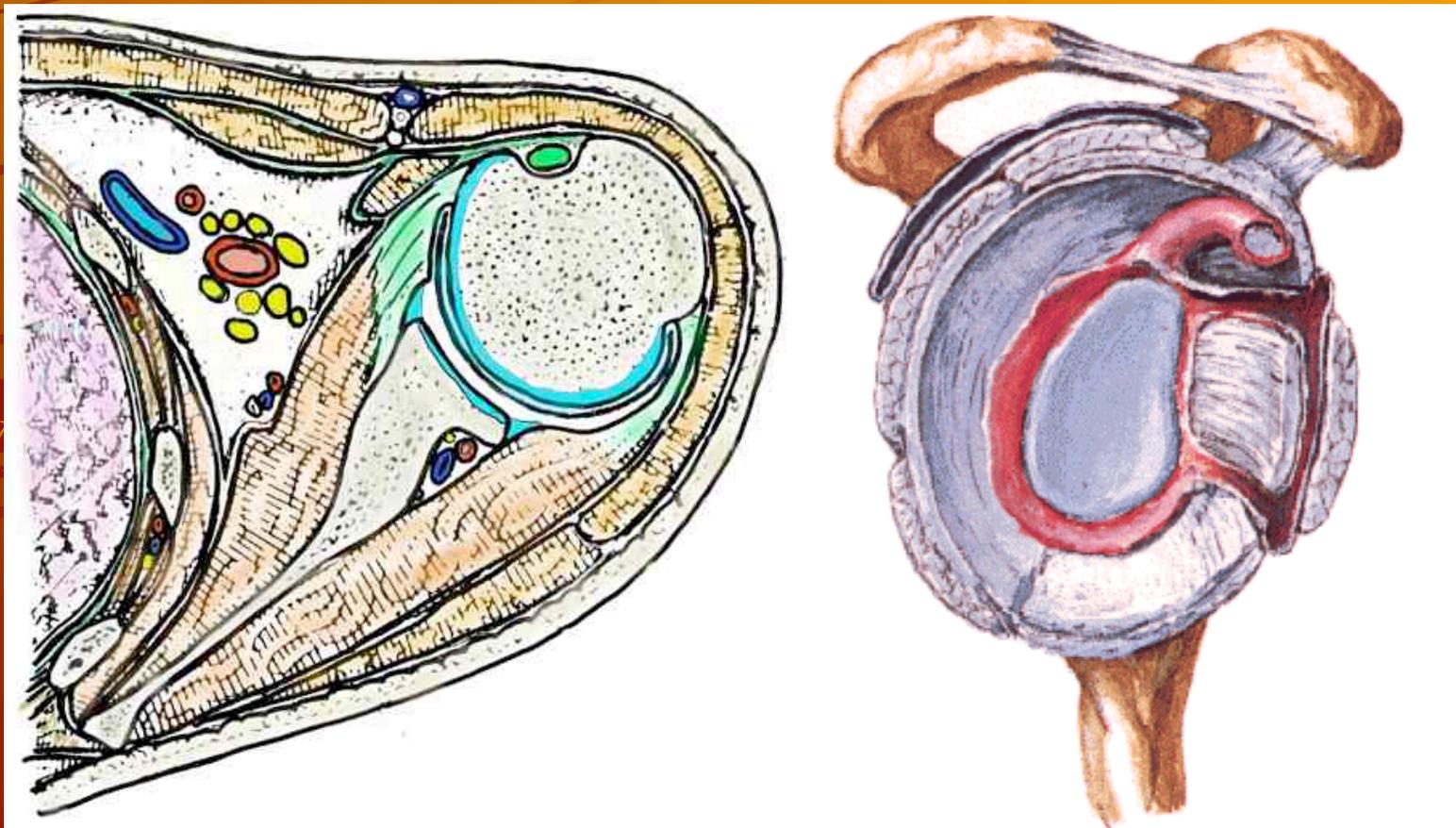
moyens d'union passifs

- ◆ **Bouffrelet glénoïdien**
- ◆ **Capsule articulaire**
- ◆ **Ligaments**



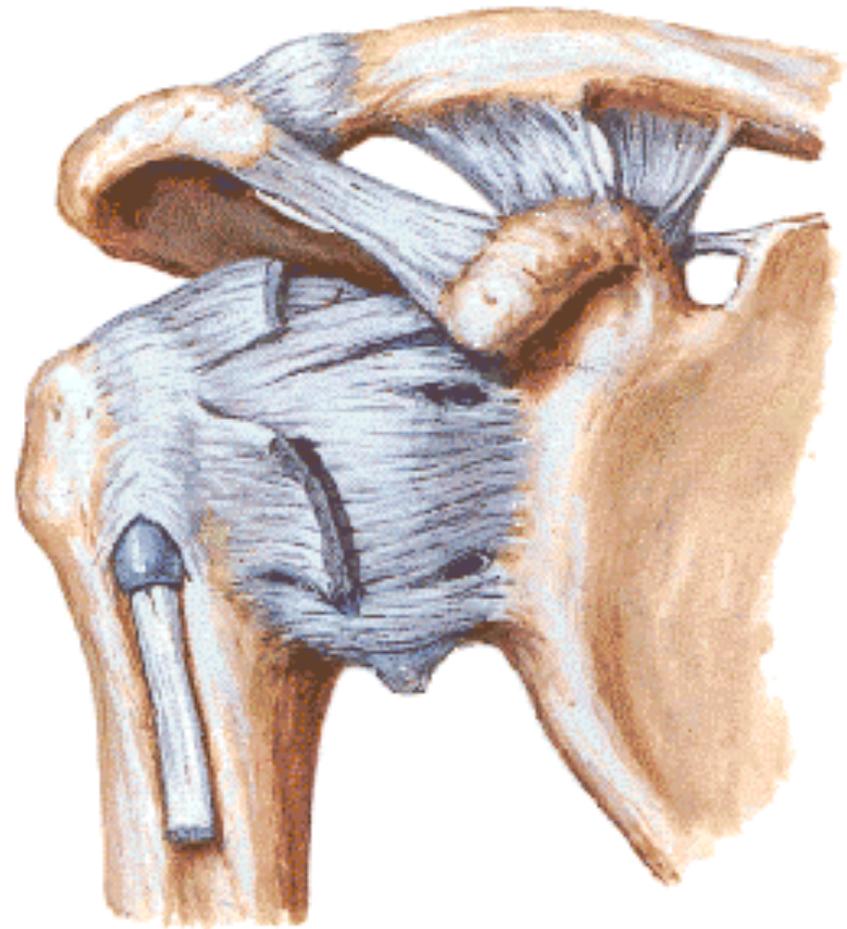
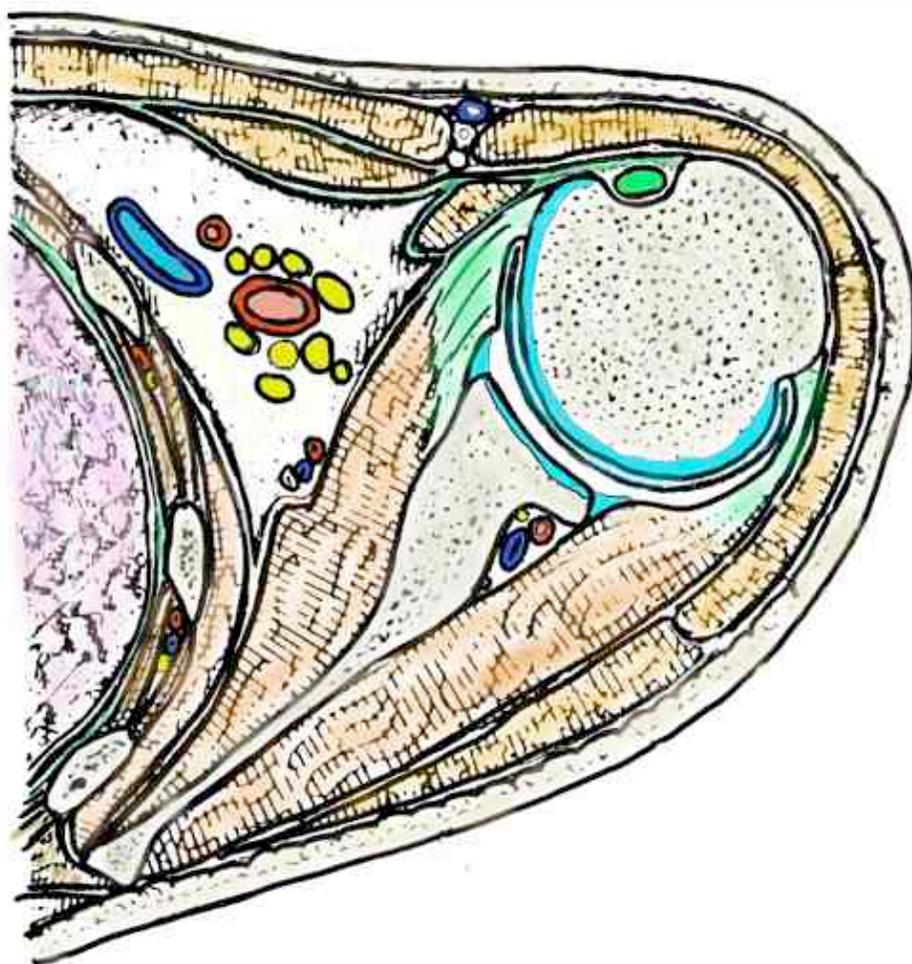
moyens d'union passifs

◆ Bourrelet glénoïdien



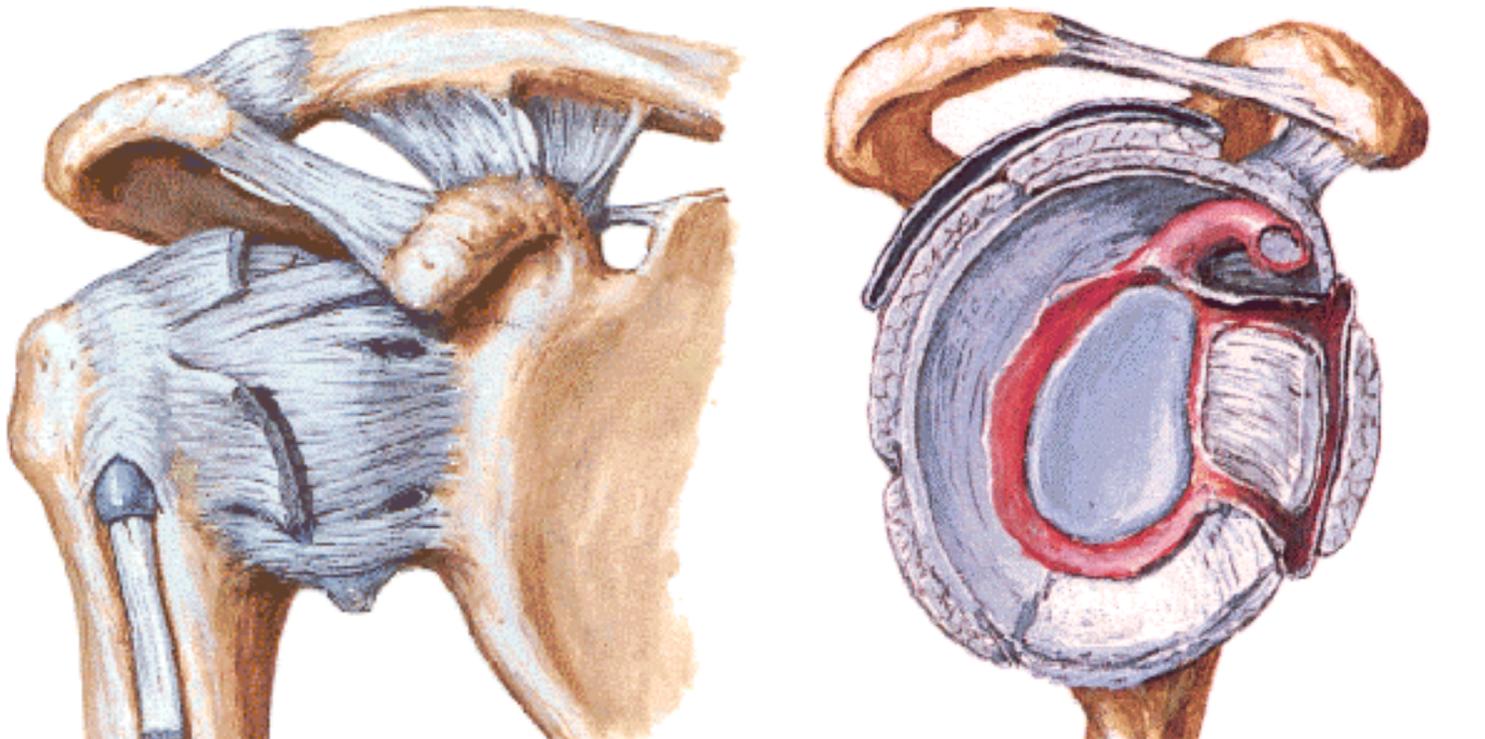
moyens d'union passifs

◆ Capsule articulaire



moyens d'union passifs

◆ Ligaments gléno-huméraux

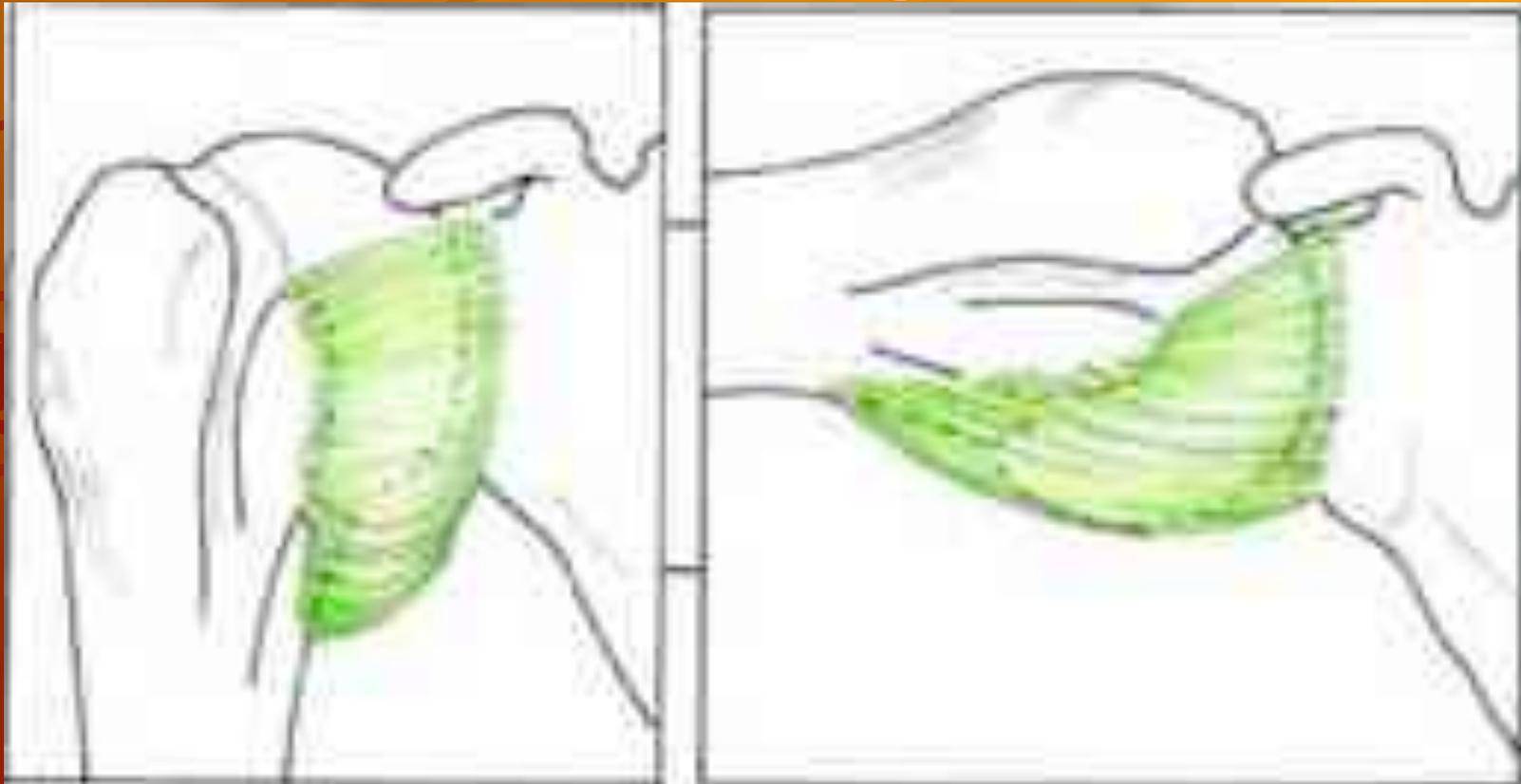


- **ligaments non individualisés**
- **vaste nappe fibreuse**
- **insertions autour de la glène et sur l'humérus**
- **absent en arrière, sur intervalle des rotateurs**

moyens d'union passifs

◆ Ligaments gléno-huméraux

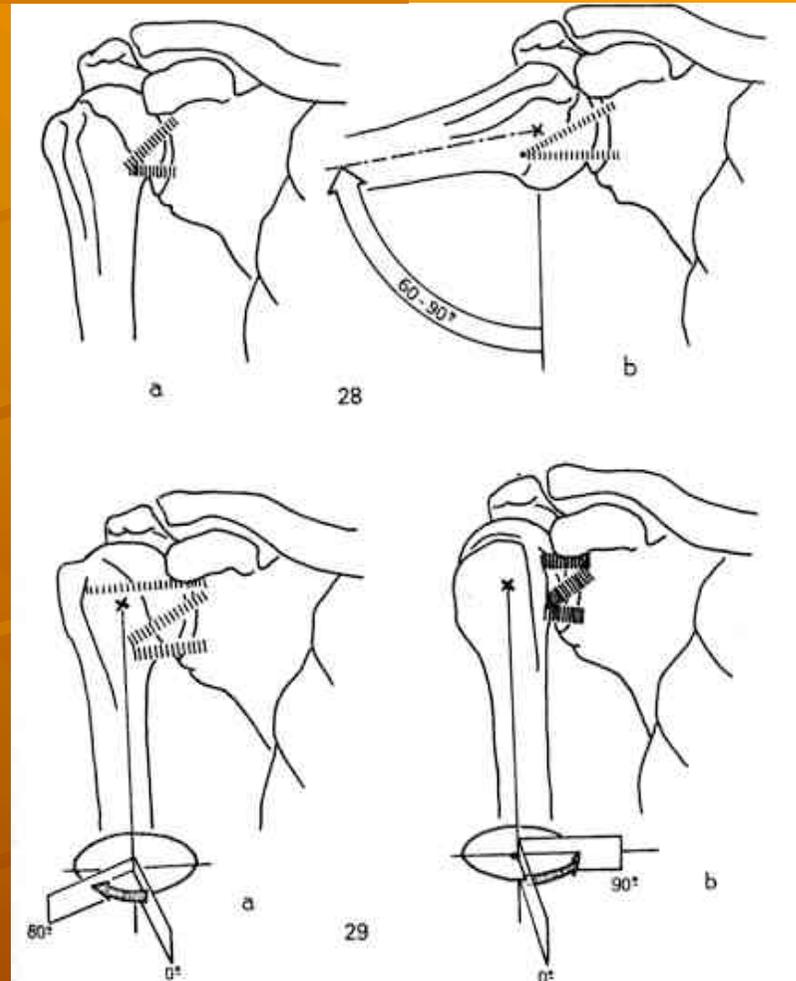
Recrutement ligamentaire au fur et à mesure de l'abduction de la glénohumérale



moyens d'union passifs

◆ Ligaments gléno-huméraux

- La rotation externe tend les 3 faisceaux
- La rotation interne les détend



moyens d'union passifs

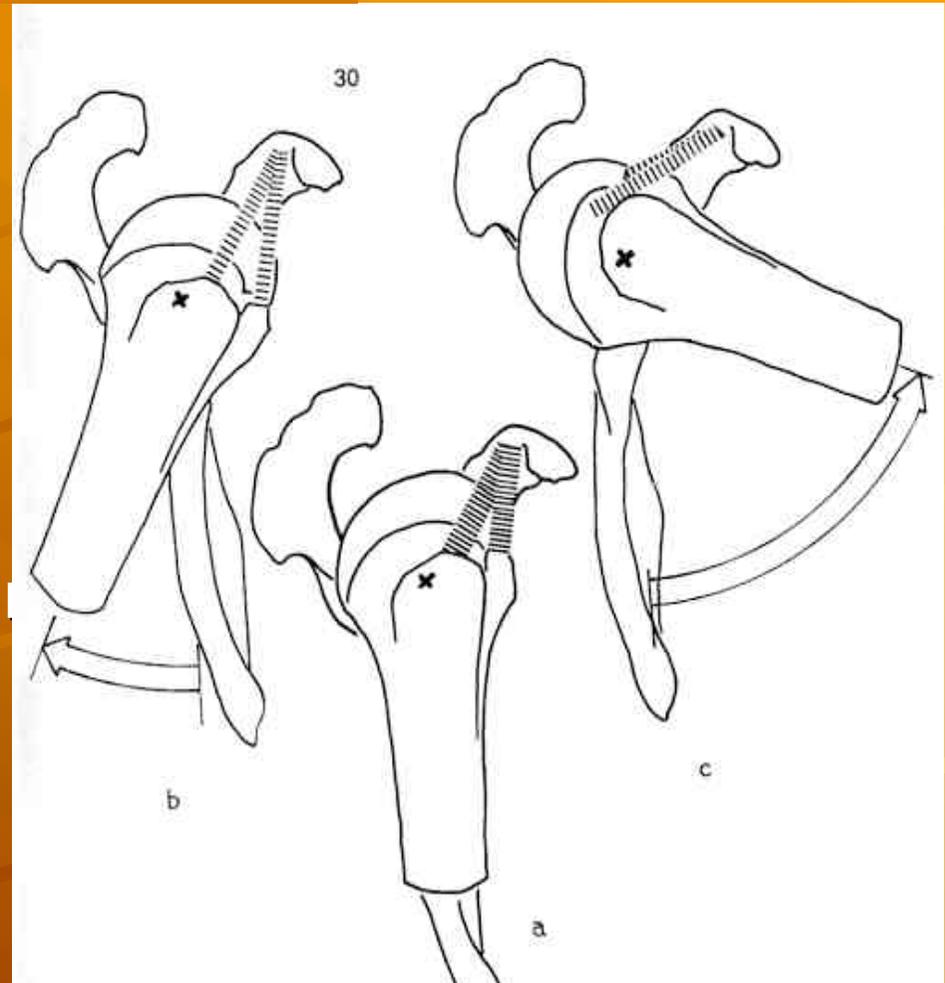
◆ Ligament coraco-huméral

- ◆ du bord postérieur du genou de la coracoïde
- ◆ vers l'origine de la gouttière du biceps
- ◆ sous forme de deux bandelettes
(l'une en avant l'autre en arrière)
- ◆ en rapport avec le ligament transverse de l'humérus de Brodie pour former le toit de l'orifice du sillon.

moyens d'union passifs

◆ Ligament coraco-huméral

- ◆ a- Position de référence
- ◆ b- Tension s'exercant sur le faisceau trochinien en extension
- ◆ c- Tension s'exercant sur le faisceau trochitérien en flexion



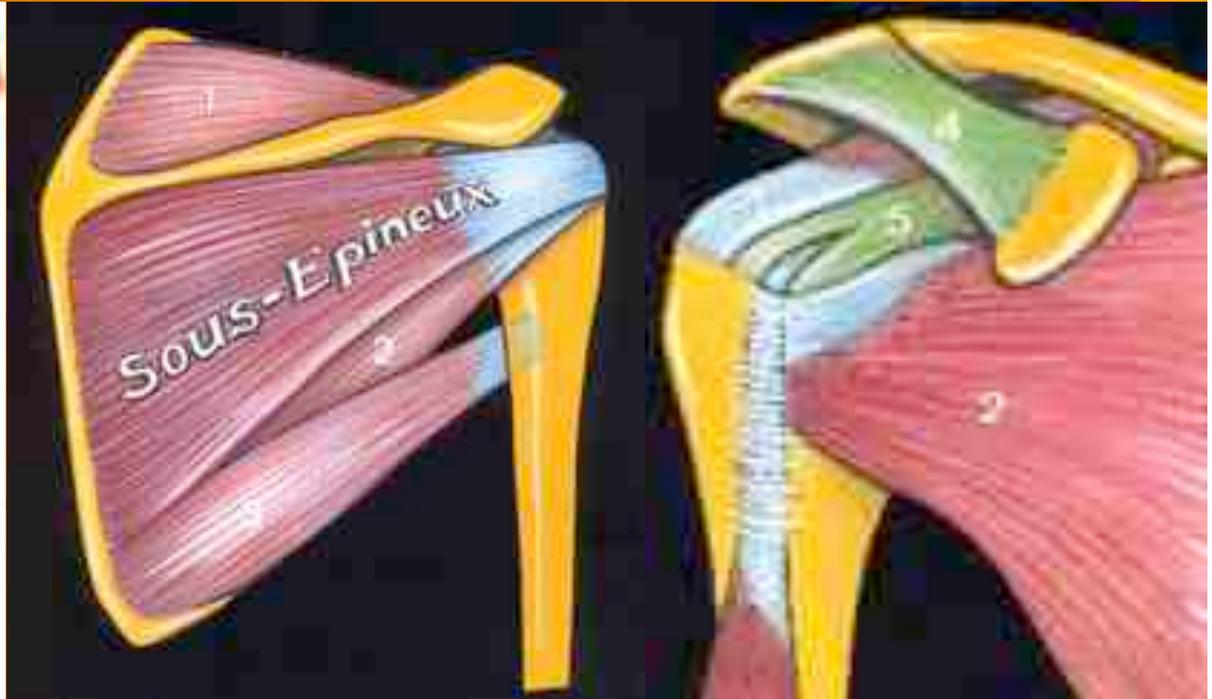
moyens d'union actifs

- ◆ Les muscles de la coiffe des rotateurs
- ◆ Les muscles antérieurs
- ◆ Les muscles postérieurs



moyens d'union actifs

- ◆ Les muscles de la coiffe des rotateurs



Coaptation gléno-huméral
Abaissement et recentrage de la TH à l'ABD

moyens d'union actifs

◆ Les muscles antérieurs



Plan profond



Plan superficiel

moyens d'union actifs

◆ Les muscles postérieurs



Plan profond

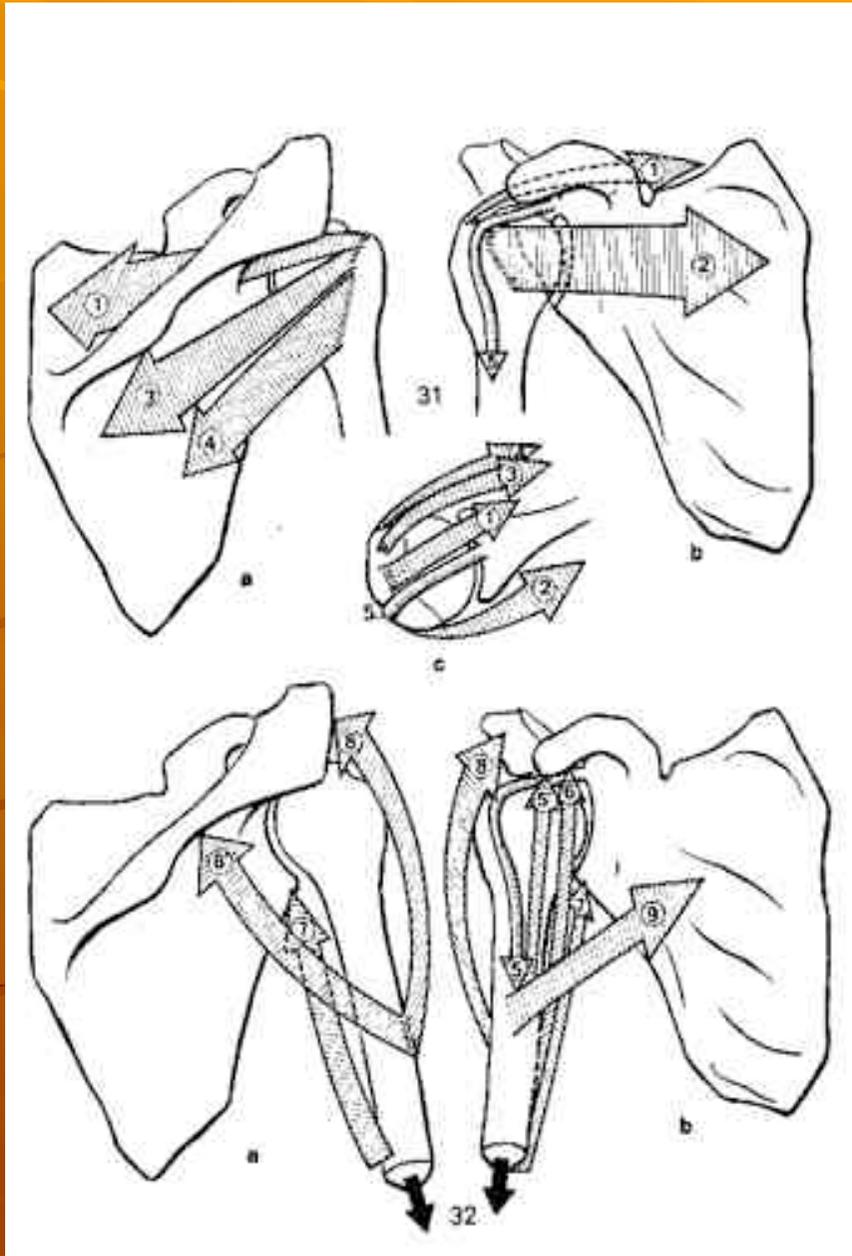
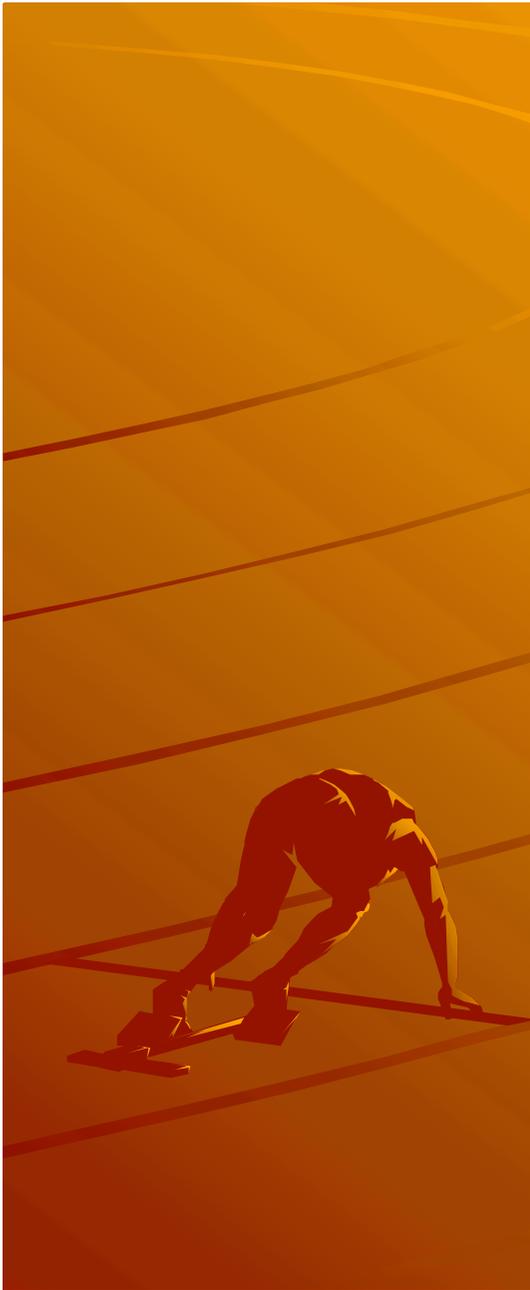


Plan superficiel

moyens d'union actifs

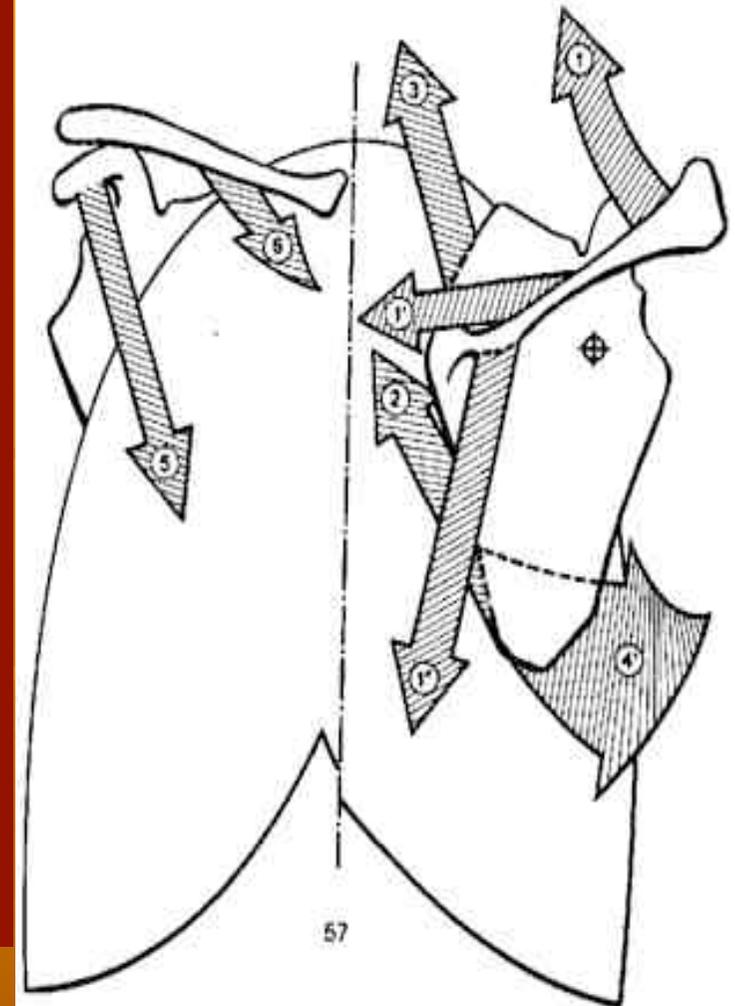


Muscles	Nerfs	Vertèbres
M. Sous-épaule M. Grand Pectoral M. Grand Dorsal M. Grand Tronc	N. Sous-épaule N. Pectoral N. Thoraco-dorsal N. Sous-épaule	C5-C6 C5-C7 (C6)C7, (C8) C5-C7



**La coiffe: coaptation gléno-huméral et abaissement-recentrage TH
Deltoïde, triceps, pectoraux: éleveur de la TH et abducteur**

- ◆ **1- Trapèze**
soulève le moignon de l'épaule
- ◆ **2- Rhomboïde**
attire angle inférieur en haut et en dedans
- ◆ **3- Angulaire**
attire angle supéro interne en haut et en dedans
- ◆ **5- Petit Pectoral**
abaisse le moignon de l'épaule
- ◆ **6- Sous clavier :**
abaisse la clavicule donc le moignon de l'épaule



LES MOUVEMENTS ELEMENTAIRES

◆ **Plan frontal**

- **Abduction**
- **Adduction**

◆ **Plan sagittal**

- **Antépulsion**
- **Rétropulsion**

◆ **Plan horizontal**

- **Rotation interne**
- **Rotation externe**

◆ **Mouvements associés**

3 degrés de liberté

Mouvement dans les 3 plans

Référence:

- **bras le long du corps**
- **paume en avant**

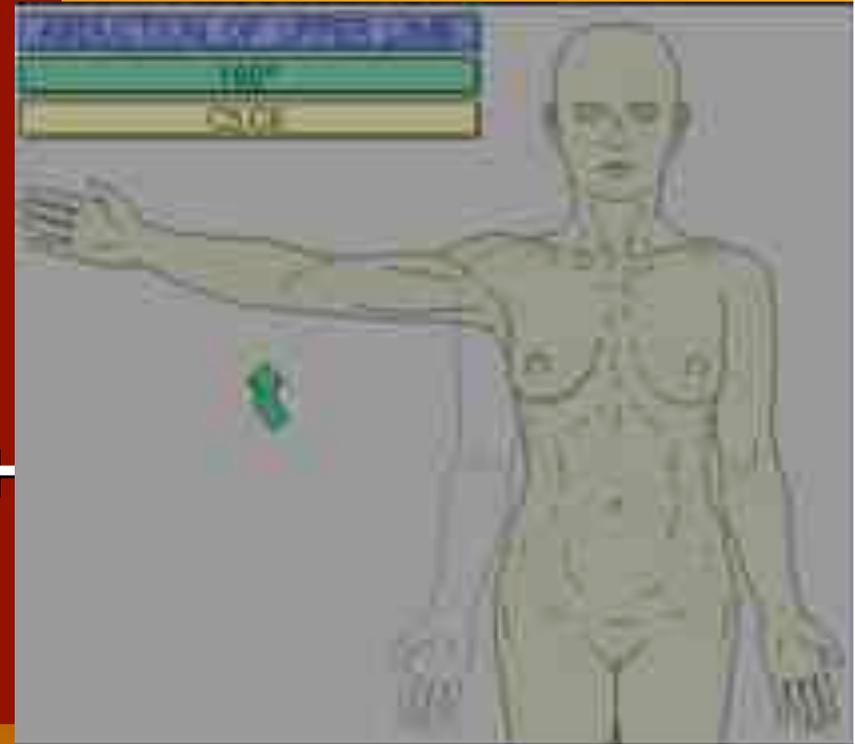
Plan frontal

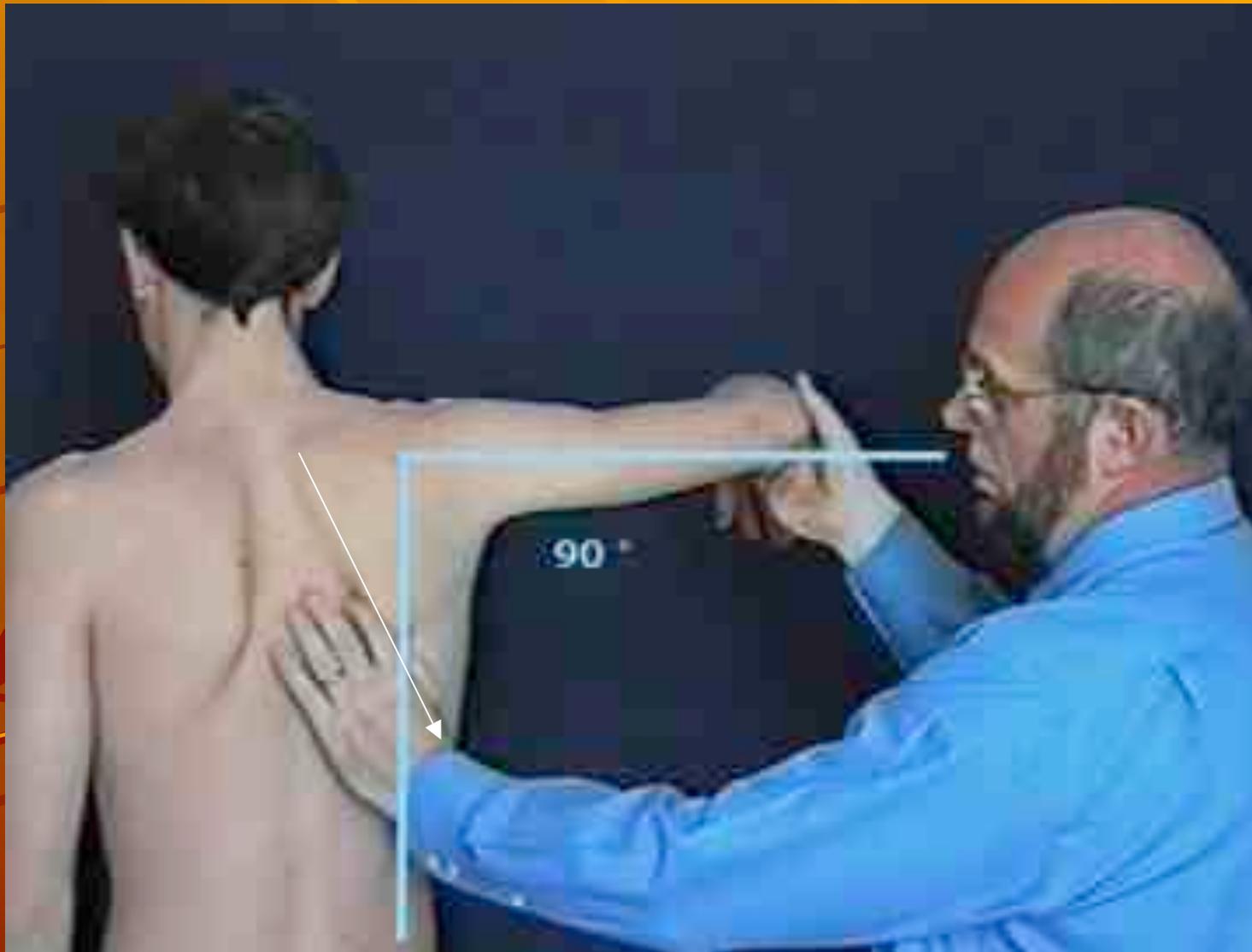
Abduction

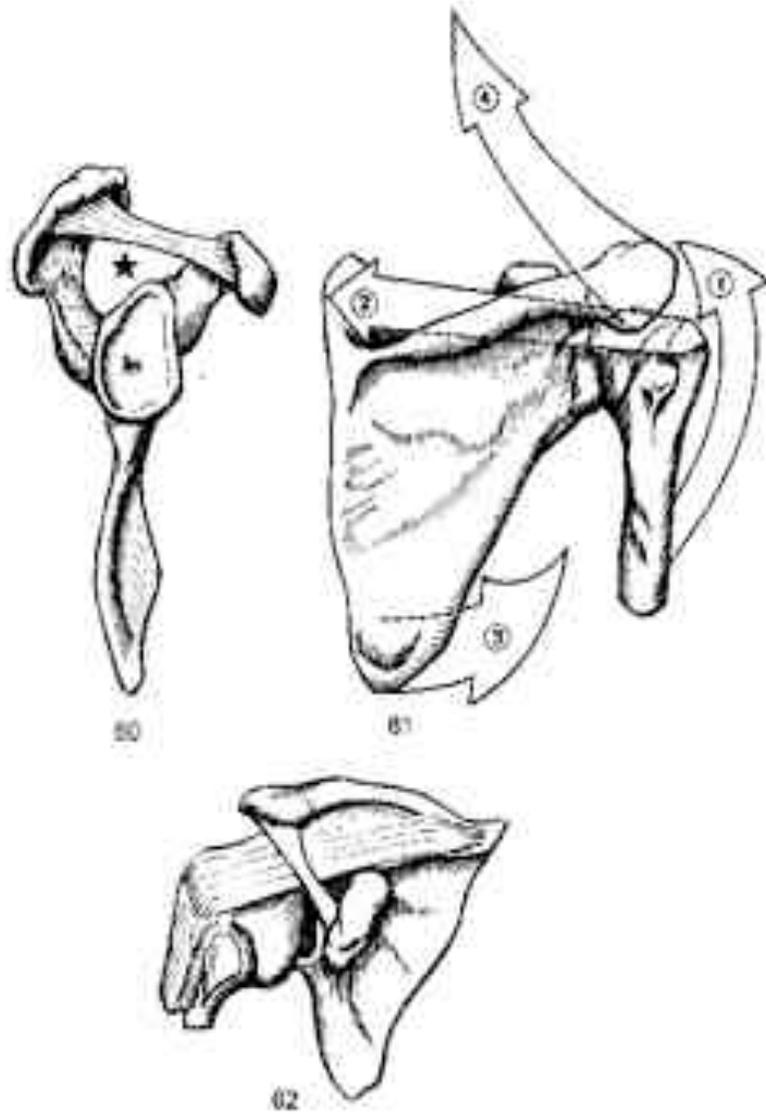
- ◆ **Deltoïde moyen**
- ◆ **Sus-épineux**
- ◆ **Les autres rotateurs**

- ◆ **Plan de l'omoplate +++**

- ◆ **180°**







Adduction

◆ 45°

◆ Grand pectoral

◆ Sous-scapulaire

◆ 2 couples:

– Rhomboïde - grand rond

– Long triceps – grand dorsal



Plan sagittal

Antépulsion ou Flexion

◆ 180°

◆ Deltoïde antérieur

◆ Coraco-brachial

– Biceps brachial

– Chef claviculaire du grand pectoral





Rétropulsion ou extension

- ◆ 50°
- ◆ Deltoïde postérieur
- ◆ Grand Rond
- ◆ Petit rond
- ◆ Grand Dorsal

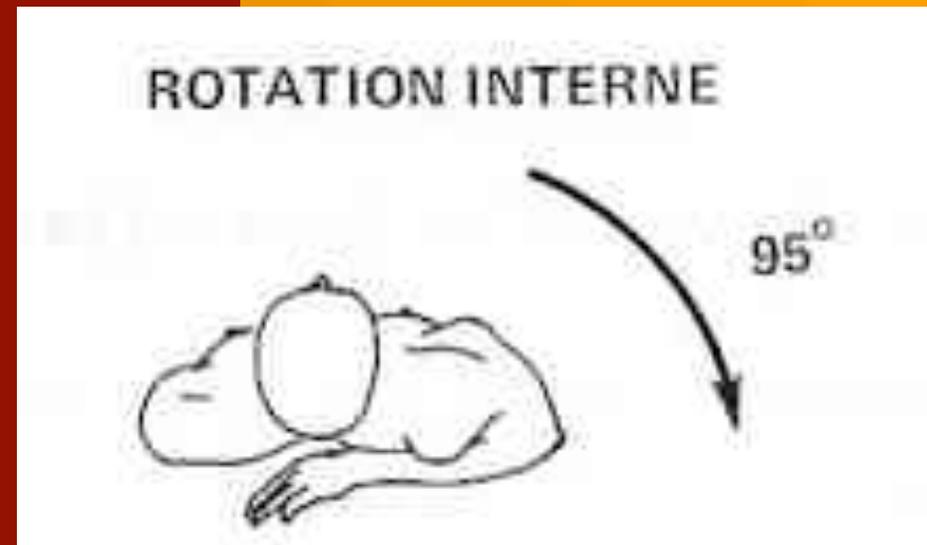


Plan horizontal

Rotation interne

- ◆ 95° (main dans le dos)
- ◆ Sous scapulaire
- ◆ Grand rond
- ◆ Grand dorsal
- ◆ Grand pectoral

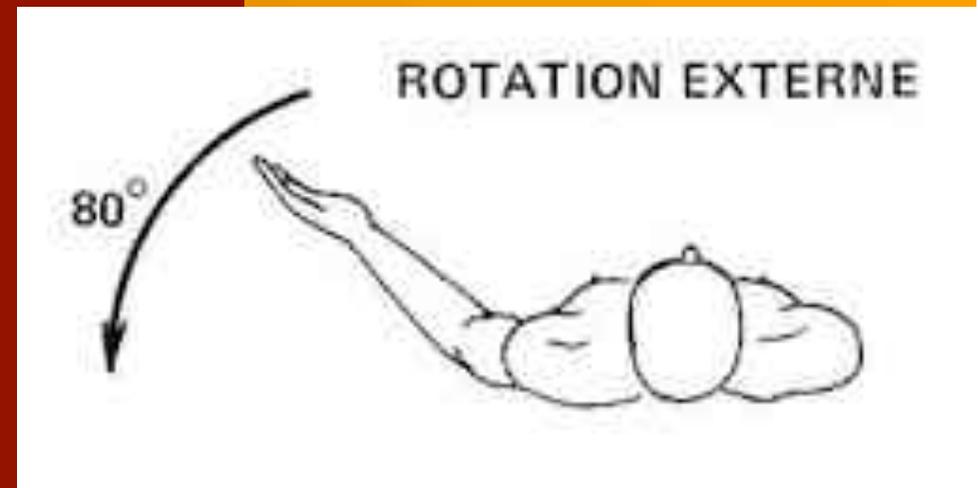
- ◆ Freins: rotateurs externes



Rotation externe

- ◆ 3 Types de RE
 - RE1 = 80°
 - RE2 plan omoplate
 - RE3 plan antépulsion

- ◆ Sus-épineux
- ◆ Sous-épineux
- ◆ Petit rond
- ◆ Freins: rotateurs internes



Mouvements associés

Abduction rotation externe = lancer

Adduction – antépulsion

Abduction - rotation interne

La circumduction



BIOMÉCANIQUE

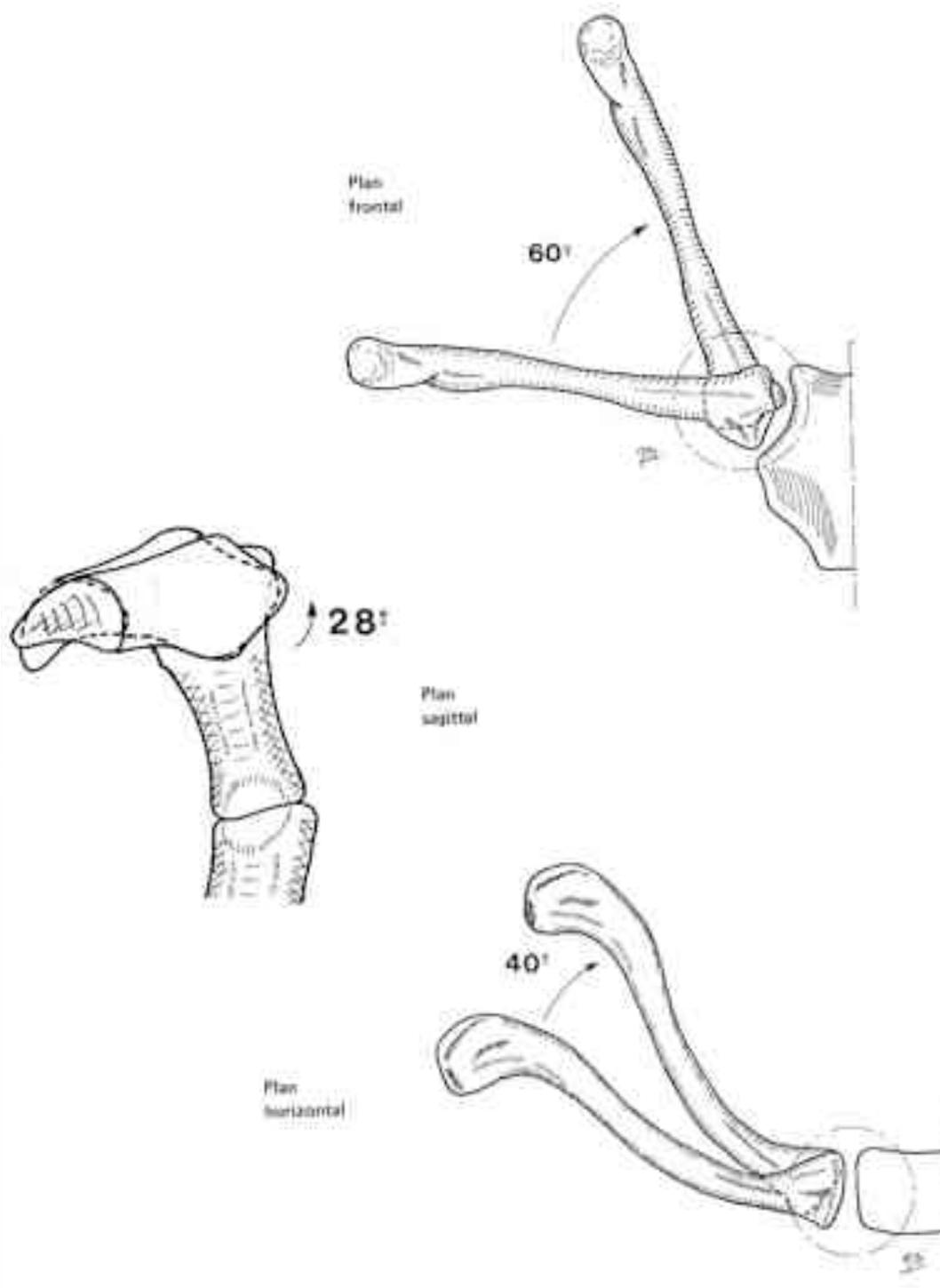
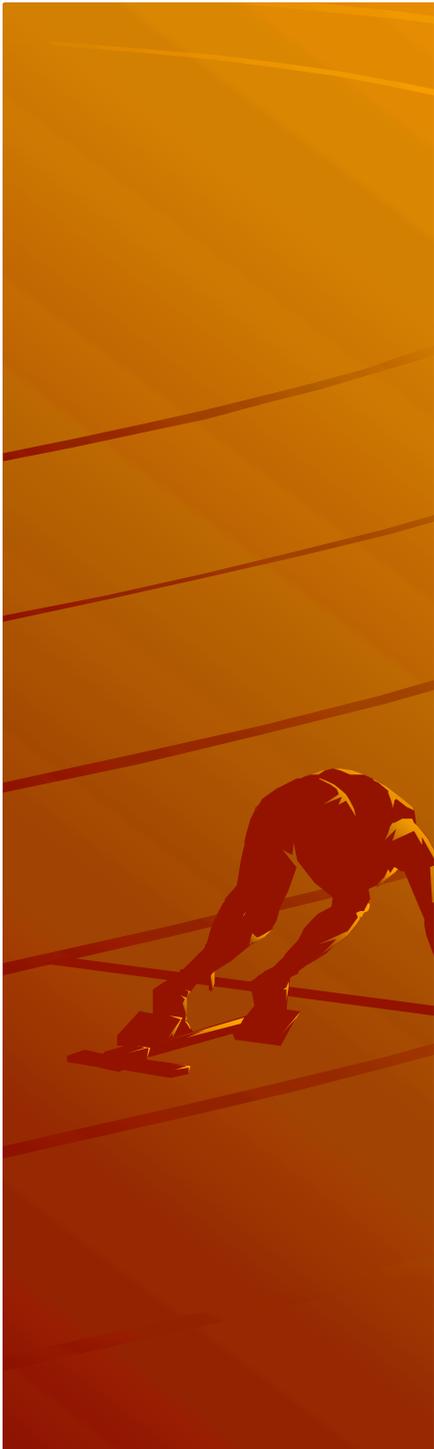
De l'abduction

Toutes les articulations du complexe participent à l'abduction.
Cela représente une amplitude globale de 180° d'amplitude.

La mesure des centres instantanés de rotation montre:

- au niveau de la sterno-claviculaire:

- * rotation de 60° de la clavicle dans le plan frontal
- * rotation de 40° dans le plan horizontal
- * rotation de 28° dans le plan sagittal



BIOMÉCANIQUE

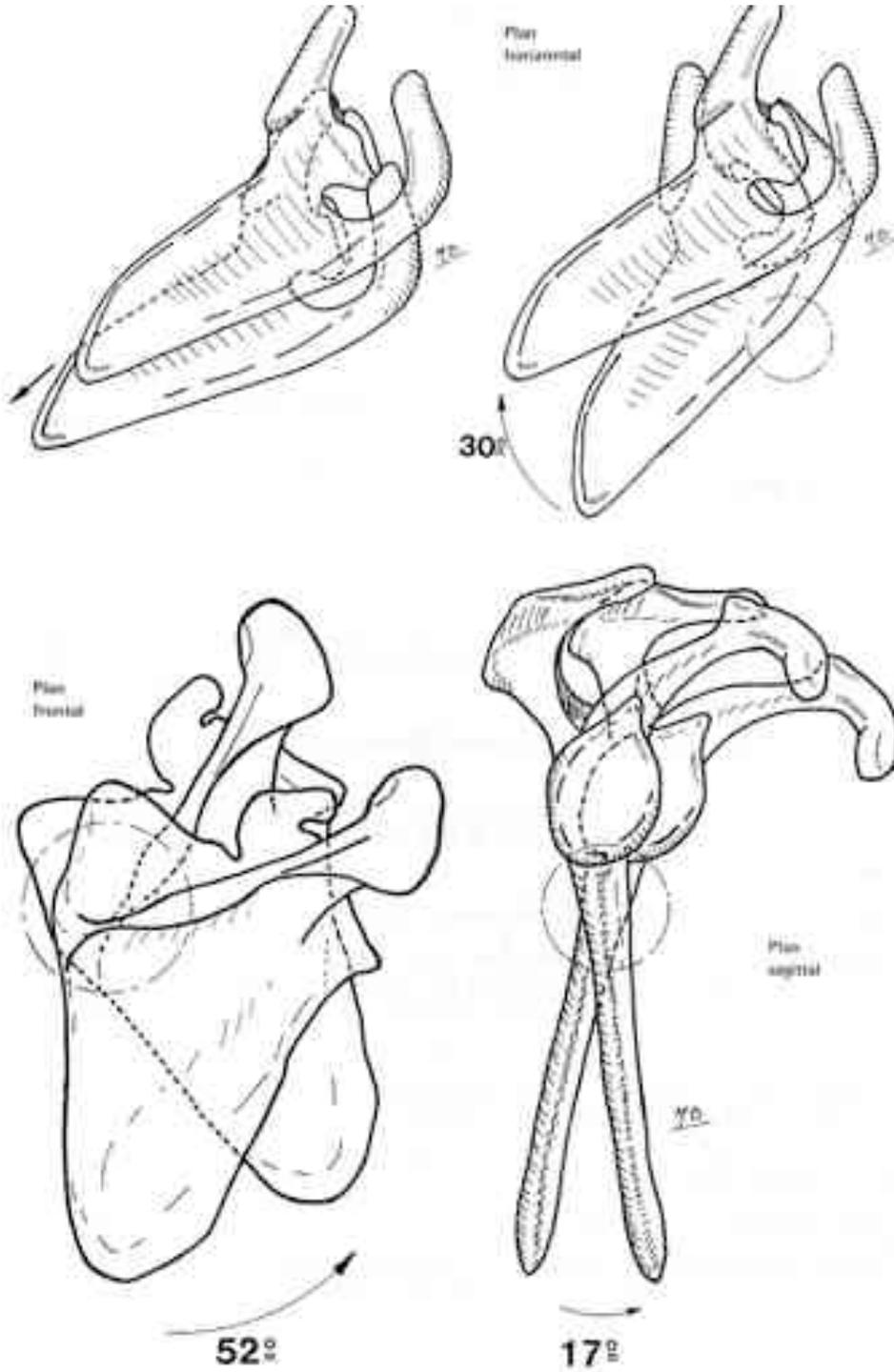
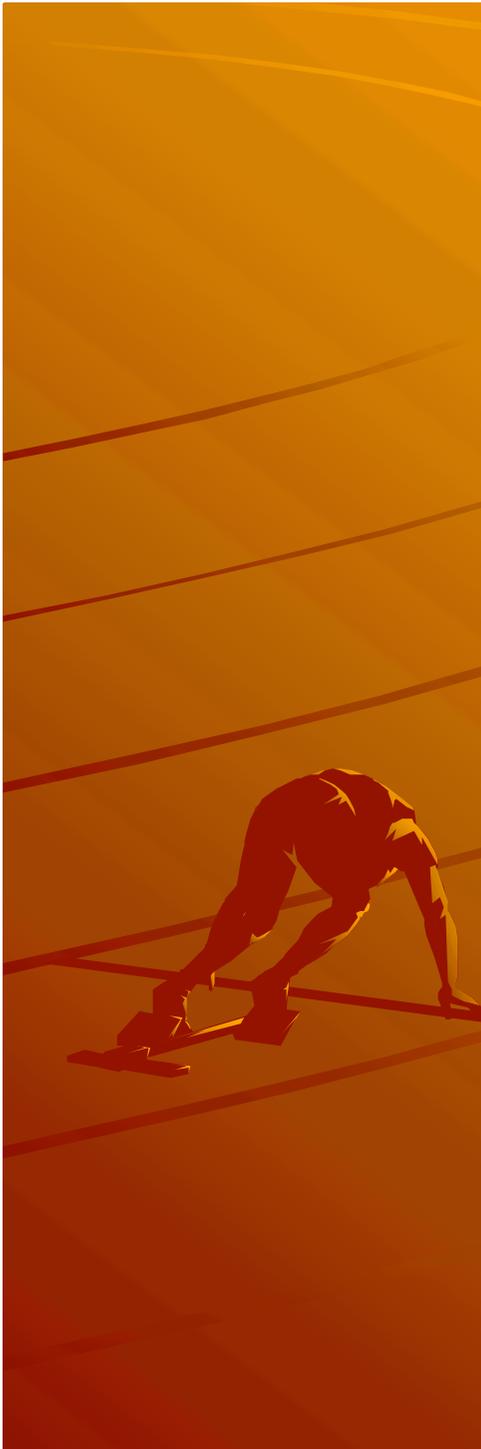
De l'abduction

Au niveau de la scapulo-thoracique:

- * rotation de 52° de l'omoplate dans le plan frontal
- * rotation de 30° dans le plan horizontal
- * rotation de 17° dans le plan sagittal

Le couple d'abduction de la ST est le trapèze et le grand dentelé





BIOMÉCANIQUE

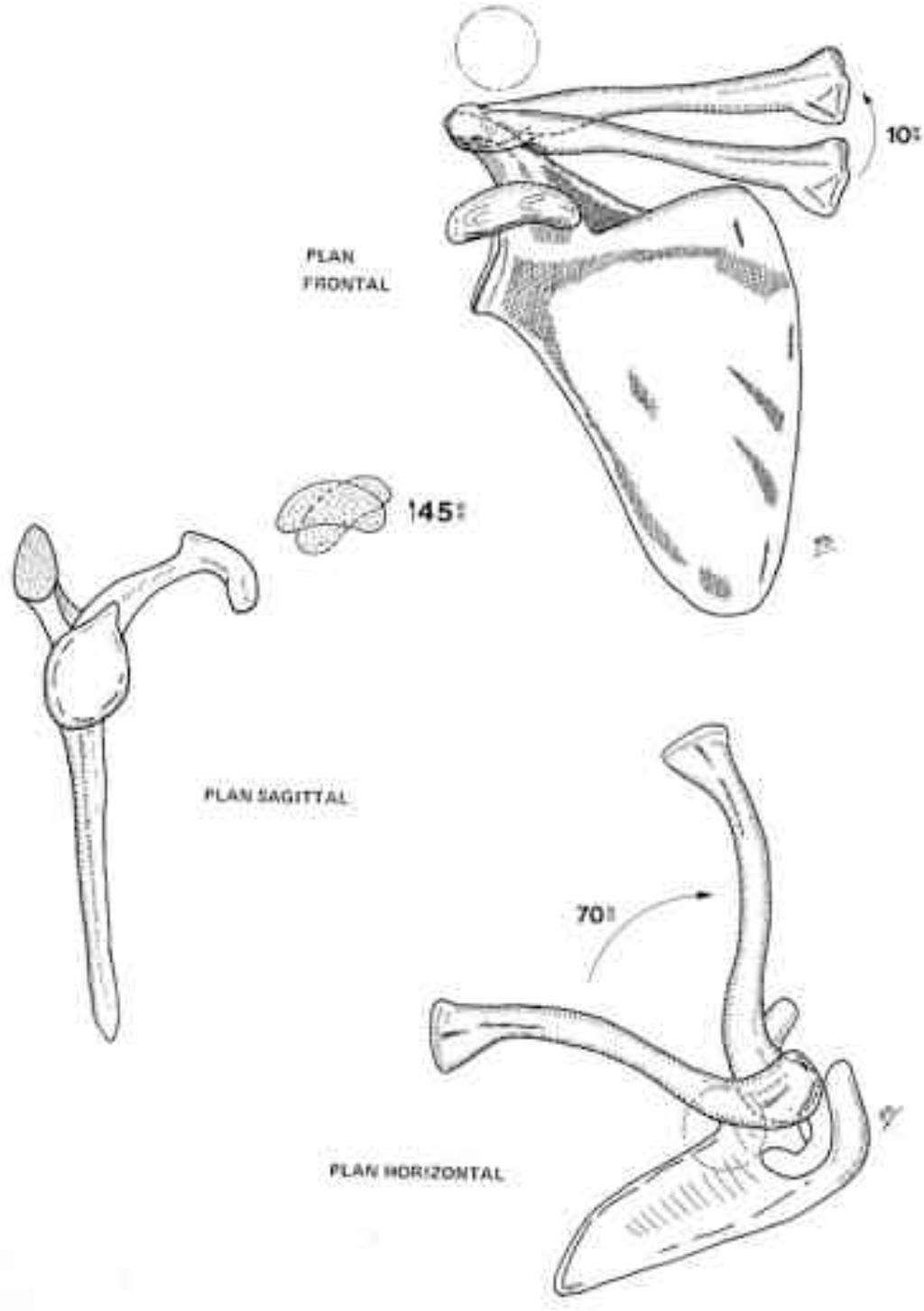
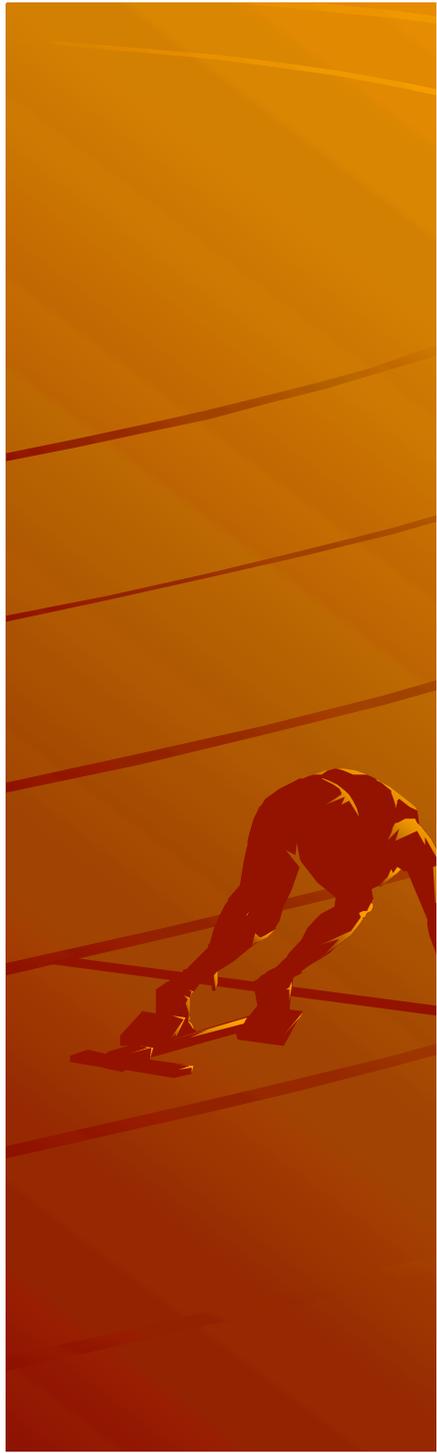
De l'abduction

Au niveau de l'acromio-claviculaire:

- * rotation de 10° de la clavicle dans le plan frontal
- * rotation de 70° dans le plan horizontal
- * rotation de 45° dans le plan sagittal

La limitation dépend du sous-clavier, du ligament costo-claviculaire, des ligaments acromio-claviculaires et coraco-claviculaires





BIOMÉCANIQUE

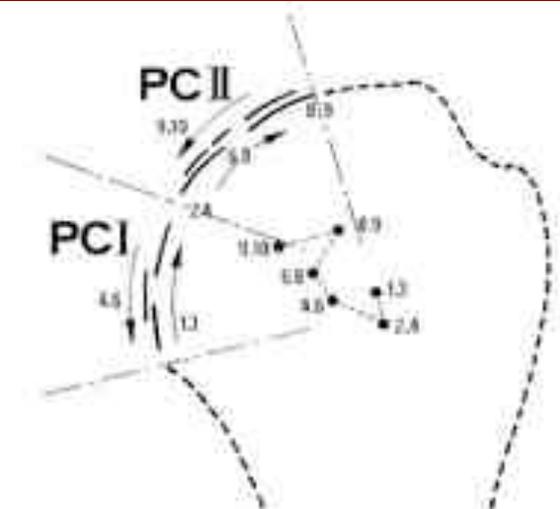
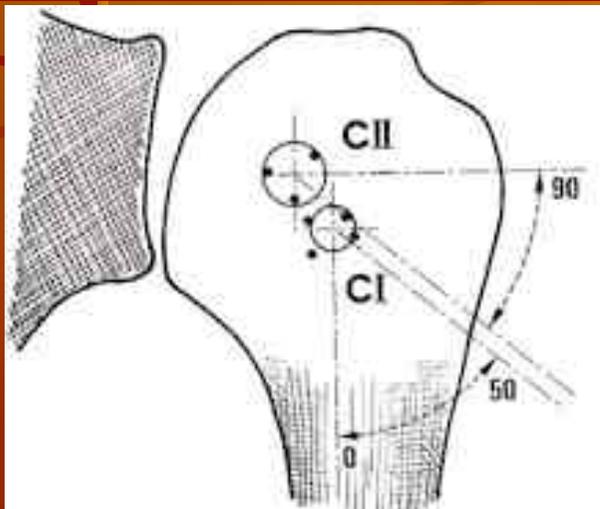
De l'abduction

Au niveau de la gléno-huméral (plan uniquement frontal):

- * rotation de 90° de l'humérus en frontal strict
- * rotation de 120° dans le plan de l'omoplate

L'étude cinématique montre:

- 2 zones de CIR et 1 profil cinétique de 2 zones
- 1 zone de 0° à 50° , l'autre de 50 à 90°

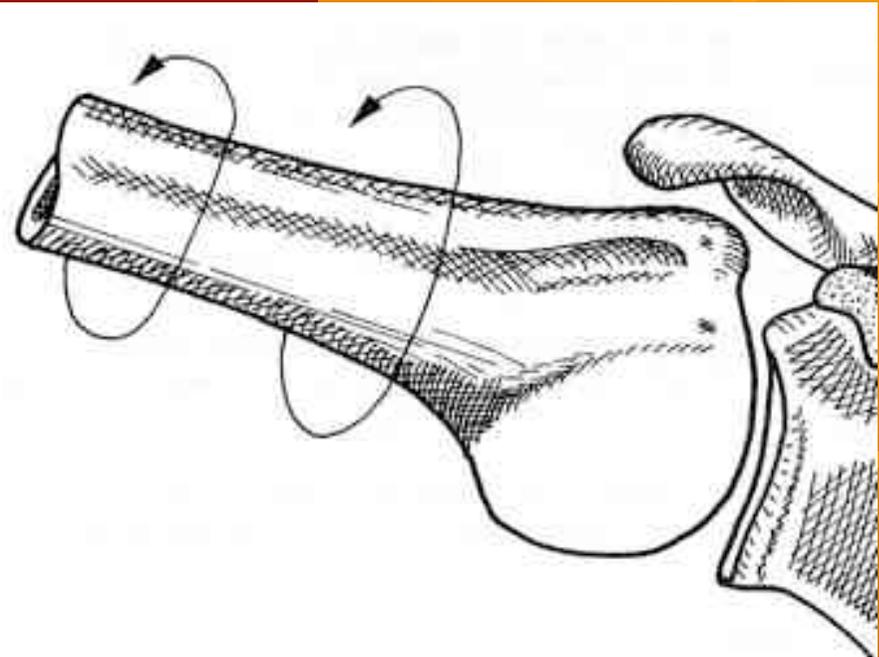
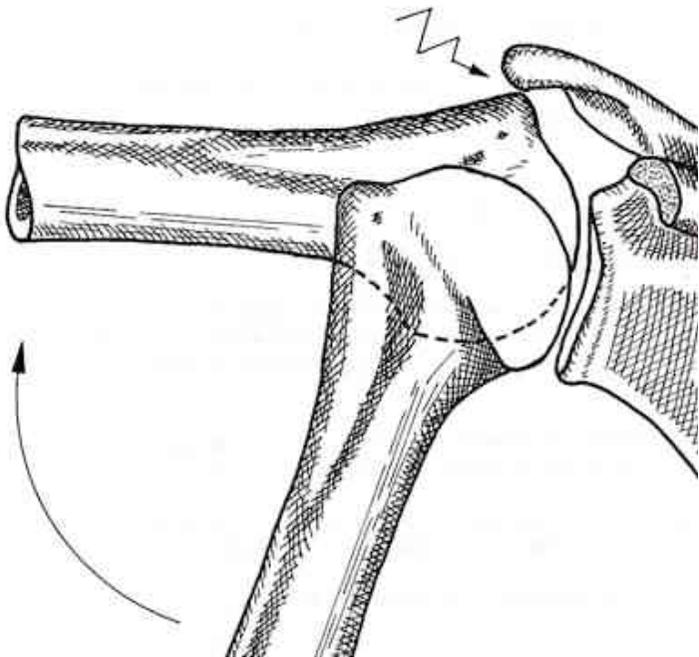


BIOMÉCANIQUE

De l'abduction

Au niveau de la sous - acromiale:

- * pas d'action précise
- * effet butée trochiter contre acromion
- * rotation externe en fin d'abduction

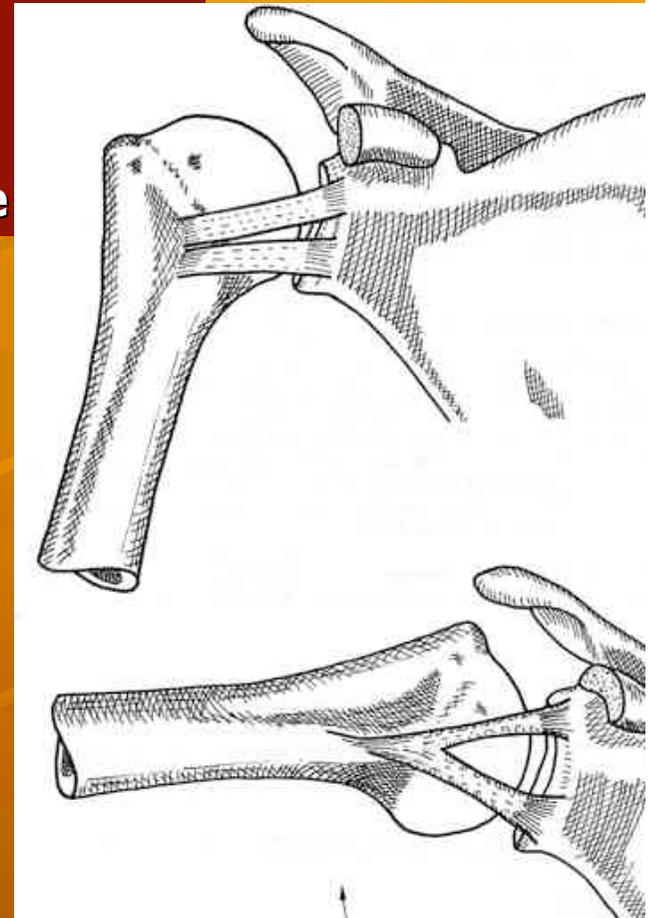


BIOMÉCANIQUE

De l'abduction

Sur le plan statique, au niveau de la gléno-humérale:

- * les ligaments gléno-huméraux
 - mise en tension progressive
 - tension retardée si plan de l'omoplate



BIOMÉCANIQUE

De l'abduction

Sur le plan statique, au niveau de la gléno-humérale:

- * les muscles péri-articulaires
 - à la fois moteurs et stabilisateurs
 - actions combinées: couples de forces musculaires

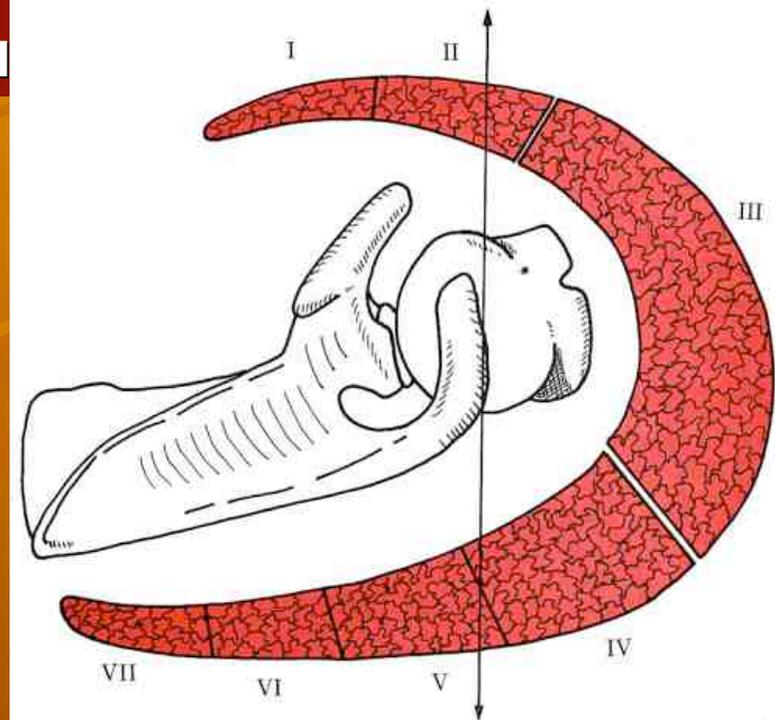
- * 3 muscles aux premières loges dans l'abduction:
 - deltoïde
 - sus-épineux
 - les autres muscles de la coiffe

BIOMÉCANIQUE

De l'abduction

Le deltoïde:

- muscle abducteur le plus puissant
- constitution fasciculaire
- action variable des faisceaux (add puis abd)
- isolé coude au corps:
ascension de la TH

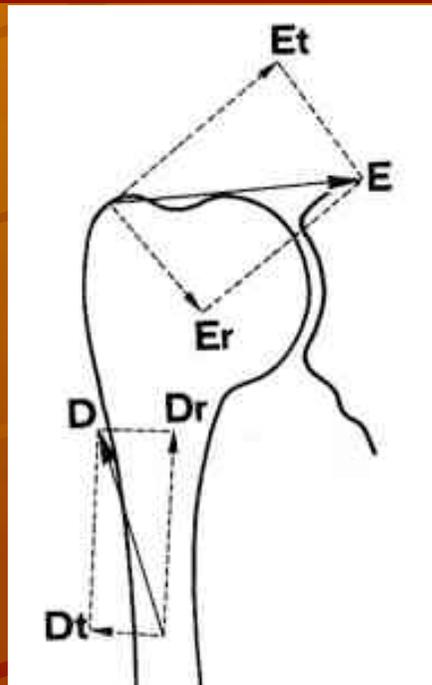


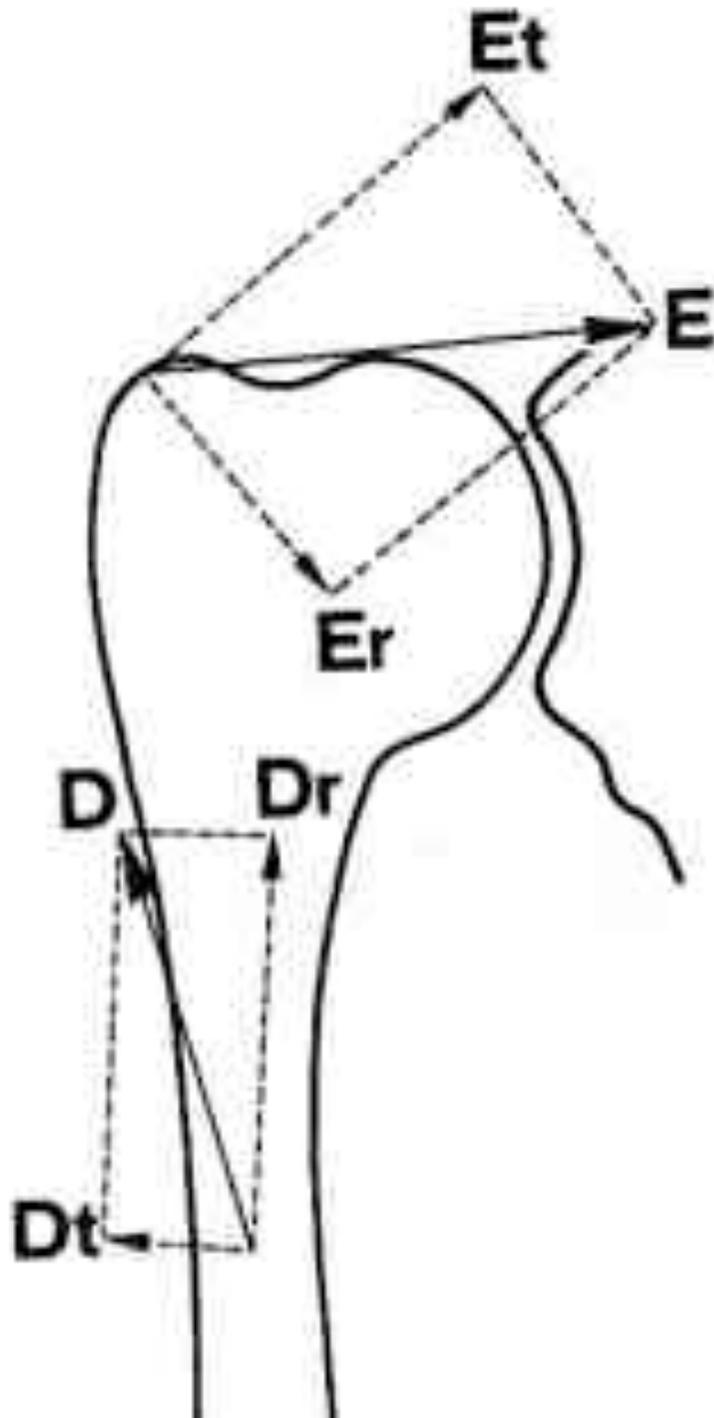
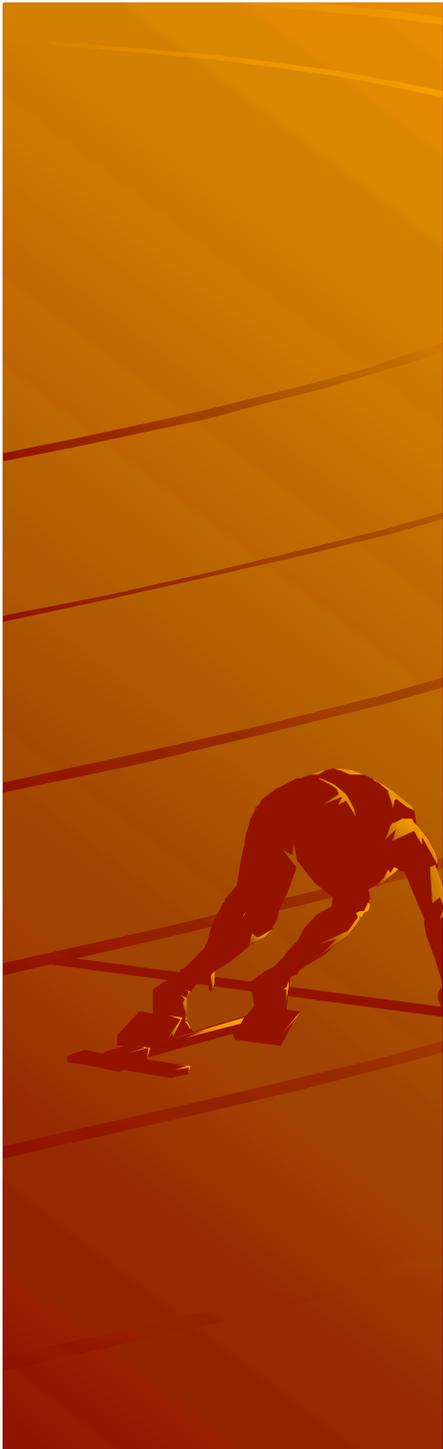
BIOMÉCANIQUE

De l'abduction

Le sus épineux (supraspinatus):

- muscle moteur et stabilisateur
- sa force $E = E_t + E_r$
- E_t permet l'abduction comme D_t
- E_r s'oppose à la force ascensionnelle D_r du deltoïde



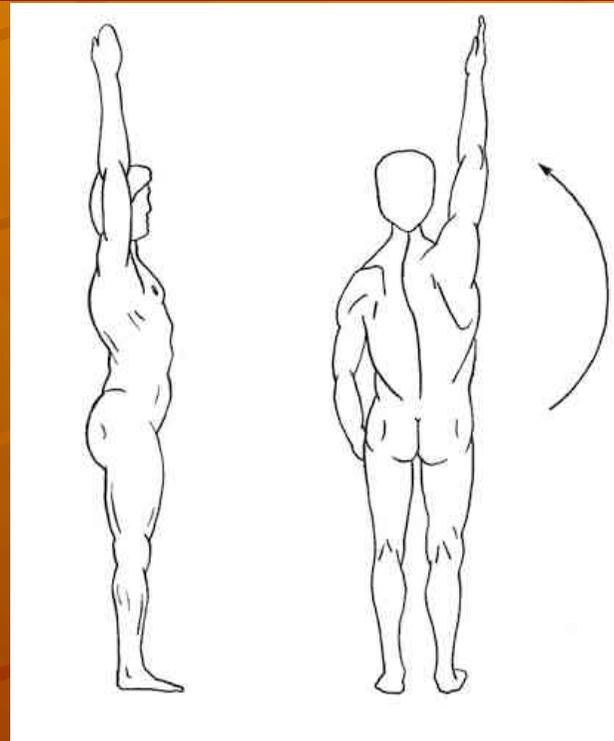
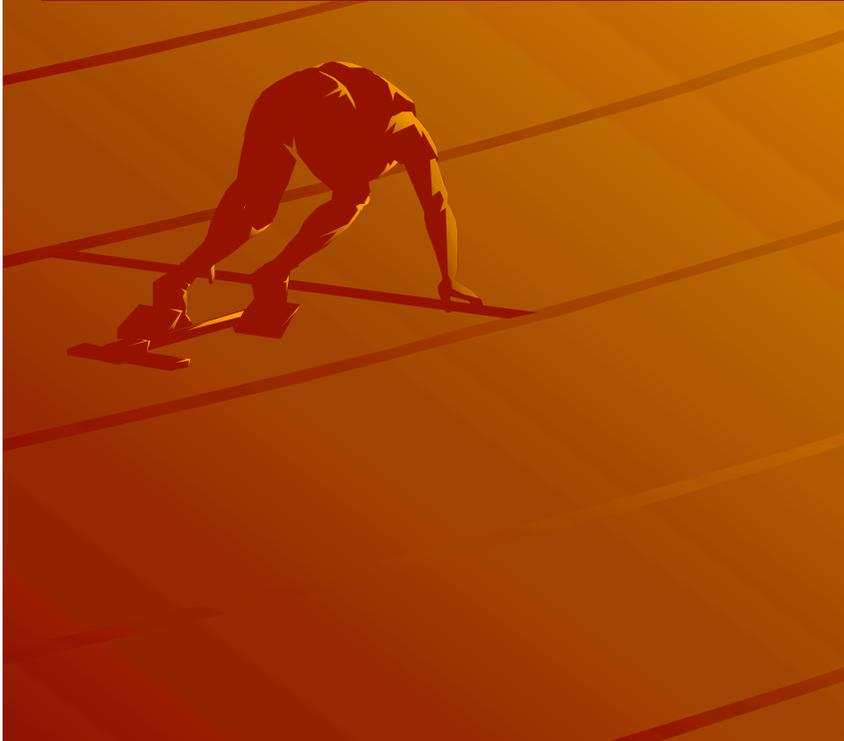


BIOMÉCANIQUE

De l'abduction

L'abduction maximale à 180° est due:

- soit rotation externe au-delà de 150° (plan de l'omoplate)
- soit inclinaison latérale du tronc en abduction unilatérale
- soit hyperlordose lombaire en abduction bilatérale



BIOMÉCANIQUE

De l'instabilité antérieure

Les éléments stabilisateurs de l'épaule sont:

- les éléments osseux
- le bourrelet et son effet ventouse en armer
- la capsule et les ligaments GH
- la dépression intra-articulaire
- le sous-scapulaire

**La luxation antérieure ne se fait
qu'en abduction – rotation externe.
Le degrés d'abduction peut être variable.**

BIOMÉCANIQUE

De l'instabilité antérieure

Le bourrelet a 3 effets stabilisateurs:

Effet ventouse: induit une hypopression barométrique, s'oppose à la décoaptation

Effet capillarité: augmente l'adhésion grâce au liquide synovial qui améliore la résistance aux forces de cisaillement

Effet ménisque: qui augmente la congruence et la surface de contact ce qui améliore la résistance aux forces de compression

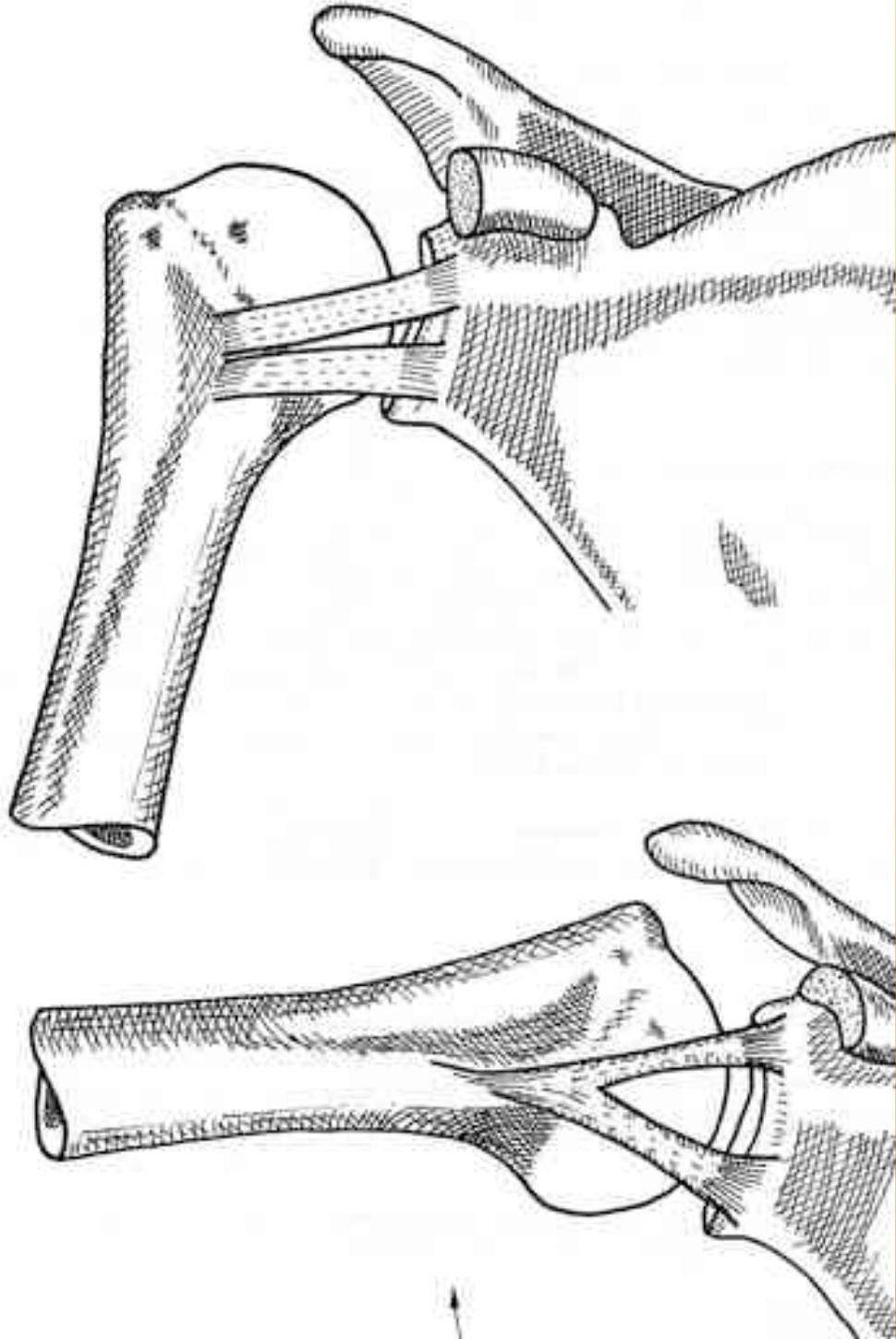
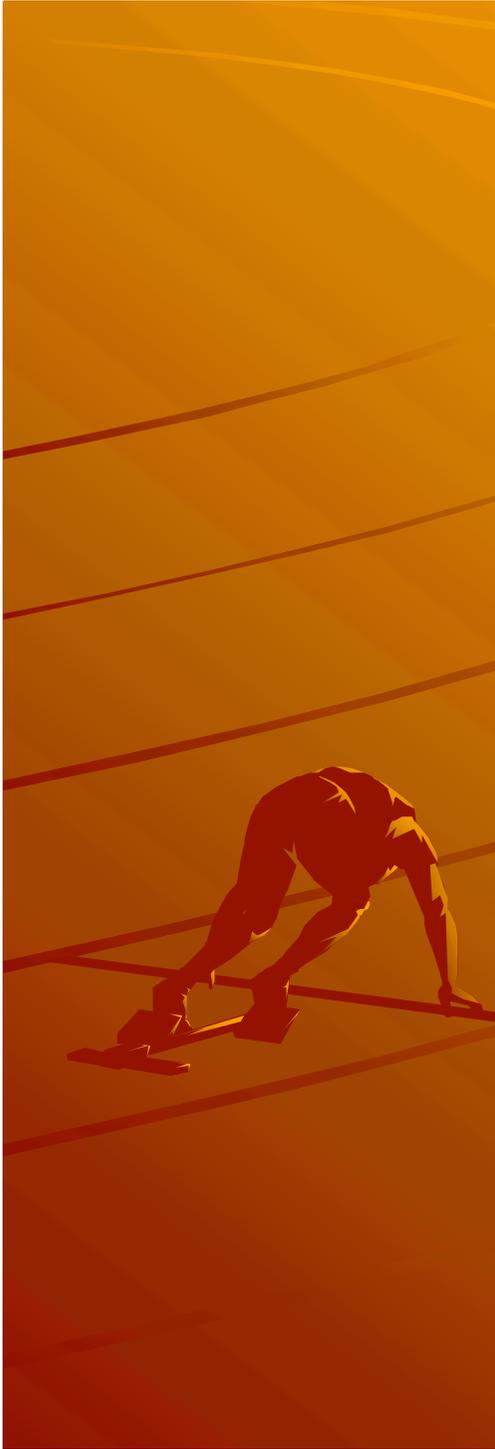
BIOMÉCANIQUE

De l'instabilité antérieure

Facteurs favorisant la luxation:

- congruence non naturelle
- la fragilité du point d'appui antéro-inférieur ou complexe de Turkel (bourrelet-LGHI)
- l'absence d'obstacle musculaire antérieur en armer au-delà de 90°
- la détente articulaire de repos
- grande mobilité (circumduction)
- violence des traumatismes en armer du bras

DUALITÉ STABILITÉ-MOBILITÉ



BIOMÉCANIQUE

De l'instabilité antérieure

Les lésions du complexe de Turkel:

- désinsertion du bourrelet (avec ou sans os)
- disparition de la dépression
- perte de l'attache glénoïdienne du LGHI



**à 90°, aucun obstacle à la sortie de la TH
ce qui facilite la récurrence de l'instabilité**