

Physiologie du Sport

Chapitre 1 : Théorie et pratique de l'échauffement

D'une manière générale, les pratiquants n'aiment pas s'échauffer. En effet, c'est désagréable de commencer à bouger après plusieurs heures d'immobilité, c'est particulièrement vrai durant les 4 premières minutes d'effort.

C'est aussi perçu comme une perte de temps pour ceux qui "aiment le sport" : "Pourquoi, on ne commence pas tout de suite ? »

I - A quoi sert l'échauffement ?

- Il permet à l'éducateur de...

Introduire :

- Se présenter aux pratiquants
- Connaître les pratiquants (leurs attentes, pathologies...)
- Le cours : Définir le type de cours, son objectif principal (+ sous-objectifs...)
- Un thème de travail ou une partie du cours (placement spécifique, pas chorégraphié...)

Évaluer son public :

- Caractéristiques physio, psycho et sociales
- Forme du jour
- Niveau
- Rapports sociaux
-

=> Faire les équipes

=> Au vue des observations, adapter le contenu de la séance prévue

Installer une dynamique de groupe (faire les équipes...), mettre en place un cérémonial

Gérer le matériel : S'assurer que chacun aie son matériel (adapter la charge à l'individu), gérer la disposition des pratiquants et du matériel...

- Il permet au pratiquant de...

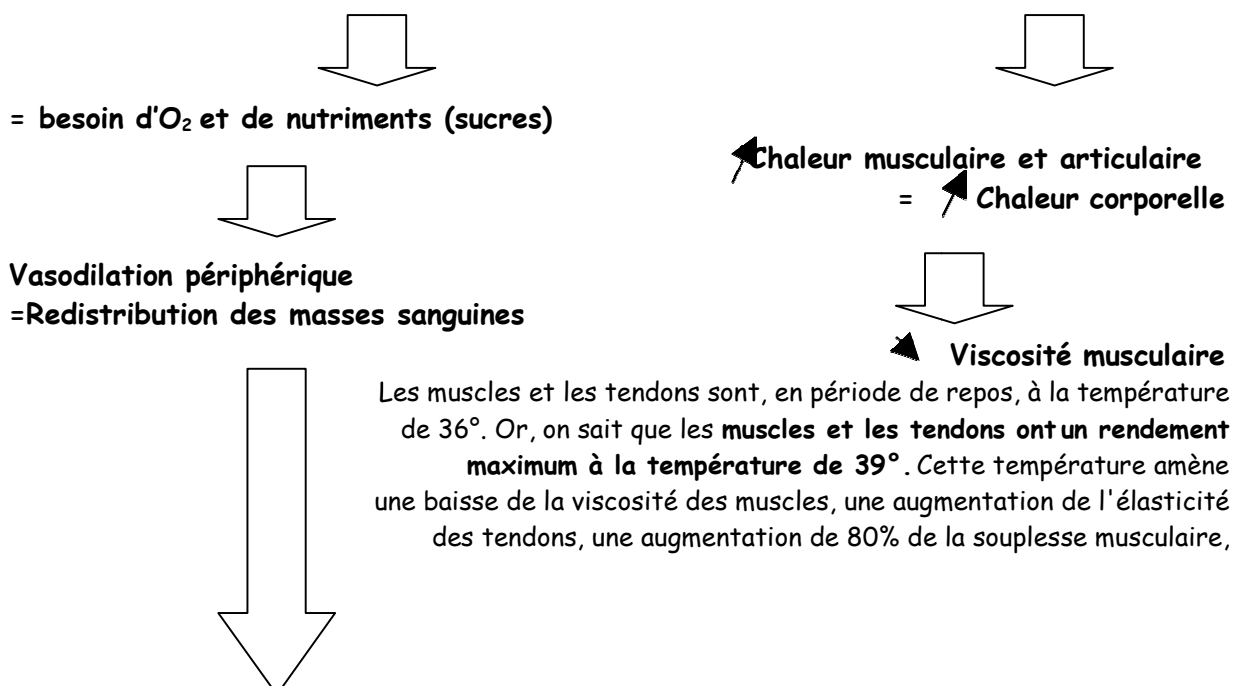
Etre en sécurité dès le début : une activité physique progressivement plus intense est indispensable pour ne pas mettre son cœur, ses artères, ses muscles et ses articulations (cou, doigts, chevilles, ...) en difficulté d'adaptation.

Pour entrer dans l'activité : le rituel physique qu'est l'échauffement aide à se recentrer psychologiquement sur cette nouvelle activité de la journée.

Pour être plus efficace pendant : le rendement global d'un organisme est nettement supérieur après un échauffement progressif

Pour mieux récupérer après : mieux préparé, l'organisme s'est mieux adapté et a produit, à effort égal, moins de fatigue.

Pour avoir plus de satisfactions après : les 4 premières minutes de mise en action sont très souvent désagréables, elles correspondent aux premières adaptations physiologiques à l'effort. Autant en faire un temps spécifique et technique de préparation.



une augmentation du débit d'oxygène sanguin et des réactions plus rapides aux impulsions électriques.

+

Protéger et préparer les articulations

↗ Résistance aux contraintes traumatiques articulaires

(Prolifération de cellules synoviales, résistance aux contraintes de pression, cisaillement, frottement, torsion, amplitude...)

Préparation du système cardio vasculaire

↗ FC + ↗ VES = ↗ Débit Cardiaque

+ ↗ FR + ↗ V_T exo = ↗ Débit Ventilatoire

+

Réactiver les programmes moteurs

↘ Efficacité du système nerveux

Les gestes techniques, les automatismes sportifs sont des programmes moteurs gérés par le système nerveux. Le syst nerveux a un fct optimum entre 38° et 39°. Il regroupe l'ensemble des circuits de commande, de contrôle et de coordination de l'action du corps.

Une augmentation de 2°C de la T° centrale = accélération de la vitesse de contraction de 20%.

Ce système biologique n'enregistre pas définitivement ses programmes moteurs (pas de disquette ni de disque dur), ils évoluent en permanence (apprentissage, entraînement, rééducation) et ils se dégradent continuellement : ils sont moins précis et moins régulier. Il faut donc réveiller et restaurer ces automatismes avant de pouvoir être efficace.

↘ Risques de blessures (= sécurité)

↘ Performance (= efficacité)

EN CONSEQUENCE :

Un pratiquant échauffé à 38°-39° et qui a conservé cette chaleur (port du survêtement) peut ensuite travailler physiquement avec moins de fatigue, moins de traumatisme articulaire et avec une précision supérieure qu'un élève non échauffé. Il obtiendra de meilleurs résultats : une meilleure qualité technique, plus de régularité dans ses résultats, un meilleur niveau de performance. Il apprendra mieux qu'un pratiquant non échauffé.

L'échauffement optimal doit durer entre 15 et 30 minutes pour amener la température du corps à 38°5.

II - Comment s'échauffer ?**- Il faut fabriquer de la chaleur****➤ Comment ?**

En accomplissant un effort physique (énergie chimique conversion ATP = chaleur), d'une intensité suffisante (puissance musculaire fournie doit dépasser 50W) et d'une durée suffisante (la chaleur est stockée puis évacuée).

Pour cela, il faut mettre en action 80 % de masse musculaire

Signes apparents d'échauffement : sueur légère, peau rouge et essoufflement.

➤ Où ?

*** Dans les membres inférieurs et stimuler les systèmes cardio-vasculaire et respiratoire).**

Courir au moins 4 minutes à petite allure (inférieure à 150 pulsations/minute) dans le gymnase ou au moins 8 minutes par temps frais sur la piste (ou faire 5 X 1 min de saut à la corde si on est (très) bon en saut à la corde)

Si la sensation de chaleur est insuffisante (temps frais, vent), il faut augmenter la durée de la course sans accélérer son allure (pour ne pas entamer ses réserves



d'énergie)...et se couvrir suffisamment.

*** Dans le tronc : les abdominaux et les dorsaux**

La course et les éducatif de course le permettent

Travailler davantage localement en fonction de l'activité qui suit.

*** Dans les épaules, le cou, les bras, les mains**

Mettre en activité les trapèzes en travaillant en élévation d'épaules et ou coudes au dessus des épaules.

- Il faut accepter un certain inconfort durant les 4-5 premières minutes de l'échauffement.

Ces 5 premières minutes désagréables correspondent au début de l'adaptation à l'effort :

- Augmentation du rythme cardiaque, de la pression sanguine et du rythme respiratoire.
- Raideurs articulaires et musculaires dues à la viscosité des muscles.
- Résistance périphériques à l'écoulement du sang dans les vaisseaux : Sensation d'essoufflement

Et il ne faut que quelques minutes pour que les mécanismes d'adaptation à l'effort physique agissent pleinement.

- Il faut se préparer progressivement à l'effort demandé

Et ce, sans susciter de fatigue ni entamer de réserves énergétiques
L'intensité de départ doit être relativement faible et fonction de l'activité qui précède. L'intensité finale doit correspondre à l'intensité du début de la séance.

- Les étirements pour l'échauffement

L'objectif principal des étirements lors de l'échauffement est l'amélioration de la souplesse articulaire et musculaire qui permettra l'amplitude maximum des mouvements sans risques.

Les étirements sont nécessaires aux sédentaires et aux sportifs occasionnels. Pour les sportifs de (très) bon niveau, les données actuelles laissent penser qu'il faut éviter de s'étirer AVANT une compétition. Pour tous, il reste admis qu'il est utile de s'étirer après les efforts.

Un étirement ne doit pas faire mal, mais on doit ressentir une forte tension.

En fonction de l'activité qui suit, il peut y avoir des étirements en fin

- Prendre en compte les contextes

➤ La température extérieure

S'il fait froid :

- Il faut s'échauffer plus longtemps pour arriver à fabriquer de la chaleur
- Il faut couvrir ses muscles pendant et après pour bien conserver cette chaleur

S'il fait chaud :

- Il faut penser à boire régulièrement (avant d'avoir soif)
- Il faut s'échauffer à l'ombre si possible

➤ La météo en extérieur

Il faut se protéger du **vent** et de la pluie qui vont refroidir mes muscles (avec un coupe-vent et un survêtement)

➤ L'heure de la journée

S'il est 8 h du matin, il faut s'échauffer plus longtemps qu'en milieu d'après-midi

➤ L'activité qui précède

En sortant d'un cours où l'on resté assis, on n'est pas du tout échauffé

En sortant de la récréation, si elle a été animée, on est déjà partiellement échauffé

➤ L'activité qui suit

Pour un effort peu intense, par exemple un footing : un échauffement de 5 min peut suffire

Pour un effort variable, parfois intense et demandant de la précision, de la vitesse d'exécution : il faudra au moins 15 min si on veut être efficace et à l'abri d'un accident

➤ Le pratiquant

- Son niveau de pratique
- Son âge
- La période de l'année en fonction de la planification annuelle de l'entraînement

Un pratiquant sportif s'adapte plus rapidement qu'un non sportif. Le contenu sera parfois davantage axé sur les gestes sportifs, du renforcement musculaire, des étirements....

III. Conclusion

Il faut donc s'échauffer à chaque début de séance

Il faut apprendre à réaliser un échauffement efficace et adapté au contexte, à l'activité et au pratiquant

IV. Concevoir un échauffement type « Fitness »

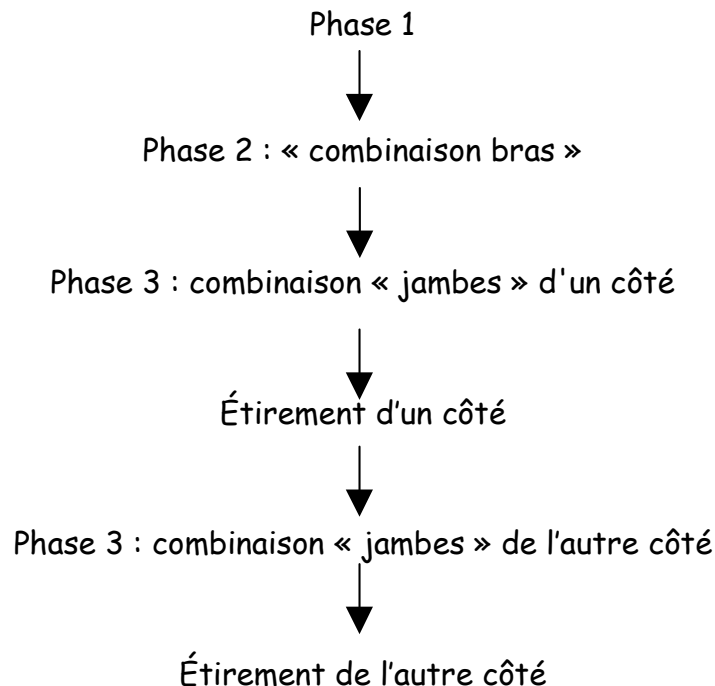
Phase 1 : Présentation de l'éducateur, du cours qui va suivre, prise de contact avec le public, vérification du matériel utilisé (matériel fitness + chaussures, serviette...), placement des pratiquants dans l'espace, etc...
+ Rituel physique permettant l'entrée dans l'activité, la préparation psychologique du pratiquant (exemple : respirations...) (Voir 1.1)

Phase 2 : Échauffement articulaire axé sur la ceinture scapulaire : faire une petite combinaison à base de 2 ou 4 mouvements (le choix des mouvements doit être pertinent en fonction du cours qui va suivre)

Phase 3 : Échauffement cardio-respiratoire par la mobilisation et l'échauffement articulaire de la ceinture pelvienne et des membres inférieurs : faire une petite combinaison à base de 2 ou 4 mouvements (possibilité d'intégrer des directions, d'ajouter une mobilisation des bras, le choix des mouvements doit être pertinent en fonction du cours qui va suivre...).

Phase 4 : Étirements actifs

PROGRESSIVITE dans l'INTENSITE
Et la COORDINATION



Physiologie du Sport

Chapitre 2 : Théorie et pratique des étirements

Introduction

Définitions

I - Physiologie des étirements

- Généralités

- Les fuseaux neuro-musculaires
- Les organes tendineux de Golgi
- La capsule articulaire

II - Pourquoi s'étirer ? Les bienfaits des étirements

III - Comment s'étirer ?

- Principes de travail

- Ce qui doit être proscrit
- les différentes méthodes d'étirements
- La méthode « passive »
- La méthode dynamique active utilisant des balancés et des enchaînements balistiques
- La méthode « contracté -> relâché -> étiré »

IV - Souplesse et performance sportive

Conclusion

Physiologie du Sport

Chapitre 2 : Théorie et pratique des étirements

Introduction

On définit l'étirement comme étant une mise en tension d'un muscle ou d'une chaîne musculaire.

La souplesse est la capacité d'exécuter des mouvements de grande amplitude, dans la limite permise du jeu articulaire.

Définitions :

➤ Nous appelons **souplesse passive** l'amplitude atteinte en ayant recours à une force extérieure. Cette force peut provenir d'un objet, d'une personne, du poids du corps... Elle rend possible l'extension du muscle c'est à dire son allongement au-delà des valeurs de repos.

Ce premier type de souplesse s'effectue en l'absence de participation directe des muscles au mouvement d'écartement.

➤ La **souplesse active** représente la faculté d'atteindre des amplitudes importantes grâce à la seule mise en œuvre des muscles entourant l'articulation en jeu. Elle suppose une souplesse passive et une force suffisante.

Pour une **personne sportive**, c'est plutôt la souplesse **active** (statique et dynamique) que l'on cherchera à développer en priorité en fonction des exigences de la spécialité. Néanmoins, certaines activités sportives impliquent que soit également améliorée la souplesse active passive pour le maintien de certaines positions ou la réalisation de certains mouvements comme c'est le cas dans les activités gymniques.

I - Physiologie des étirements

1.1 - Généralités

Un muscle peut se raccourcir jusqu'au 2/3 de sa longueur de repos. La longueur minimale du muscle raccourci représente la moitié de la longueur du même muscle étiré. Le gain en longueur du muscle peut représenter de 20 à 50% de sa longueur au repos.

L'amplitude articulaire dépend de la mise en tension successive :

- Des Muscles et des Tissus Conjonctifs qui entourent les muscles (40 % de la souplesse totale)
- Des tendons (10% de la souplesse totale) qui attachent les muscles aux os (les aponévroses d'insertion sont inextensibles => difficilement améliorable)
- Des articulations : de l'état des surfaces articulaires, des capsules articulaires et les ligaments (50 % de la souplesse totale)

Mais aussi de :

- Des données génétiques (du sexe et des gènes) : Chez la femme la capacité d'étirement des tissus est plus grande que chez l'homme, du fait de la moindre densité des tissus.
- Du tonus musculaire de repos de l'individu (influencé par son comportement psychologique dans son milieu social)
- De la température ambiante (la chaleur est bénéfique)
- De l'âge (c'est avant la puberté qu'elle se développe le plus facilement même si elle peut s'améliorer tout au long de la vie) : Le meilleur moment pour travailler la souplesse est l'âge de la puberté. A cet âge, la mobilité du rachis est à son maximum, celle de l'articulation scapulo-humérale augmente jusqu'à 14 ans, alors que la mobilité de la hanche est à son maximum entre 6 - 8 ans et 11 ans. La souplesse se détériore avec l'âge et avec l'inactivité.
- De l'heure de la journée

- Les fuseaux neuro-musculaires

Ce sont des nerfs qui sont stimulés par l'étirement du muscle et provoquent une réponse réflexe de contraction. Tout étirement violent du muscle stimule les fuseaux neuromusculaires qui s'activent et produisent une contraction en retour : c'est le **réflexe myotatique**.

Ce mécanisme réflexe permet d'obtenir une force musculaire bien supérieure à celle générée par une simple contraction volontaire. C'est pourquoi, il est recherché dans les activités physiques.

En contre partie de son efficacité, activé dans une situation d'étirement placé, ce processus peut conduire à des blessures (contractures...). Il provoque une contraction donc un raccourcissement du muscle alors que nous cherchons à l'allonger. Ainsi, tout étirement violent qui n'est pas préparé conduit à l'effet inverse à celui recherché : la contraction.

=> La première recommandation qui émane de cette propriété du muscle est d'éviter les temps de ressort (à-coups) sur un muscle qui n'est pas préparé - échauffé - au préalable.

- Les organes tendineux de Golgi

Ils sont présents au niveau de la jonction muscle-tendon et sont, eux aussi, stimulés par l'allongement du muscle via des récepteurs sensibles à la pression. Ils ont un rôle de protection qui consiste à réagir à tout excès de traction sur l'insertion tendineuse. Dans ce cas, ils provoquent (par excitation de la fibre afférente Ib) un relâchement du muscle étiré dont ils sont issus (effet inhibiteur) : c'est le **réflexe myotatique inversé**.

En relâchant le muscle, ce mécanisme réflexe va exactement dans le sens de ce que nous recherchons. Nous chercherons donc à stimuler ces petits récepteurs permettant le relâchement du muscle étiré afin de gagner en amplitude articulaire. Pour ce faire, l'étirement doit être lent et maintenu plusieurs secondes.

En plus de ce maintien en position d'étirement, les scientifiques ont remarqué que la contraction des muscles étirés augmentait la tension exercée sur les extrémités tendineuses. La stimulation des organes de Golgi s'en trouve accrue.

=> Ces constatations ont permis l'élaboration de nouvelles techniques d'étirements. Les méthodes d'étirements statiques qui consistaient à maintenir un muscle en position étirée pendant un temps donné font place à de nouvelles méthodes qui jouent sur l'alternance de périodes de contraction, de relâchement et d'étirement.

- La capsule articulaire

Ce manchon fibreux qui fait le tour de l'articulation va réagir comme le fuseau neuromusculaire à un étirement important. Le processus mis en œuvre est appelé **réflexe capsulaire de Charcot**. Il s'agit d'un réflexe de défense qu'il convient d'éviter lors des étirements.

La souplesse des systèmes tendineux, ligamentaires et capsulaires est difficilement améliorable.

II - Pourquoi s'étirer ? Les bienfaits des étirements :

Le besoin de ventilation et la nécessité d'abaisser les tensions accumulées sont déjà spontanément satisfaits grâce à des mouvements réflexes : bâillement, haussement des épaules... : l'organisme manquant d'oxygène produit un acte réflexe. Il ne faut donc pas s'empêcher de bâiller et nous pouvons même provoquer des bâillements successifs et appliquer le processus du bâillement (Éirement-Contraction - Décontraction - Relâchement)

1 - Lutter contre la dégénérescence fonctionnelle qui apparaît avec l'âge

Dans toute une vie, notre corps subit grand nombre de contraintes génératrices de tensions, de blocages, d'immobilisme contraint ou recherché...les différentes techniques d'étirement permettent aux muscles de conserver leur propriété biologique et surtout d'entretenir la fonction musculaire et la mobilité articulaire. Les étirements sont importants pour lutter contre les effets du vieillissement. En effet, le travail des amplitudes articulaires et de l'élasticité musculaire freine la propagation de l'arthrose et stimule la régénération osseuse.

2 - Favoriser une plus grande disponibilité gestuelle

Grâce aux étirements, le geste devient plus fluide, plus harmonieux, plus élégant. Cette recherche n'intéresse pas seulement les artistes corporels mais toutes personnes souhaitant un mieux être général.

3 - S'assouplir

C'est chercher à augmenter l'amplitude du jeu articulaire et musculaire dans les limites mécaniques permises. On augmente ainsi la mobilité de l'articulation facilitant alors les actes de la vie professionnelle, quotidienne ou sportive.

4 - Equilibrer le travail réalisé en renforcement musculaire

La souplesse et la force sont 2 capacités biologiques indissociables. Les étirements permettent d'équilibrer les capacités de force d'un groupe musculaire et les capacités d'extension d'un autre groupe musculaire afin d'éviter les troubles fonctionnels.

5 - Accroître la performance

Une grande mobilité, une diminution des gestes parasites, une amélioration de l'amplitude des mouvements combinés à un programme spécifique des renforcements musculaires, améliore le geste sportif et par la même la performance. Toute limitation articulaire entraîne inévitablement une augmentation de la dépense énergétique musculaire pour compenser celle-ci.

6 - Eveiller ma proprioception

Les données neurophysiologiques nous indiquent que les informations captées par les récepteurs sont répercutées jusqu'aux bases neurophysiologiques de la conscience. Ainsi, les étirements permettent d'inscrire et de mémoriser chaque partie du corps, entraînant une conscience plus fine des sensations qui renseignent sur l'attitude, les mouvements, l'équilibre.

7 - Développer la concentration

La lenteur des mouvements, l'observation sélective d'une partie du corps, du rythme respiratoire ou musicale favorisent la vigilance puis la concentration.

8 - Favoriser la circulation sanguine et par la même occasion les échanges gazeux.

9 - Participer à l'échauffement

Les techniques d'étirement répondent aux besoins du sportif : les mises sous tension entraînent un réchauffement musculaire très rapide, une amplitude articulaire plus marquée, ainsi qu'une mise en alerte des récepteurs proprioceptifs.

10 - Favoriser la récupération

Pendant les efforts, même s'ils ne sont pas violents, les muscles ont tendance à se raccourcir pour les ramener à leur longueur initiale. Pour être intensif, on pratique des respirations profondes.

11 - Equilibrer le tonus

Tonus : contraction du groupe musculaire bien au-delà des besoins nécessaires. Certaines méthodes d'étirement sont indiquées pour rééquilibrer ce tonus : technique de relaxation et de massages visant à harmoniser l'activité tonique.

12 - Réguler les tensions physiques et psychologiques :

Les étirements permettent de retrouver une sensation de détente et de bien-être en cas d'angoisse, inquiétude et tout autres stress psychologiques créant des tensions physiques et nerveuses pouvant se traduire par des courbatures.

13 - Diminuer les risques de blessures

En harmonisant l'activité tonique, en respectant la physiologie du tissu fibreux, en augmentant la température des muscles et des tendons, les étirements agissent favorablement sur la prévention des accidents musculaires et tendineux.

III - Comment s'étirer ?

Il existe plusieurs méthodes d'étirement et beaucoup d'exercices pour s'étirer.

- Principes de travail

➤ Un étirement doit durer assez longtemps (au moins 10 secondes) pour permettre la mise en tension progressive de tous les tissus plus ou moins rapidement étirables.

➤ **S'étirer de préférence dans le calme en se concentrant sur les sensations provoquées**

➤ **Echauffer le muscle avant de l'étirer** car la chaleur influe positivement sur l'étirement : Les fibres musculaires sont alignées les unes à côté des autres et cette disposition anatomique a tendance à créer des frictions entre les fibres pendant le mouvement. Ces frictions accentuent l'échauffement interne provoqué par les processus énergétiques se déroulant au sein du muscle. L'élévation de température qui en résulte a pour conséquence de diminuer la viscosité des muscles et donc d'accroître leur capacité à "coulisser" sans créer de tensions. La viscosité représente 1% de la résistance du muscle à l'étirement. Il s'en suit un meilleur rendement du geste et une diminution du risque de blessures.

Cette propriété est à l'origine de la fameuse recommandation : ne jamais étirer un muscle à froid.

Cependant, pour un réel gain d'assouplissement, la pratique d'étirement à froid est considérée plus efficace car elle permet une progression des amplitudes par déformation plus durable des tissus conjonctifs.

➤ **Prendre en compte l'orientation des fibres musculaires et les degrés de liberté de l'articulation.** C'est l'aponévrose, la membrane inextensible qui entoure le muscle, qui impose une direction de contraction et donc une direction d'étirement. Cependant, il est intéressant de donner une composante rotatoire aux étirements de manière à solliciter les différentes fibres musculaires sur leur trajet maximum

➤ **Détendre les muscles péris articulaires**

➤ **Veiller au bon placement corporel** dans chaque situation en fonction du muscle ou du groupe musculaire à étirer afin d'éviter les compensations.

➤ **Ne pas vouloir faire le mouvement pour le mouvement** : Pour obtenir un grand écart antéropostérieur, il est préférable d'étirer les quadriceps puis les ischios-jambiers plutôt que de placer directement le pratiquant en grand écart ou à l'amplitude max.

➤ **Associer l'expiration progressive et complète au relâchement musculaire**

- **Rechercher l'amplitude maximale jusqu'au seuil de douleur légère et supportable.** Une douleur trop importante amène une contraction réflexe qui va à l'encontre du but recherché et risque de bloquer psychologiquement l'individu qui adoptera par la suite une attitude négative face au travail d'assouplissement.
- **Respecter un travail symétrique** (droite / gauche et Agoniste / antagoniste : équilibre des masses musculaires)
- **Assouplir quotidiennement** pour une amélioration sensible.
- **Eviter les mouvements répétitifs style « temps de ressort »** peu efficace pour l'assouplissement pur car ils mettent en jeu des réflexes protecteurs limitant l'efficacité de l'exercice. On peut néanmoins les conserver pendant l'échauffement.
- **Respecter la progressivité dans le travail et l'équilibre entre souplesse et tonification.**

- Ce qui doit être proscrit

- Rechercher l'amplitude maximale de l'articulation
- Bloquer la respiration
- Etirer un muscle blessé
- Provoquer une douleur trop importante

- les différentes méthodes d'étirements

La méthode « passive »

= Ils consistent à maintenir un étirement pendant un temps relativement long (compris le plus souvent entre 10" et plusieurs minutes). L'idée est de parvenir à l'allongement du muscle en favorisant son relâchement, grâce, notamment, à l'action des organes de Golgi.

Les risques sont doubles :

-> **Activation du réflexe myotatique** avec comme conséquence la contraction du muscle. Pour éviter ce désagrément, nous devons prendre garde à être progressifs. Le premier étirement d'un muscle doit rester bien en deçà du seuil douloureux. La montée en tension doit se faire très lentement.

-> **Arrêt de la circulation** : l'étirement d'un muscle s'accompagne d'une tension susceptible de réduire considérablement la circulation sanguine. Ce processus est tout à fait dommageable tant pour la préparation à l'exercice que pour sa

récupération. Si nous décidons d'effectuer des étirements prolongés (plusieurs minutes) nous avons tout intérêt à les accomplir sous forme de répétitions entrecoupées de moments de récupération.

Les étirements passifs sont particulièrement utilisés pour la récupération (forme courte) et pour le gain d'amplitude (forme longue). C'est la plus accessible au débutant et la moins conseillée avant une compétition.

La méthode dynamique active utilisant des balancés et des enchaînements balistiques

= Les étirements actifs dynamiques consistent à faire des mouvements amples avec les différentes parties du corps. La tension principale s'obtient dans les parties terminales du geste.

Physiologiquement, ces étirements jouent sur deux qualités du muscle :

- * L'élasticité liée au réflexe myotatique : à une mise en tension forte fait suite une contraction automatique du muscle étiré. Cette capacité à retrouver sa position de repos est fortement impliquée dans l'efficacité du mouvement de course.
- * Le réflexe d'innervation réciproque : décrit par Sherrington, ce réflexe consiste en l'inhibition (relâchement) des muscles antagonistes en réponse à la contraction des muscles produisant le mouvement.

Le grand risque inhérent aux étirements actifs dynamiques est la contraction trop importante en réponse à l'étirement. Ce risque est d'autant plus grand que les tensions déployées sont importantes et le contrôle des forces difficile. Les sportifs fragiles devront faire particulièrement attention voir même éviter ces étirements.

L'avantage tient au fait d'amener le muscle dans des conditions proches de la pratique. Le muscle apprend à réagir rapidement à l'étirement sans pour autant se léser ; il développe l'aptitude à se décontracter rapidement (temps de retour au relâchement après une contraction). Enfin, les muscles agonistes se renforcent. Elle semble plus adaptée à la compétition.

La méthode « contracté -> relâché -> étiré »

= Cette technique réalise une synthèse de différents étirements. Les principes sont toujours les mêmes : éviter le réflexe de contraction et parvenir au relâchement du muscle.

La technique inclut **trois phases successives** :

Phase 1 : Pendant 6 secondes, le muscle est contracté intensément de manière statique. La respiration est calme et spontanée. (Il semble préférable de limiter la contraction à 6 secondes car la contraction statique intense entraîne un garrot vasculaire et une importante fatigue chez le sportif)

Cette phase a pour effet d'augmenter la tension dans les tendons ce qui stimule efficacement les organes tendineux de Golgi et favorise ainsi le relâchement musculaire. Les fuseaux neuromusculaires sont peu activés dans la mesure où le muscle est contracté. Les risques de contraction excessive par voie réflexe sont donc diminués. Par ailleurs, la contraction statique intense permet de tracter les cloisons conjonctives profondes sur lesquelles elle s'insère. Cette tension contribue à obtenir une extensibilité maximale.

Phase 2 : Le muscle est relâché sans mouvement ou avec seulement quelques petites secousses de décontraction pendant 6 secondes.

Phase 3 : Etirement lent et maximum jusqu'à la tension. La position est maintenue pendant 30 secondes sur une profonde expiration. L'étirement intervient progressivement et sur un muscle relâché ce qui le rend beaucoup moins réactif au réflexe myotatique que sans préparation préalable.

Cette phase fait intervenir le réflexe myotatique inversé : les fibres musculaires se protègent ainsi de la rupture lorsque la tension qu'elles produisent ou qui s'exerce sur elles est trop forte. Cette inhibition réflexe faciliterait l'étirement lent du muscle au cours de la séquence contraction - relâchement - étirement. Le relâchement post-contraction est une facilitation neuromusculaire proprioceptive de l'allongement du muscle.

La séquence, contraction - relâchement - étirement, peut être enchaînée plusieurs fois à la condition de ne pas changer de position, de respecter les temps d'alternance, et de rechercher un gain d'amplitude articulaire à vitesse très lente. L'alternance d'étirements et de contractions statiques d'un muscle très allongé semble favoriser l'ajustement musculaire à un travail en amplitude maximale (augmentation du nombre de sarcomères en série de la fibre).

IV - Souplesse et performance sportive

Quels bénéfices la souplesse peut engendrer sur la performance sportive ?

1 - Augmenter l'efficacité du geste sportif tant au niveau de la technique que de la puissance. En effet, lorsqu'un muscle est étiré par le travail de son antagoniste, il emmagasine de l'énergie élastique (dans les composantes élastiques séries) et la restitue lors de sa contraction. Ce phénomène est connu sous le nom de cycle étirement-détente. Une plus grande amplitude d'étirement permet donc d'obtenir un plus grand stockage d'énergie élastique, et par là même une contraction musculaire plus intense. C'est ce principe que l'on utilise à chaque fois que l'on fait un saut vertical en faisant une flexion du membre inférieur avant de pousser sur le sol.

2 - Eviter les blessures qui pourraient être occasionnées par le geste sportif. Grâce à une grande mobilité articulaire, les muscles et les tendons seront sollicités en-deçà de leur amplitude d'étirement maximale fonctionnelle, et seront moins sujets aux dommages.

3 - Limiter l'apparition des courbatures en faisant en sorte d'avoir des muscles moins "raides", c'est-à-dire susceptibles de supporter de fortes tensions lors du travail excentrique, dont on sait qu'il est à l'origine de ces courbatures. Ceci implique que les personnes moins raides sont capables de réaliser des exercices d'une plus grande intensité ou d'une plus grande durée durant les jours qui suivent une séance ayant provoquée des courbatures.

4 - Une possibilité d'exécution d'un plus grand nombre d'exercices et un geste plus esthétique réalisé avec le maximum d'amplitude et d'harmonie

5 - Une meilleure coordination par le développement de la proprioception et du schéma corporel

Attention :

Néanmoins, une trop grande laxité de l'articulation peut survenir si l'entraînement de souplesse est mal mené. Il peut alors provoquer l'effet inverse, à savoir un affaiblissement de la stabilité de l'articulation, qui sera sujette alors à des pathologies récurrentes (comme des entorses à répétitions par exemple).

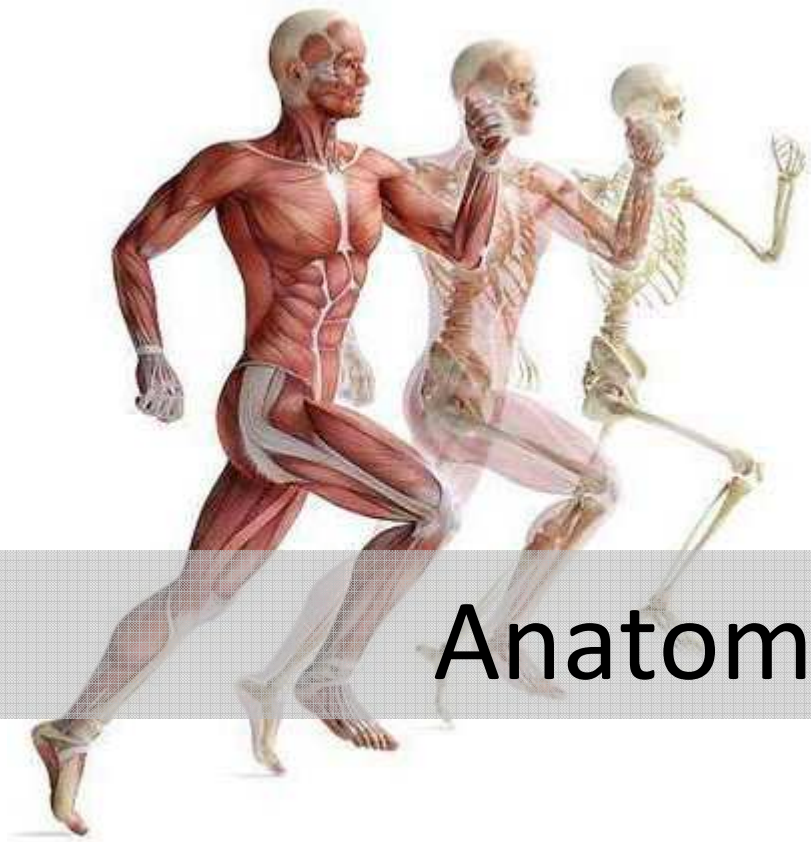
D'un point de vue pédagogique, pour rendre la séance attractive, on évitera de rester plus d'une minute sur chaque exercice d'assouplissement, quitte à le refaire plus tard.

De plus, la connaissance des circuits réflexes présents dans la moelle épinière nous apprend que la souplesse ne doit pas être forcément synonyme de douleur pour le pratiquant. Il existe des techniques très efficaces pouvant donner d'excellents résultats sans pour autant dégoûter les plus jeunes.

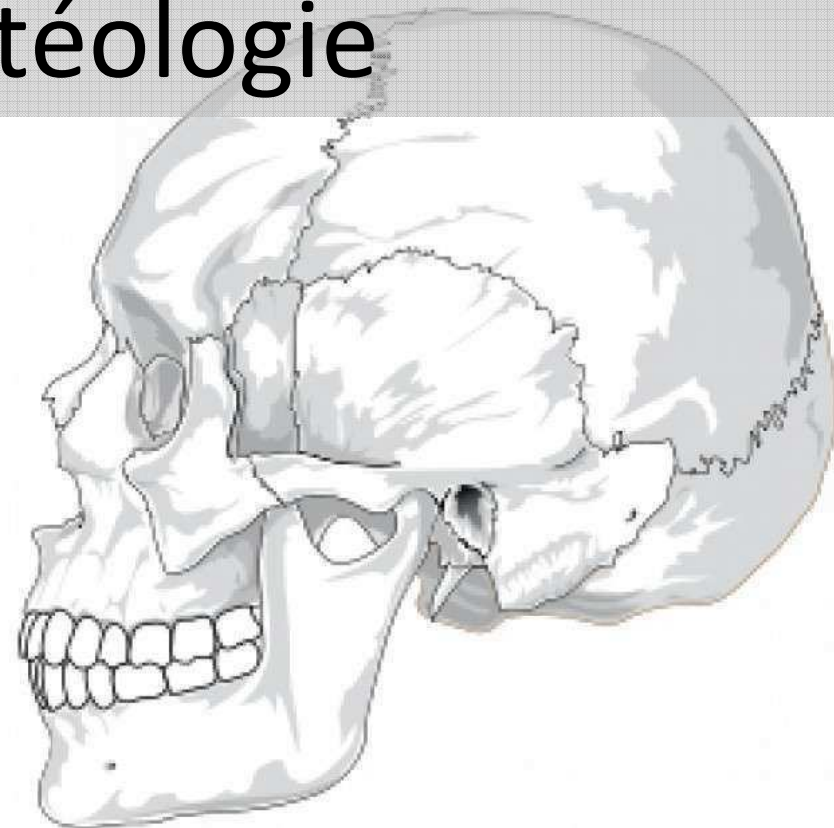
Conclusion

Certes le travail de la souplesse est essentiel pour des personnes sportives en quête de performance mais il est tout aussi important dans la vie quotidienne des personnes sédentaires.

Pour finir, le développement de la souplesse est bien souvent le parent pauvre de la préparation physique et de la remise en forme malgré la réelle utilité de ce dernier tant au niveau de la performance sportive que de la santé de chacun. Ainsi, j'espère avoir apporté des éléments convaincants et des moyens simples pour une meilleure considération de cette qualité qu'est la souplesse.



Anatomie ostéologie



Les trois plan anatomiques

Position anatomique de référence

Position anatomique de référence

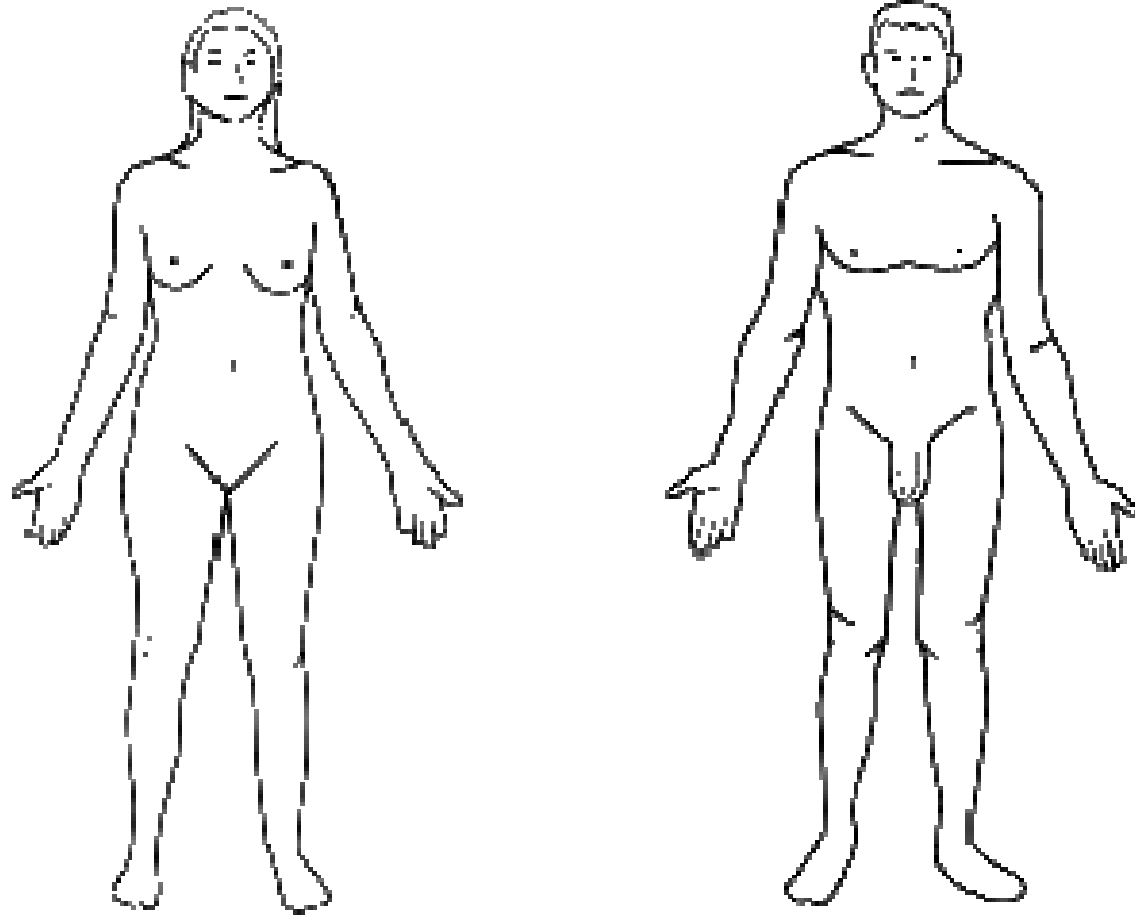
Tout d'abord, afin de pouvoir avoir un repère fixe et stable, on a défini **la position dite *anatomique de référence***, ou position de base, dans laquelle on considère le corps humain disposé d'une certaine manière.

En effet, pour ne prendre qu'un exemple, *doit-on dire que la paume de la main est tournée vers l'avant, vers la cuisse, ou vers l'arrière ?* Dans ces trois positions, la disposition des muscles de l'avant bras et des os de l'avant bras, aussi, est différente. C'est pourquoi il faut fixer des règles :

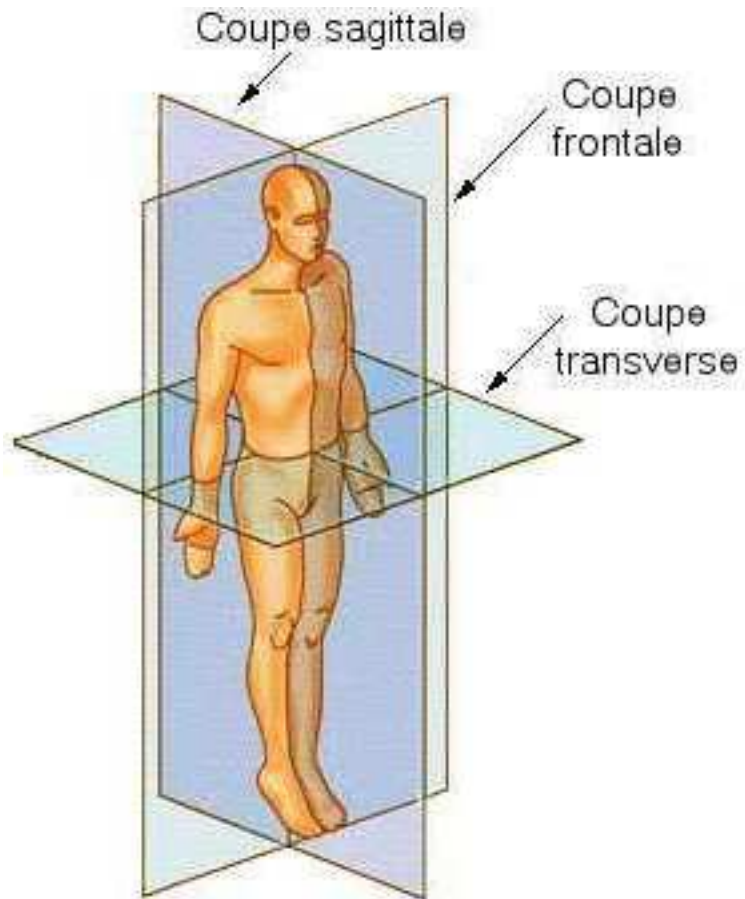
- ❖ Corps debout
- ❖ Regard horizontal, tourné vers l'avant, perpendiculaire au grand axe du corps
- ❖ Posés sur le sol, parallèles.
- ❖ Paumes tournées vers l'avant, bras étendus le long du corps

Ainsi, le coude, de même pour le genou, est déplié, le bras est parallèle au corps.

Position anatomique de référence



Les différents plans anatomiques



- **Le plan sagittal**

Partage le corps en 2 côtés (droit/gauche)
(face interne/externe)

- **Le plan frontal**

• Définit une face ventrale et une face dorsale
(face antérieur/postérieur)

- **Le plan transversale**

• Définit une partie supérieure (crâniale) et
inférieure (caudale)

Les mouvements sous les différents plans

Organisation spatiale et nomenclature mouvements

- **Plan sagittal**

Flexion : rapproche le segment de membre du corps d'un autre segment

Extension : éloigne

- **Plan frontal**

Abduction : éloigne le segment de membre de l'axe du corps

Adduction : rapproche

- **Plan transversal**

Rotation médiale: fait tourner le segment de membre sur lui-même vers l'intérieur

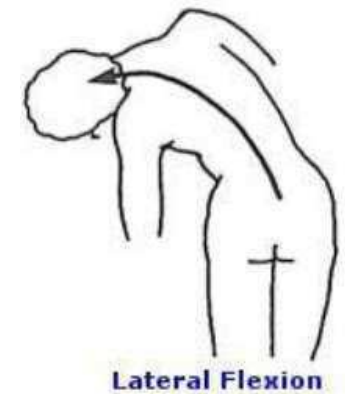
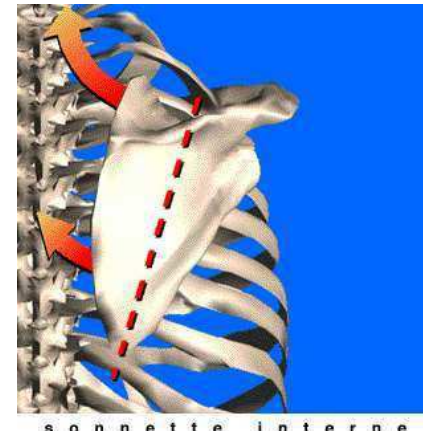
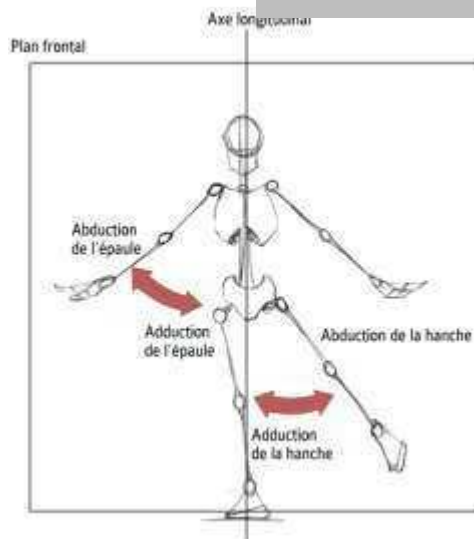
Rotation latérale: vers l'extérieur

- **Circumduction**

rotation autour d'un point fixe : épaule, hanche

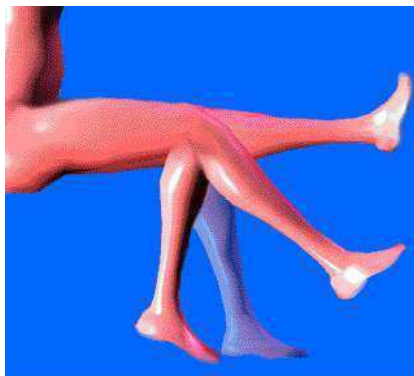
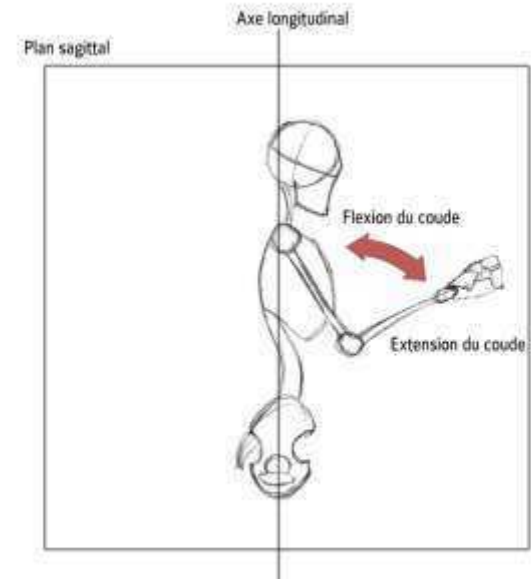
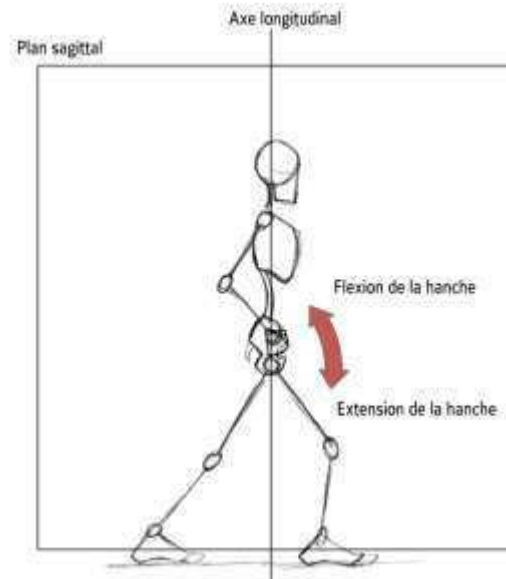
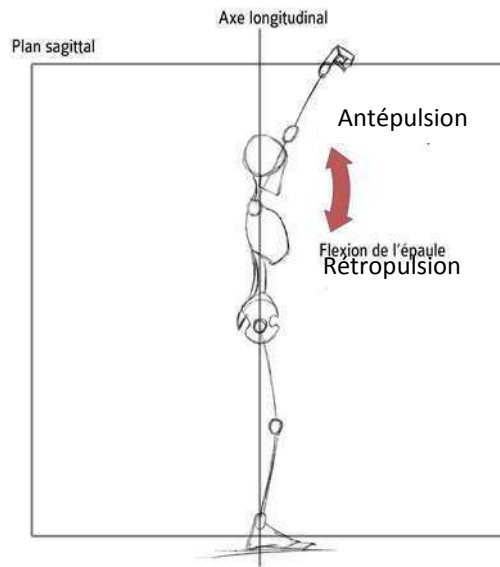
Les mouvements sur un plan frontal

Sur un plan frontal: abduction, adduction, flexion latéral du tronc, sonnette interne et externe de l'omoplate.

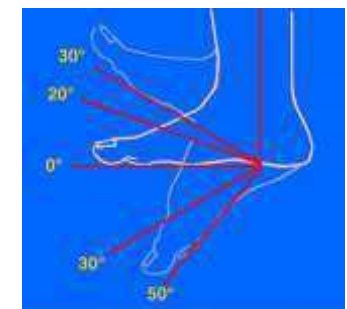
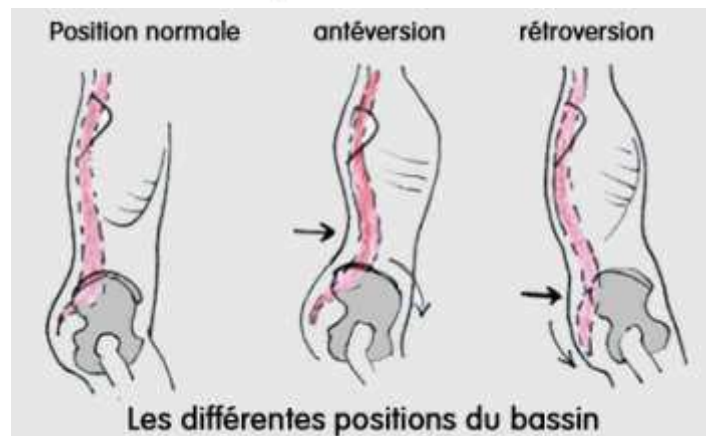


Les mouvements sur un plan sagittal

Sur un plan sagittal: flexion, extension, antépulsion, rétropulsion rétro etanté.



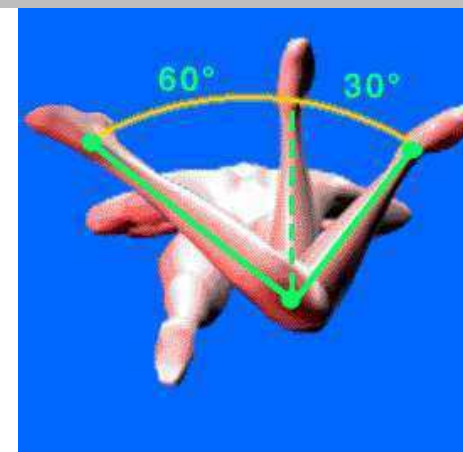
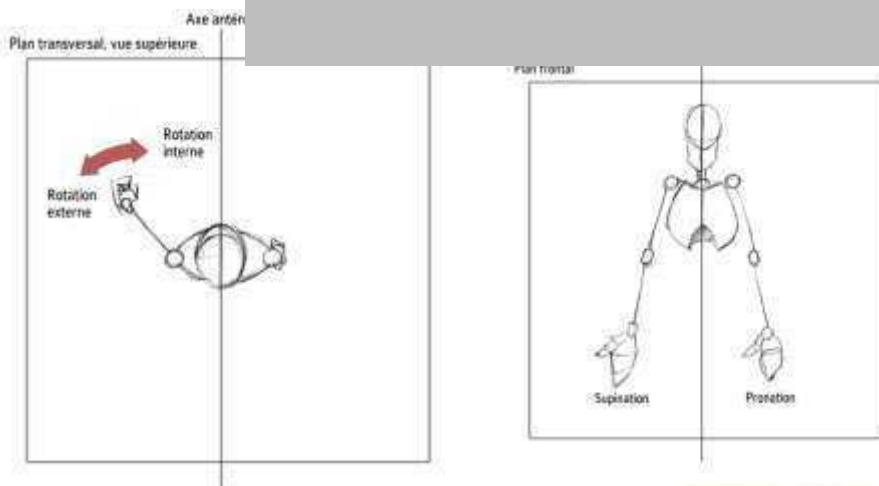
flexion extension du genou



dorsiflexion de la cheville

Les mouvements sous différents plans

Sur un plan transversal: rotation interne/externe pronation et supination, inversion éversion.



rotation de hanche à plat ventre
a: externe 60° - b: externe 30°



Définition de l'ostéologie

L'Ostéologie [*lat. ossum=os; grec. logia=théorie*] est la partie de l'anatomie qui traite des différentes pièces osseuses du corps humain, elle est présentée dans ce document comme la base de l'anatomie de l'appareil locomoteur. Elle constitue le "squelette" de la connaissance en anatomie...

Il existe dans le corps humain 198 à 214 os distincts, ce nombre varie parfois avec notamment les côtes surnuméraires. Le plus long et le plus lourd est l'os de la cuisse, le *Fémur* (environ 50cm pour un homme de 1,80m) alors que le plus petit est l'*Étrier* dans l'oreille moyenne (environ 3mm pour un poids de 2 à 4mg).

Les différentes régions du squelette

Nous divisons le corps en grandes régions :

au centre : la tête, le cou et le tronc (lui-même subdivisé en un thorax, un abdomen et un bassin), à la périphérie : le membre supérieur (épaule, bras, coude, avant-bras, poignet & main) et le membre inférieur (hanche, cuisse, genou, jambe, cheville & pied).

Les membres sont rattachés au tronc par des "ceintures". La ceinture scapulaire (composée des deux clavicules, des deux omoplates et du sternum) suspend le membre supérieur au tronc, la ceinture pelvienne (les deux os iliaques et le sacrum) fixe le membre inférieur au bassin

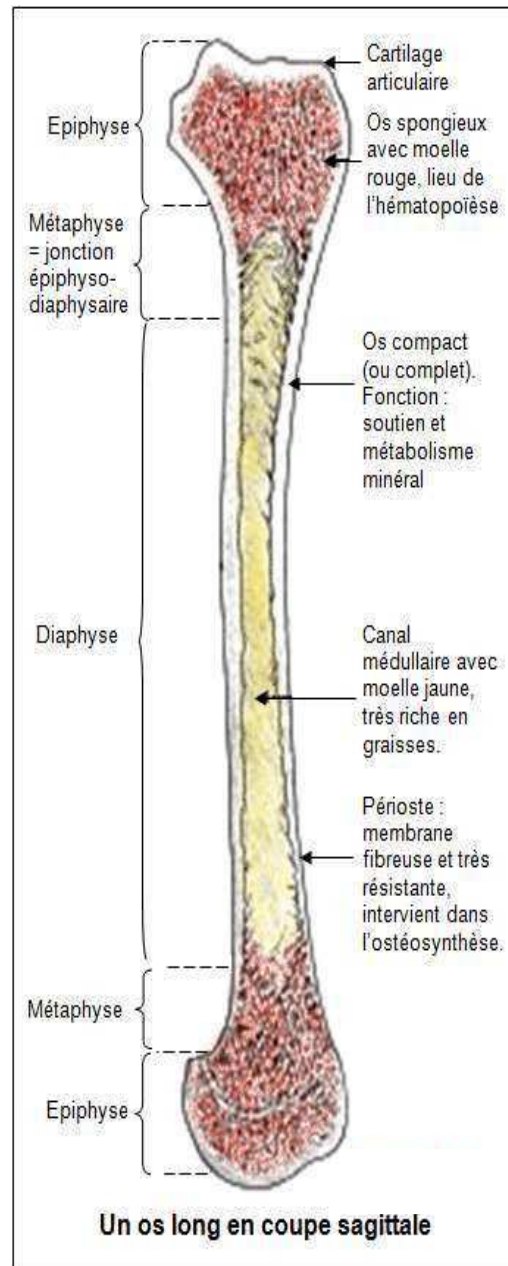
Le rôle du squelette

- ✓ Rôle de modelage du corps : participe à former la silhouette du corps,
- ✓ Rôle de soutien et d'amortissement : permet la station debout, la posture, le mouvement par la mobilisation musculaire sur les différentes pièces osseuses,
- ✓ Rôle de protection : boîte crânienne, cage thoracique, protection de la moelle...

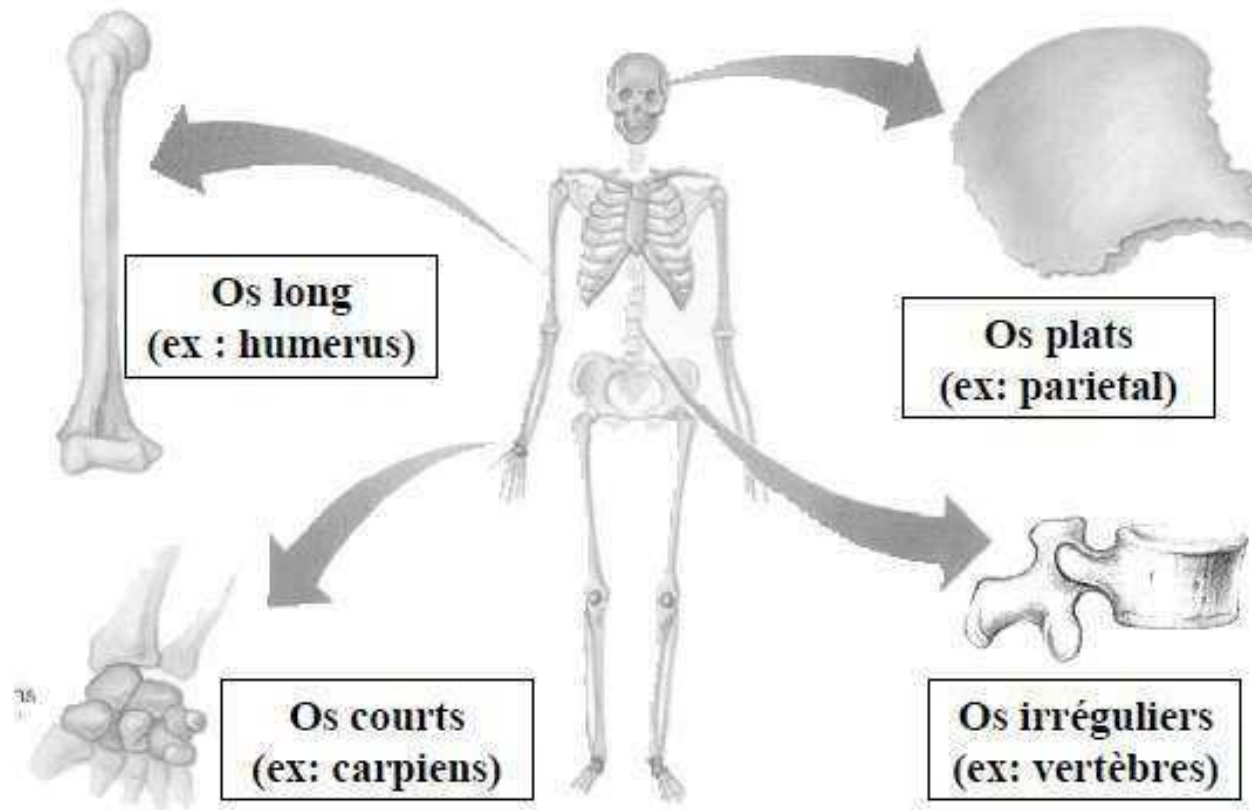
Un os c'est quoi?

Un os est une pièce du squelette constitué généralement par l'association de deux tissus : tissu osseux (recouvert de périoste) et tissu cartilagineux. Ils constituent des leviers sur lesquels pourront agir les muscles grâce à des éléments de liaison, les axes que constituent les articulations.

Les différentes structures de l'os

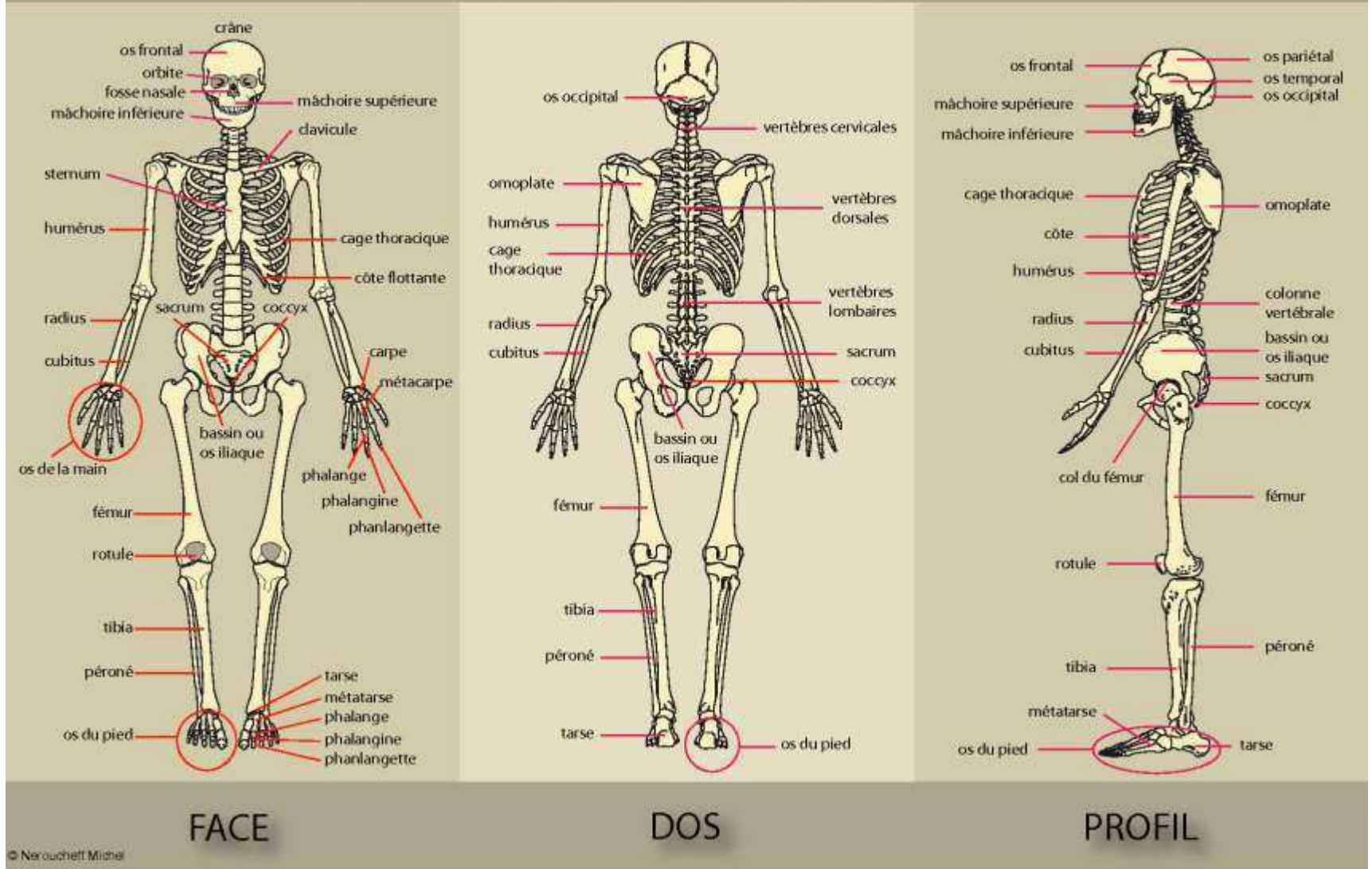


Les différents types d'os



Présentation du squelette humain

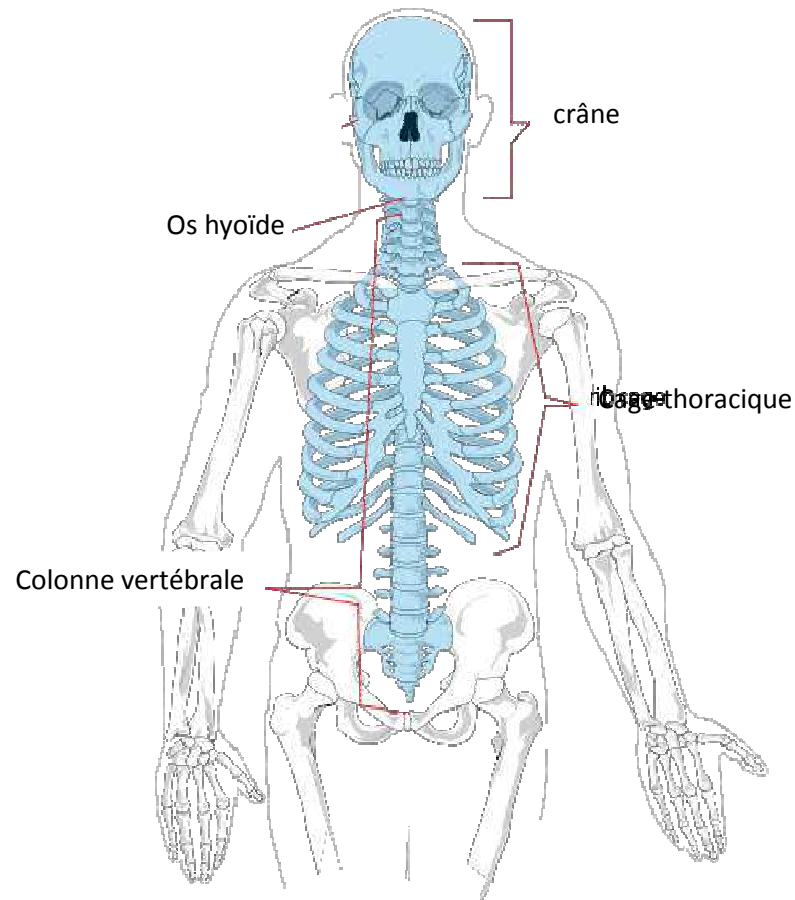
LE SQUELETTE DE L'HOMME



On différencie trois types d'os : les os longs , les os courts et les os plats. Ce n'est pas tant leur forme extérieure qui les différencient mais leur composition :

- **Les os longs** (exemple : le fémur) dont une dimension est supérieure aux autres, sont constitués de deux extrémités appelées épiphyses contenant de la moelle rouge (renouvellement cellulaire sanguin) et d'un corps creux ou diaphyse. Les épiphyses sont constituées d'os compact en surface et d'os spongieux à l'intérieur. Le corps formé d'os compact contient un canal médullaire rempli d'une substance grasseuse et molle : la moelle.
- **Les os courts** (exemple : Pisiforme = os du carpe), dans lesquels on ne retrouve pas de canal central, sont formés d'os spongieux recouvert d'une fine couche superficielle d'os compact.
- **Les os plats** (exemple : Omoplate) ont une structure identique à celle des os courts, ils sont parfois très fins (quelques millimètres pour la fosse sous épineuse de l'omoplate). Os spongieux recouvert d'une fine couche d'os compact.

Le squelette para-axial



Le squelette para-axial est formé par les os du crâne, la colonne vertébrale, les côtes et le sternum, ainsi que l'os du larynx. Ses principales fonctions sont la protection des organes internes et le point d'attache de la ceinture scapulaire et pelvienne.

La colonne vertébrale

□ Description :

Vue de face la colonne vertébrale est un empilement rectiligne de 24 vertèbres, représentant un mât creux à la fois rigide et souple, haubané par des centaines de muscles. Par contre de profil on constate qu'elle représente une sorte de S (tel une tôle ondulée) grâce à la superposition de courbures alternées. Chaque vertèbre est reliée à sa voisine en avant par un disque (système d'amortisseur) reposant sur le corps vertébral et en arrière par deux petites articulations postérieures maintenues par de puissants ligaments qui se tendent et se rétractent pour accompagner le mouvement.

Colonne vertébrale ou rachis : Axe osseux constitué de l'ensemble des vertèbres allant de la base du crâne au bassin chez les vertébrés.

Coccyx: Os né de la soudure de vertèbres atrophiées à l'extrémité du sacrum.

Sacrum: Os qui s'articule avec l'iliaque pour former le bassin.

Colonne lombaire: Partie du rachis au niveau des lombes (5 vertèbres).

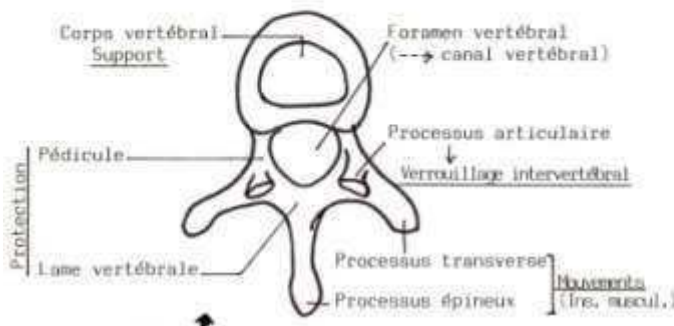
Colonne dorsale ou thoracique: Partie du rachis au niveau de la cage thoracique (12 vertèbres).

Colonne cervicale: Partie du rachis au niveau du cou (7 vertèbres).

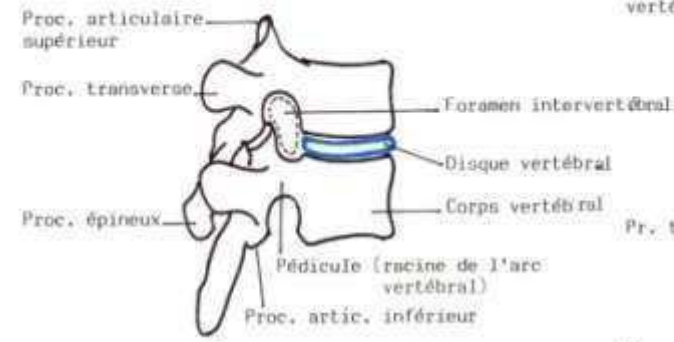
SCHEMA D'UNE VERTEBRE

VERTEBRES

CORRESPONDANCE DES DIFFERENTES PARTIES DES VERTEBRES



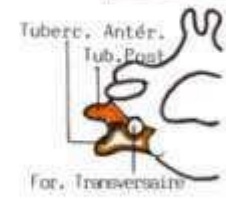
VUE SUPERIEURE



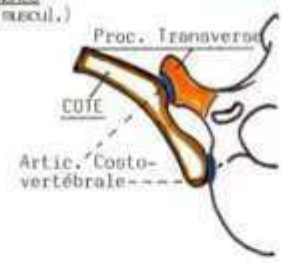
VUE LATÉRALE DROITE



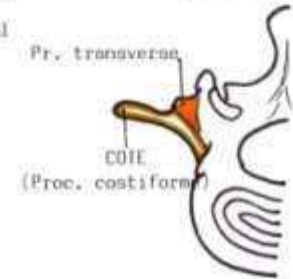
V. CERVICALE



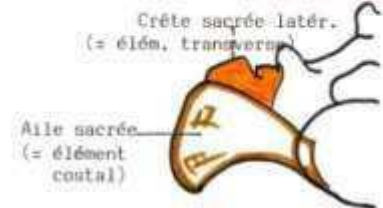
V. THORACIQUE



V. LOMBAIRE



SACRUM (BASE)



Les disques intervertébraux

Les disques intervertébraux associés aux ligaments vertébraux forment une symphyse intervertébrale. Chacun d'eux participe à la mobilité globale de la colonne vertébrale.

Les disques intervertébraux s'interposent entre les corps de 2 vertèbres successives.

Le disque intervertébral (DIV) est constitué de 2 parties :

- l'**anneau fibreux** (*anulus fibrosus*), fibrocartilage et fibres de collagène disposées en couches concentriques dont l'orientation des fibres change d'une couche à l'autre. Il est constitué de fibres dont l'orientation change d'une couche à l'autre, en leur centre s'insère le noyau,

- le **noyau** (*nucléus pulposus*) gélatineux. Riche en eau, il est déformable mais incompressible : qualité qu'il perd en vieillissant. Son rôle est d'amortir et de répartir les contraintes et les pressions. Il est situé d'autant plus en ARR par rapport au centre que l'on descend dans la colonne vertébrale.

Les disques intervertébraux

LE DISQUE INTERVERTEBRAL: Un amortisseur Hydraulique

L'ANNEAUX FIBREUX

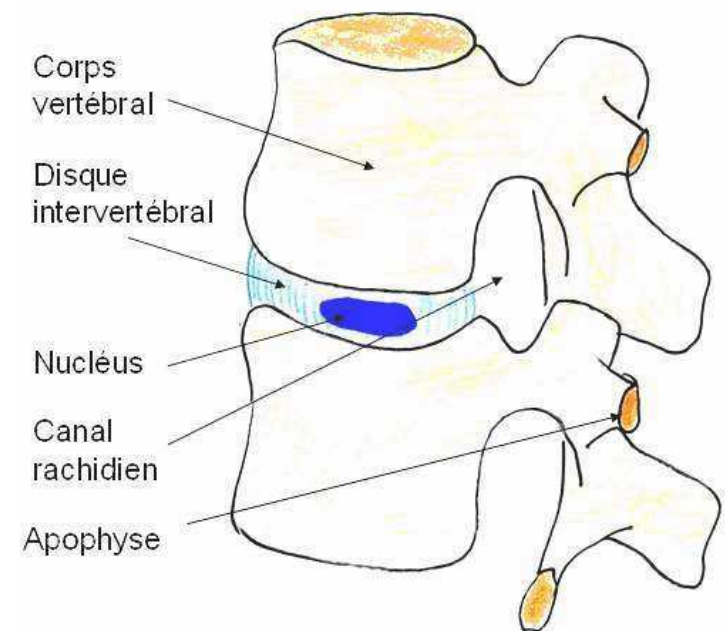
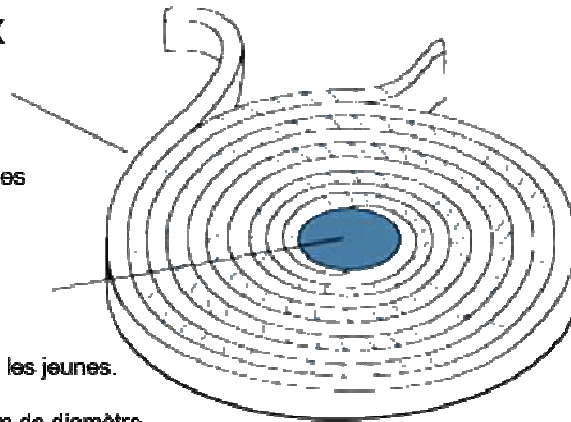
Composé à 85% d'eau.

Il est formé par un ensemble de lamelles verticales concentriques disposées à la manière des couches d'une tranche d'oignon.

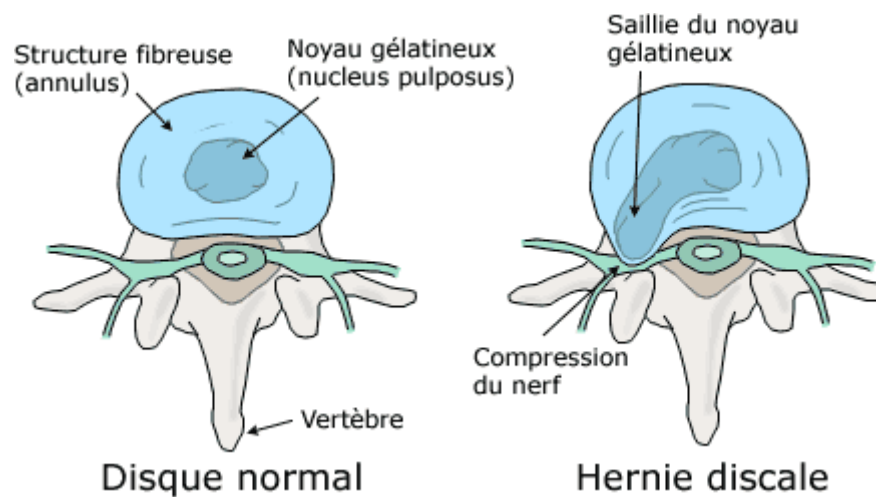
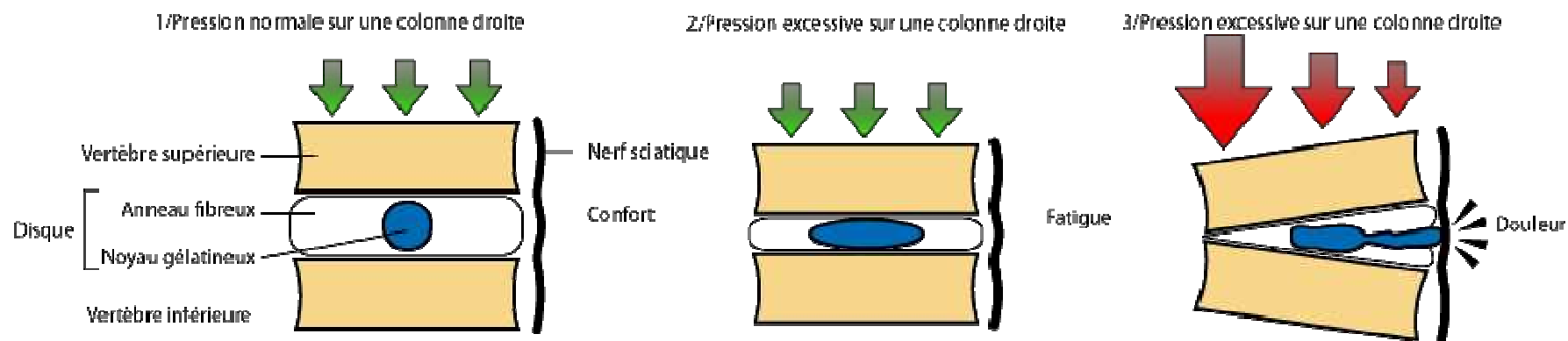
LE NOYAU DISCAL

Composé jusqu'à 88% d'eau chez les jeunes.

A la forme d'une bille de 1 à 1,5 cm de diamètre et est constitué d'une substance gélatineuse.



La hernie discale

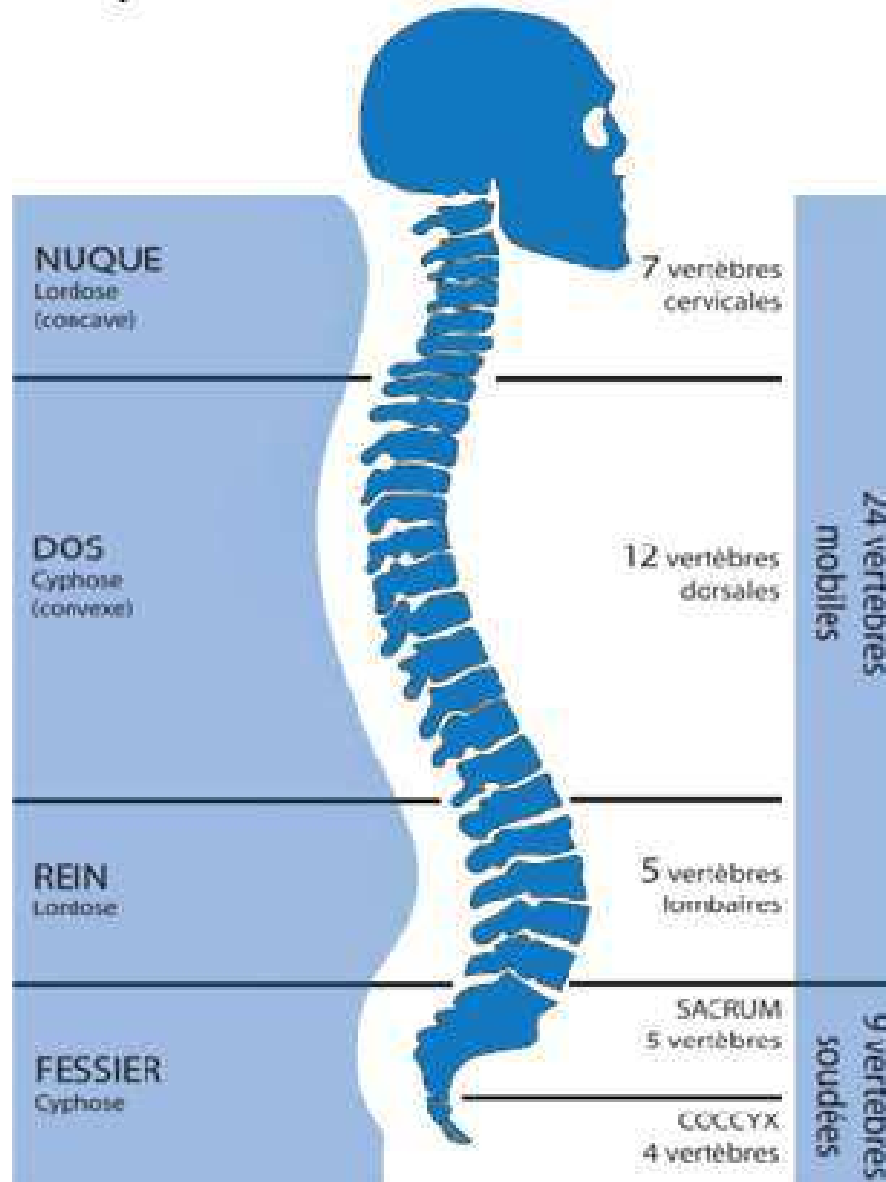


➤ Les 3 fonctions de la colonne vertébrale :

- ✓ Organe statique qui supporte le poids du corps. Les contraintes mécaniques augmentent au fur et à mesure qu'on descend la colonne. La totalité est transmise via le sacrum aux ailes iliaques, puis aux 2 membres inférieurs par les articulations coxo-fémorales.
- ✓ Organe dynamique : les vertèbres sont articulées les unes par rapport aux autres, ce qui permet un certain nombre de mouvements qui peuvent être de grande amplitude au niveau cervical (mobilité de la tête) mais moindres au niveau de la cage thoracique. Toute cette mobilisation vertébrale est rendue possible par l'existence de muscles qui vont assurer d'une part la statique et le maintien du rachis et d'autre part la mobilité.
- ✓ Organe de protection : les vertèbres sont creusées par un canal, cette superposition des vertèbres permet la formation du canal rachidien, qui contient la moelle épinière depuis la première vertèbre cervicale jusqu'au niveau L1 / L2. En dessous, c'est la queue de cheval, c'est à dire la fin de la moelle épinière.

Se qu'il faut retenir

Les quatre courbures de la colonne vertébrale

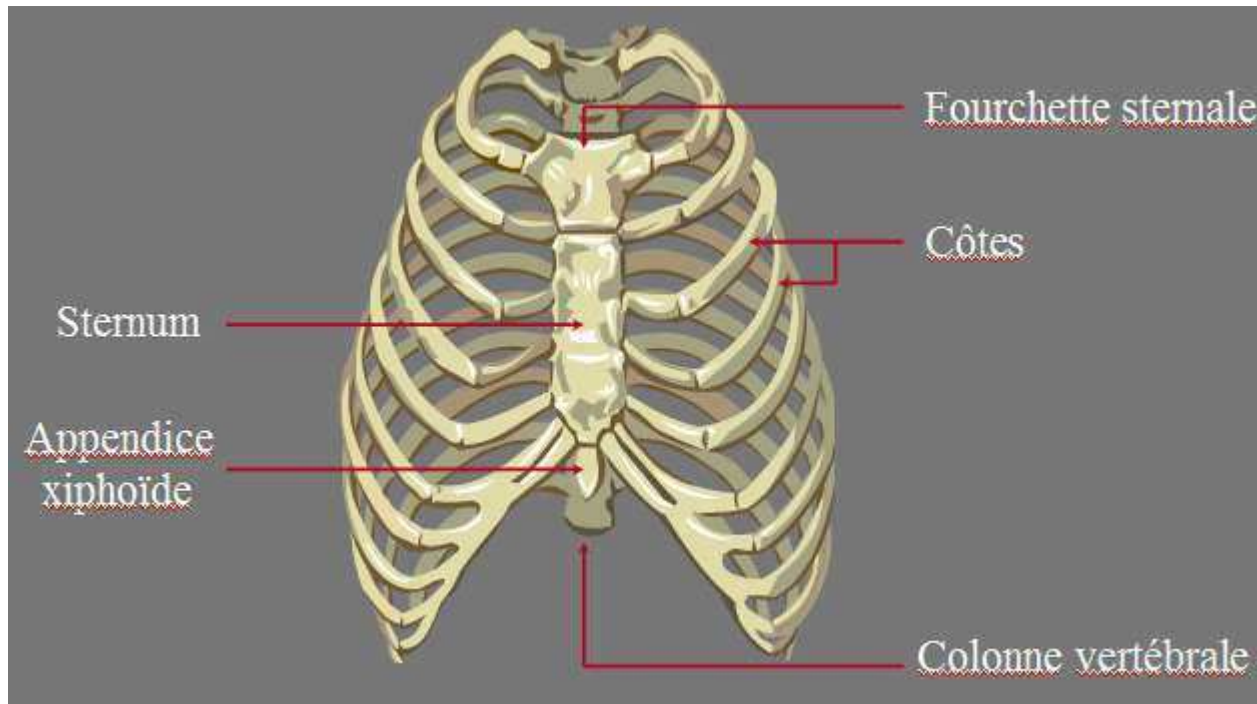


La cage thoracique

La cage thoracique est une région anatomique commune à de nombreux vertébrés, située au niveau du thorax. Ses rôles principaux sont de maintenir en place et protéger certains organes vitaux et structures viscérales, elle permet aussi l'insertion de nombreux muscles (diaphragme, transverse, oblique, etc...).

La cage thoracique peut être mobilisée par le diaphragme, les muscles scalènes et sterno-cléido-mastoïdiens afin faire varier son volume, modifiant ainsi la pression à l'intérieur de celle-ci. Ce mécanisme est à la base de la ventilation pulmonaire.

La cage thoracique



Elle est constituée:

□ du sternum en avant

✓ des côtes sur les cotés , au nombre de 12 paires, soit 24 côtes en tout.

✓ des vertèbres (colonne vertébrale ou rachis 12 vertèbres) enarrière

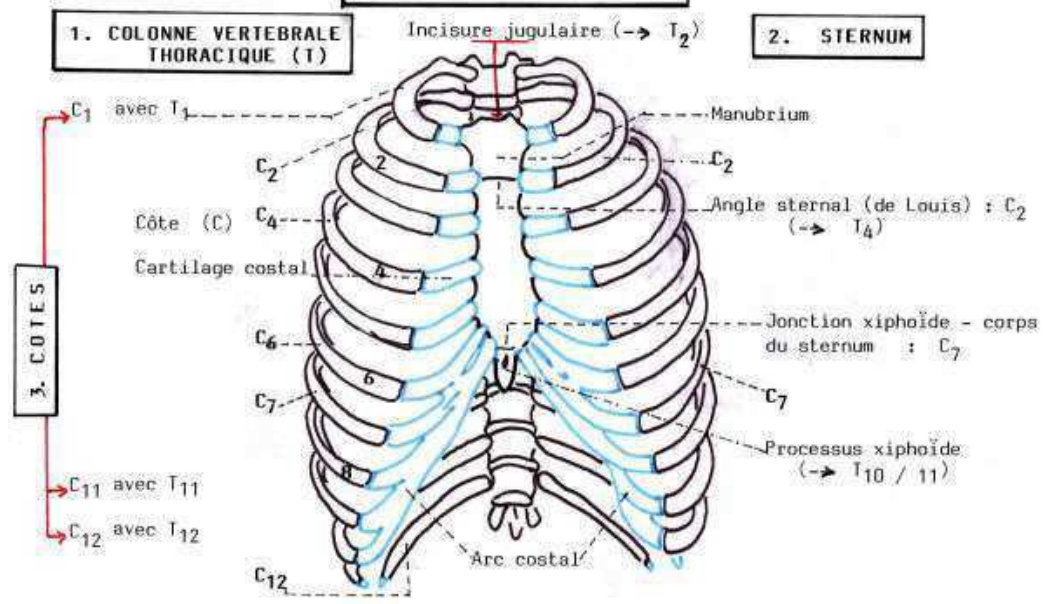
Son rôle:

Protection des organes.

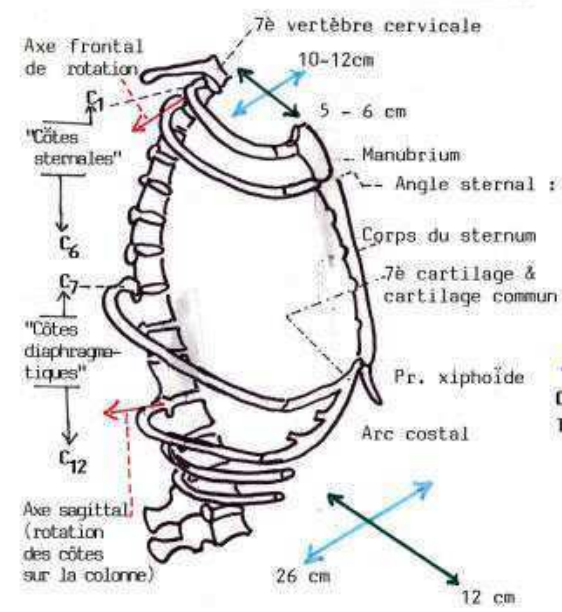
Insertion des poumons par l'intermédiaire de la plèvre.

CAGE THORACIQUE
VUE ANTERIEURE

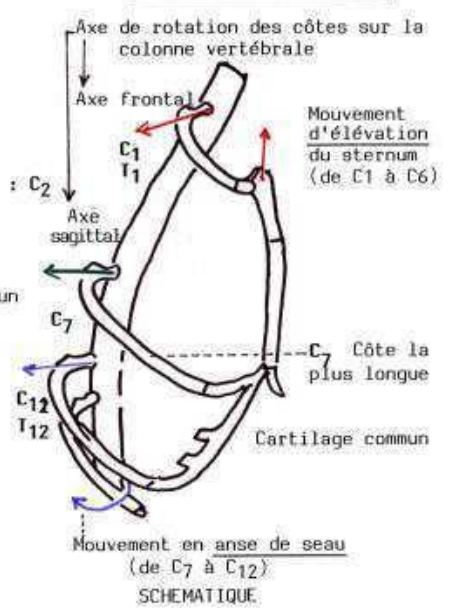
N.A.



"COTES STERNALES et COTES DIAPHRAGMATIQUES"



DYNAMIQUE THORACIQUE



Pour en savoir plus sur la cage thoracique

La cage thoracique est une région anatomique commune à de nombreux vertébrés, située au niveau du thorax. Ses rôles principaux sont de maintenir en place et protéger certains organes vitaux et structures viscérales.

Chez l'humain et les grands primates anthropoïdes (primates supérieurs), la cage thoracique est constituée par plusieurs os :

- ✓ Le rachis thoracique en arrière sur la ligne médiane, composé de 12 vertèbres.
- ✓ Les côtes en arrière, latéralement et en avant, au nombre de 12 paires, soit 24 côtes en tout. (Arcs costaux faisant la jonction entre le rachis en arrière et le sternum en avant).
- ✓ Le sternum en avant, sur la ligne médiane.

Le tout forme la cavité thoracique. Celle-ci contient :

Les poumons latéralement.

Le médiastin, espace situé entre les deux poumons et contenant entre autres le cœur, l'œsophage, la trachée, des nerfs, des vaisseaux lymphatiques et sanguins.

La cage thoracique est reliée à plusieurs structures osseuses :

latéralement, la cage thoracique est en connexion avec chacune des deux ceintures scapulaires (chacune constituées d'une scapula et d'une clavicule).

le rachis thoracique est prolongé en haut par le rachis cervical (fait de vertèbres cervicales), et en bas par le rachis lombaire (fait de vertèbres lombaires).

Les côtes, le diaphragme, les muscles scalènes et sterno-cléido-mastoïdiens peuvent faire varier le volume de la cage thoracique, modifiant ainsi la pression à l'intérieur de celle-ci. Ce mécanisme est à la base de la ventilation pulmonaire.

Le sternum

Définition

Os antérieur de la cage thoracique, médian, plat, impair et symétrique

Situation

Sous-cutané, il réunit les 2 ceintures scapulaires en avant à la partie médiane.

Il s'articule :

en dehors avec les côtes par l'intermédiaire des cartilages costaux (cf. côtes)

en haut et en dehors avec les 2 clavicules par les incisures claviculaires droite et gauche

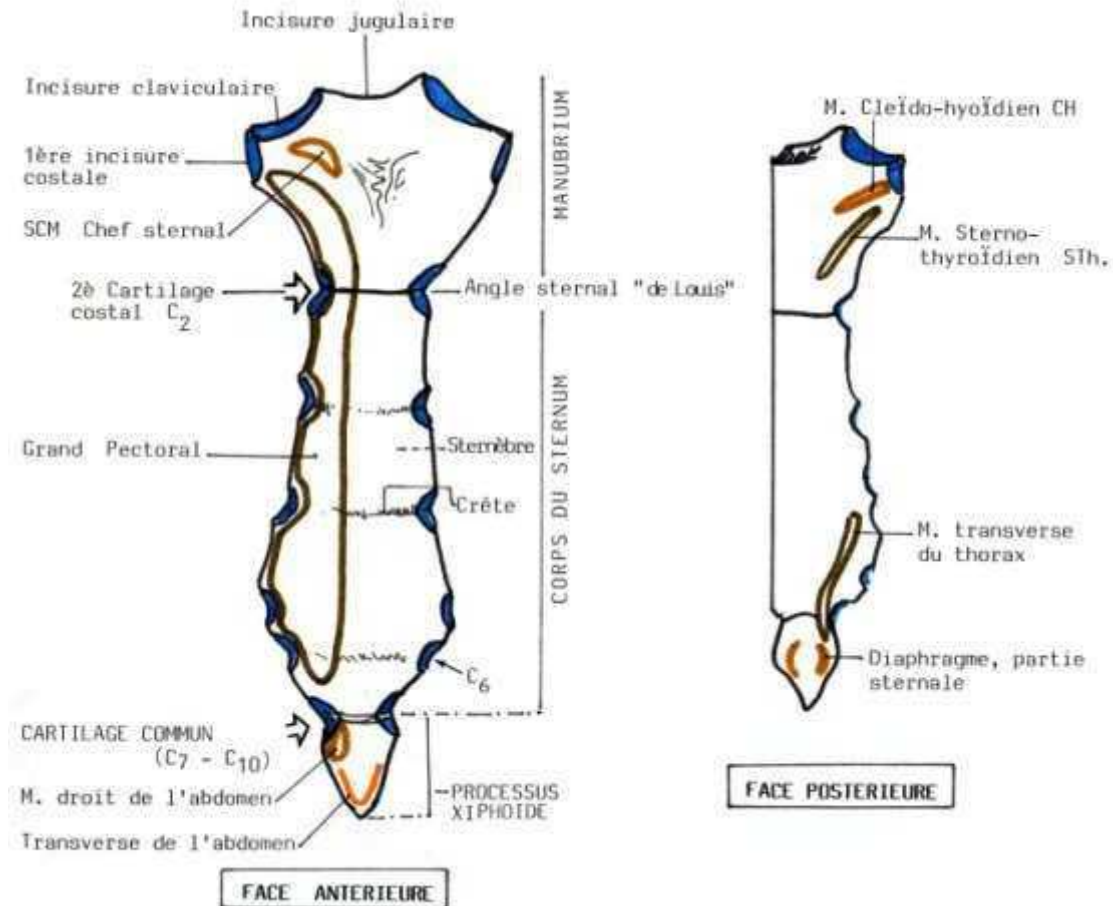
S T E R N U M

- STERNUM
- COTES : 12 paires

- . 8 sternèbres fusionnées
- . Comparé à une glaive de gladiateur à 3 parties : manubrium, corps du sternum, "appendice xiphoïde" : processus xiphoïde.

MISE EN PLACE

- . En AV : face convexe avec angle saillant entre les deux pièces supérieures de l'os
- . En BS : extrémité effilée.



Les côtes

➤ Total de 12 paires de côtes pour l'homme

Os plats, rubanés, articulés:

En arrière sur les vertèbres dorsales

En avant avec:

✓ Les sept premières se rattachent sur le sternum se sont des vrai côtes.

✓ De la huitième à la dixième elles se rattachent sur un cartilage qui n'est pas attenant au sternum se sont des fausses côtes.

✓ De la onzième à la douzième, comme leur les désignes elles ne se rattachent sur rien se sont des côtes flottantes.

Elles forment avec le sternum et la colonne vertébrale la cage thoracique.

Les côtes en images



7 paires de vraies
côtes



4 paires de fausses
côtes



2 paires de fausses
côtes

Os plats, rubanés, articulés:

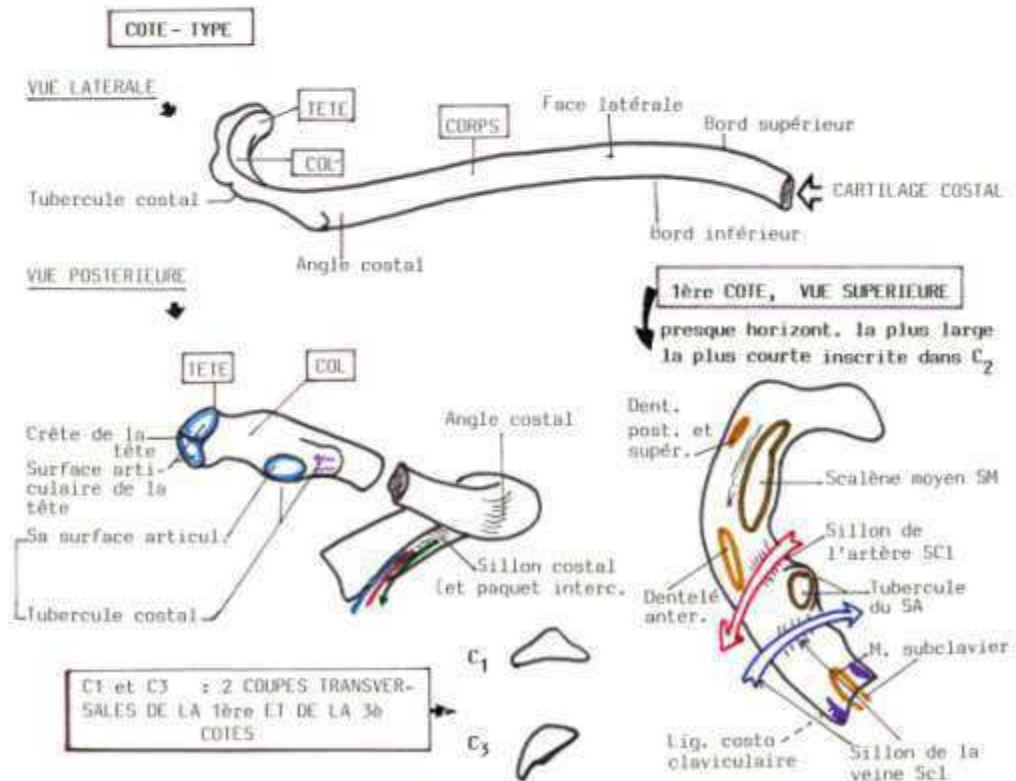
- en AR avec les vertèbres dorsales,
- en AV avec :
 - le sternum pour les vraies côtes (les 7 premières par l'intermédiaire des cartilages costaux),
 - le sternum par un cartilage commun avec C7 pour les fausses côtes (C8-C10)
 - les 11^e et 12^e côtes ne vont pas au sternum : côtes flottantes.

Donc pour chaque côte :

- une partie osseuse : côte osseuse (ou côte vertébrale)
- une partie cartilagineuse : cartilage costal (côte sternale pour les 10 premières)

MISE EN PLACE d'une côte-type

- en Dehors : face convexe
- en Bas : bord portant une gouttière
- en Avant : extrémité aplatie la plus simple



La ceinture scapulaire

Définition:

La ceinture scapulaire est formée de deux os, la clavicule en avant et l'omoplate en arrière.



La clavicule

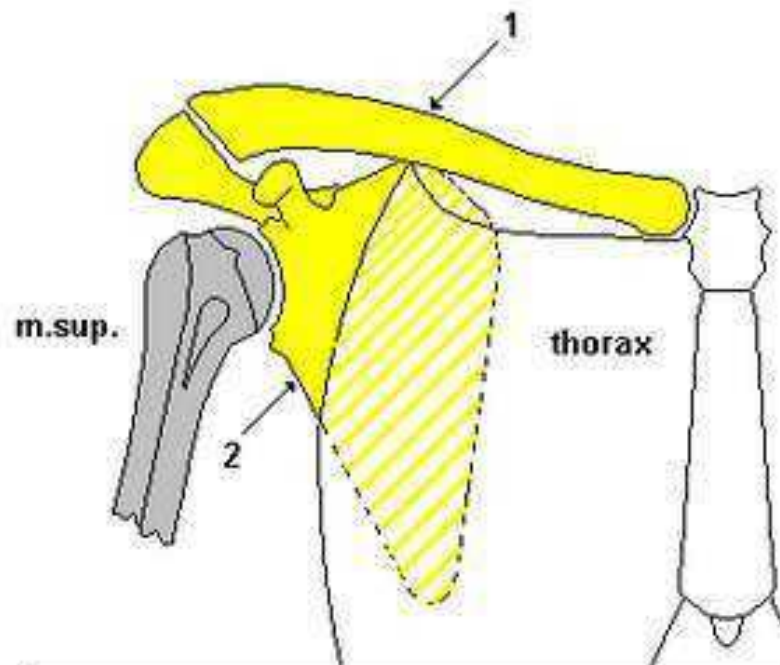
➤ Présentation:

La clavicule, du latin *clavicula* signifiant *petite clé*, désigne en anatomie un os de la partie supérieure du thorax antérieur, placé entre la pointe supérieure du sternum et le dessus de l'épaule. Sa forme globale est celle d'un « **S** » inversé. C'est un os allongé qui ne possède qu'une épiphyse située au niveau de l'articulation sterno-claviculaire, l'autre extrémité n'étant pas une épiphyse puisque ne résultant pas d'une ossification enchondrale. Elle possède deux extrémités (dont l'épiphyse). Elle possède une excroissance, le tubercule deltoïdien, qui correspond à l'insertion du muscle deltoïde.

Les clavicules en image

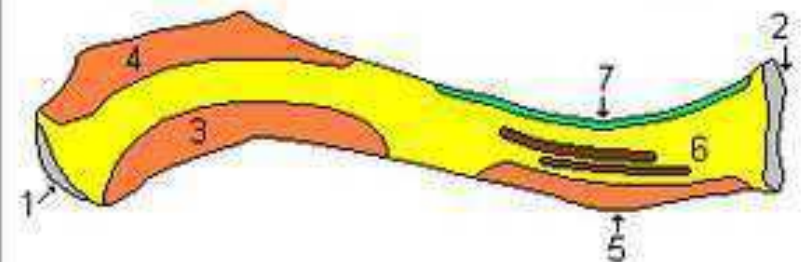
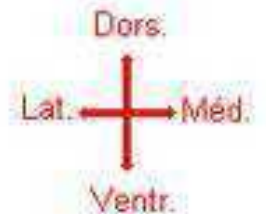
Notion de ceinture du membre supérieur

- 1- Clavicule
- 2- Scapula

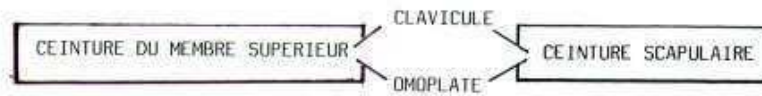


La ceinture du membre supérieur est une structure ostéo - articulaire interposée entre la racine du membre et le thorax. Sa mobilité propre, par rapport au tronc, augmente, de façon importante, l'amplitude des mouvements globaux du membre (amplitude du cône de circumduction).

CLAVICULE : Face crâniale (ou supérieure.)



- 1- surface articulaire acromiale
- 2- surface articulaire sternale
- 3- m. deltoïde
- 4- m. trapèze
- 5- m. grand pectoral
- 6- m. sterno-cléido-mastoïdien
- 7- fascia cervical



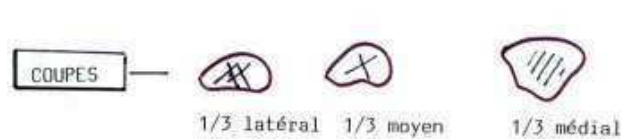
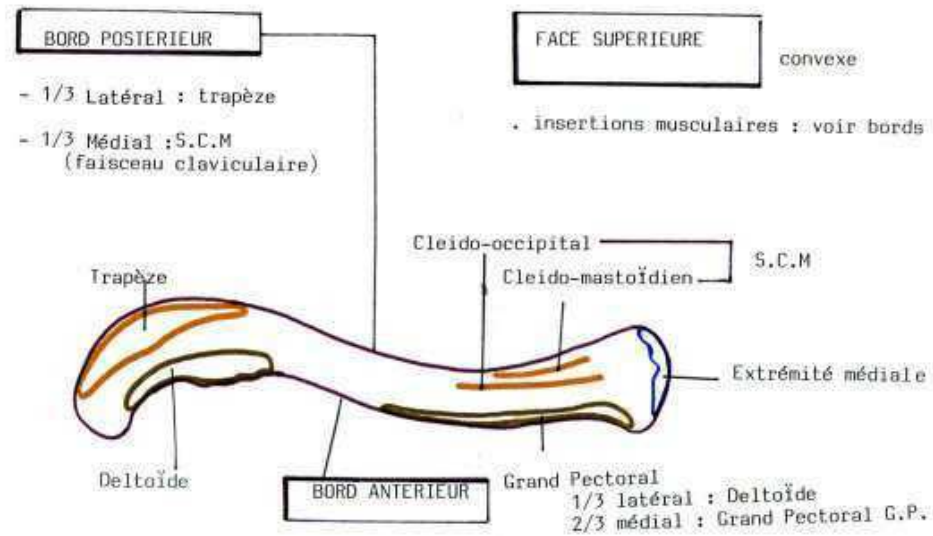
CLAVICULE

- Os long aplati verticalement, contourné S Italique
- Visible et palpable sous les téguments.

MISE EN PLACE

- En DH(1) extrémité aplatie,
- En AV : bord concave attenant à cette extrémité,
- En BS : face portant une gouttière.

Donc, deux faces supérieure et inférieure ; deux bords antérieur et postérieur ; deux extrémités latérale et médiale ou acromiale et sternale.



(1) EN DH : LATERALEMENT
 EN DD : MEDIALEMENT

L'omoplate (scapula).

Présentation:

La scapula (terme médical officiel, du latin *scaphos* : bateau) ou omoplate (du grec *omos* qui signifie épaule et *plate* : plat) est un os plat, pair et symétrique, de forme triangulaire, situé à la partie postéro-supérieure du thorax.

On lui distingue :

2 faces :

- Antérieure
- postérieure, divisée par l'épine de la scapula en deux fosses:
 - ✓ supraépineuse
 - ✓ infraépineuse

3 bords :

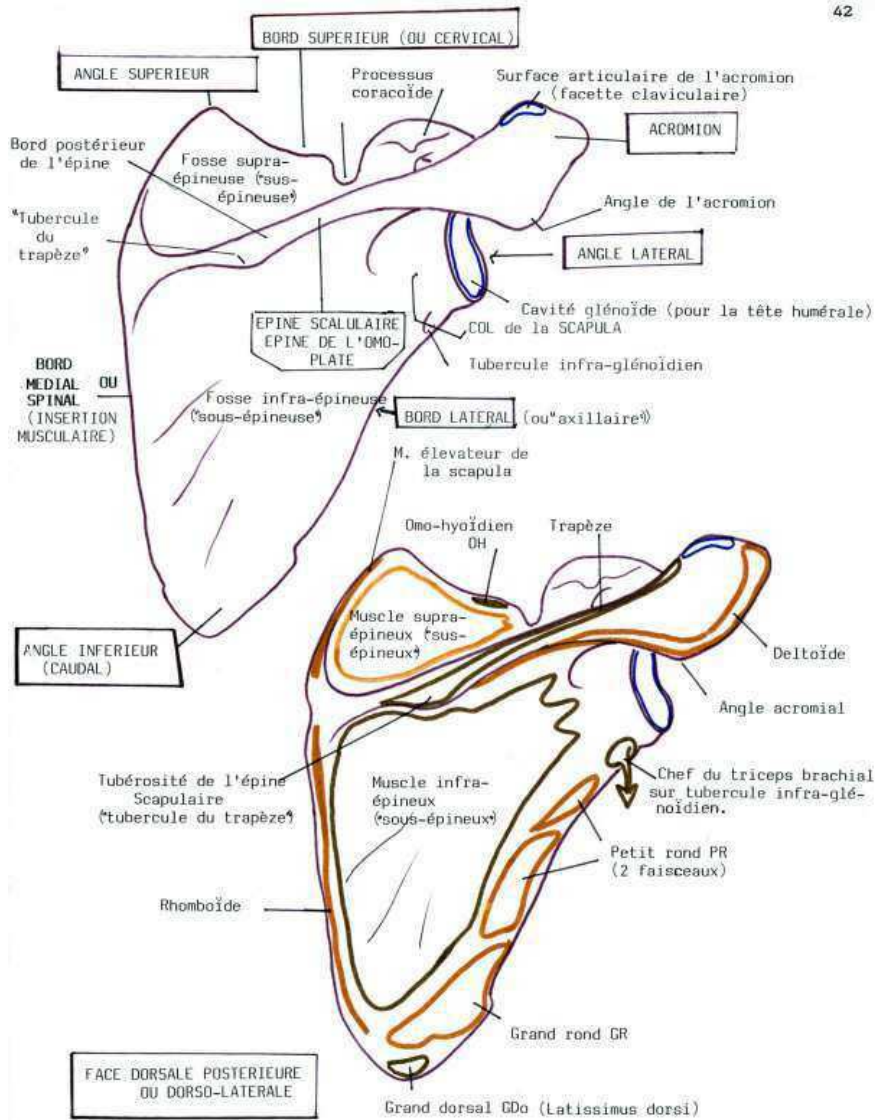
- le bord interne, médial ou spinal
- le bord externe, latéral ou axillaire
- le bord supérieur ou cervical qui contient 2 éléments :
 - ✓ l'incisure scapulaire, dépression où passe le nerf et les vaisseaux sus-scapulaires qui innervent et vascularisent le muscle sus-épineux et
 - ✓ le processus coracoïde qui donne insertion à plusieurs muscles stabilisant la scapula.

3 angles :

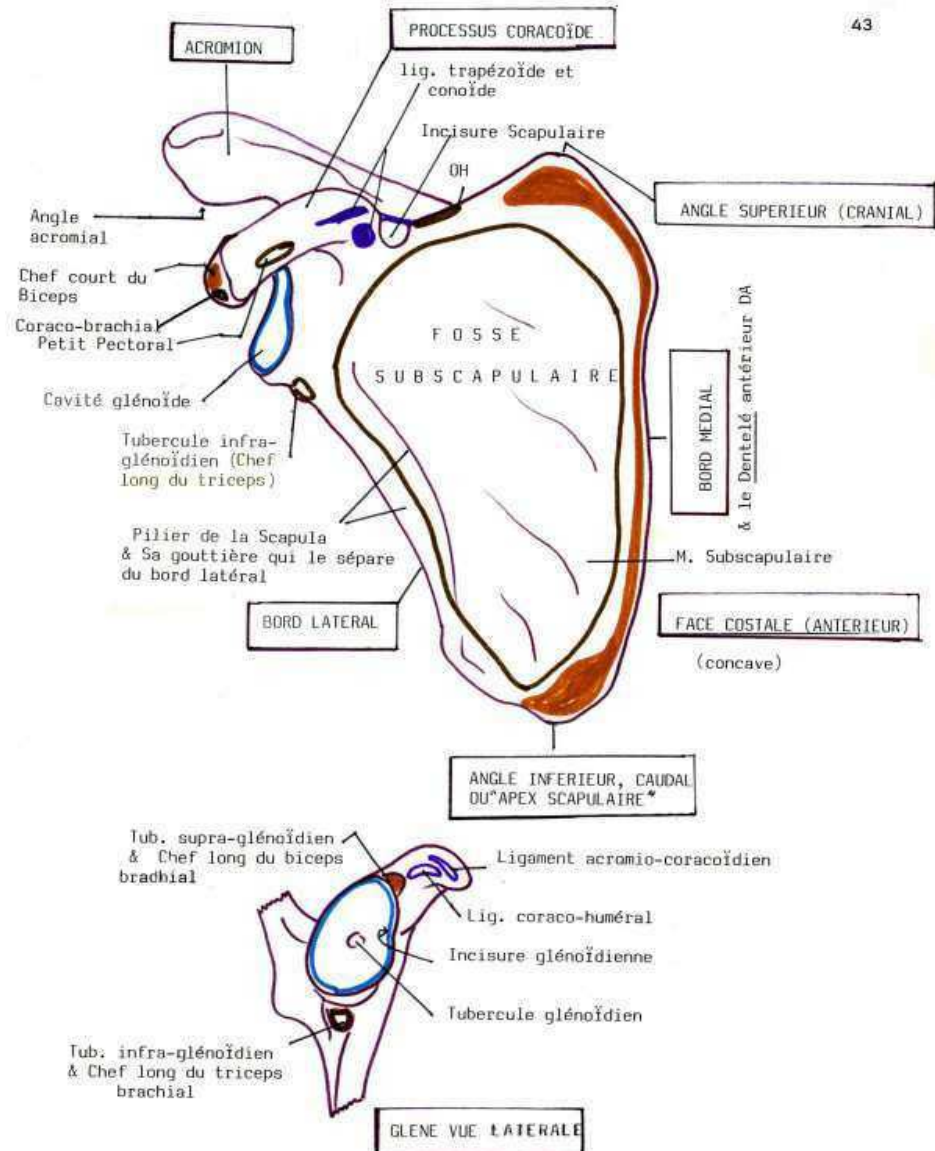
- l'angle inférieur aussi appelé pointe de la scapula qui ne présente pas de spécificité sauf qu'il est facilement palpable chez l'individu vivant
- l'angle supéro-interne ou supéro-médial: donne insertion au muscle élévateur de la scapula.
- l'angle supéro-externe ou supéro-latéral qui porte la cavité glénoïde séparée du reste de la scapula par le col, court et épais surmontant le tubercule infraglénoïdal et surmonté du tubercule supraglénoïdal.

Plaquée contre le gril costal, elle s'articule en dehors avec l'humérus et en avant avec la clavicule. La scapula glisse sur le Muscle dentelé antérieur mais ne s'articule pas avec la cage thoracique.

L'omoplate (Scapula) en image



Insertion à angle droit de l'épine à l'union 1/4 sup. 3/4 inférieur de cette face.



La ceinture pelvienne

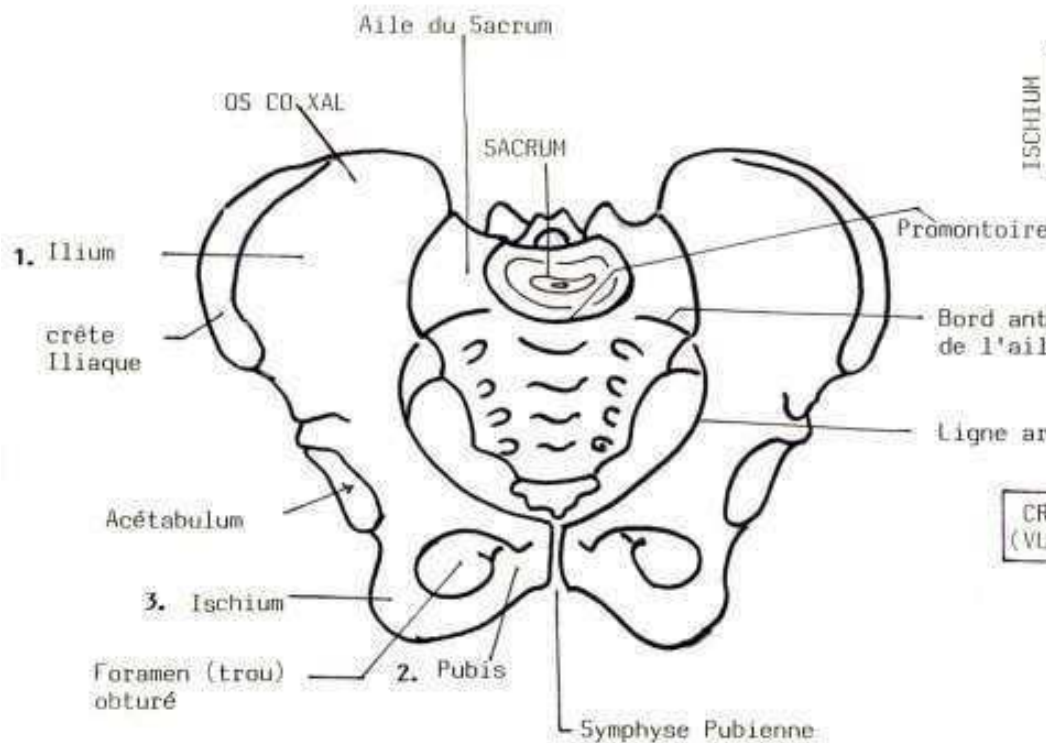
Définition :

La ceinture pelvienne réunit la colonne vertébrale aux membres inférieurs : le poids du corps descend le long de la colonne vertébrale, passe dans la ceinture pelvienne puis est transmis aux membres inférieurs.

Elle est constituée par le sacrum en arrière et les deux os iliaques qui sont latéraux et en avant.

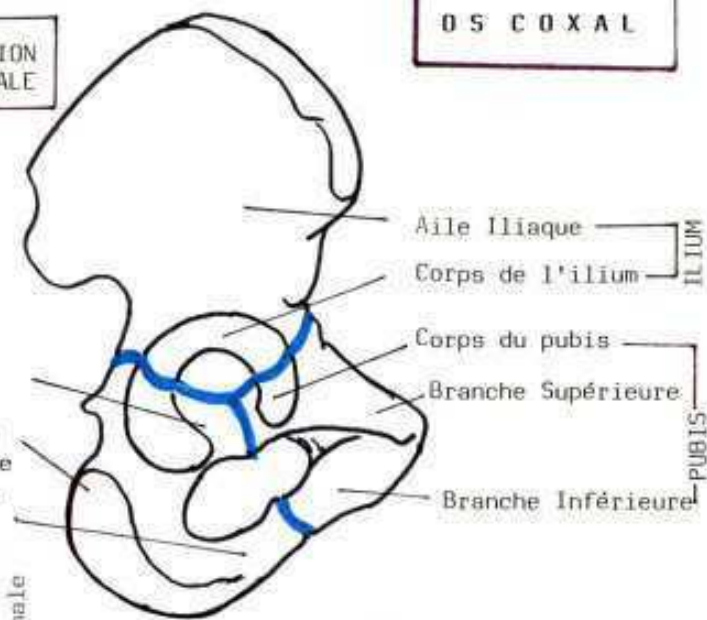
MISE EN PLACE

- . En DH : la face qui porte une cavité articulaire hémisphérique profonde,
- . En BS : la pale de l'hélice, perforée d'un grand trou,
- . En AR : le bord qui porte la plus grande échancrure.



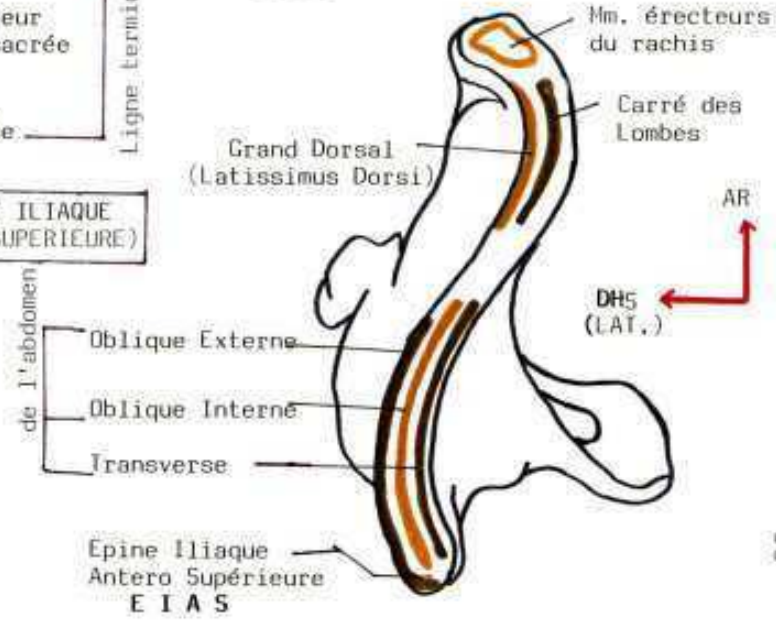
BASSIN VU DE FACE : CEINTURE PELVIENNE

OSSIFICATION VUE LATÉRALE



OS COXAL

CRETE ILIAQUE (VUE SUPERIEURE)



L'os iliaque

L'os iliaque est un os plat de forme complexe qui résulte de la soudure de trois os distincts:

- **L'ischion.**
- **L'ilion.**
- **Le pubis.**

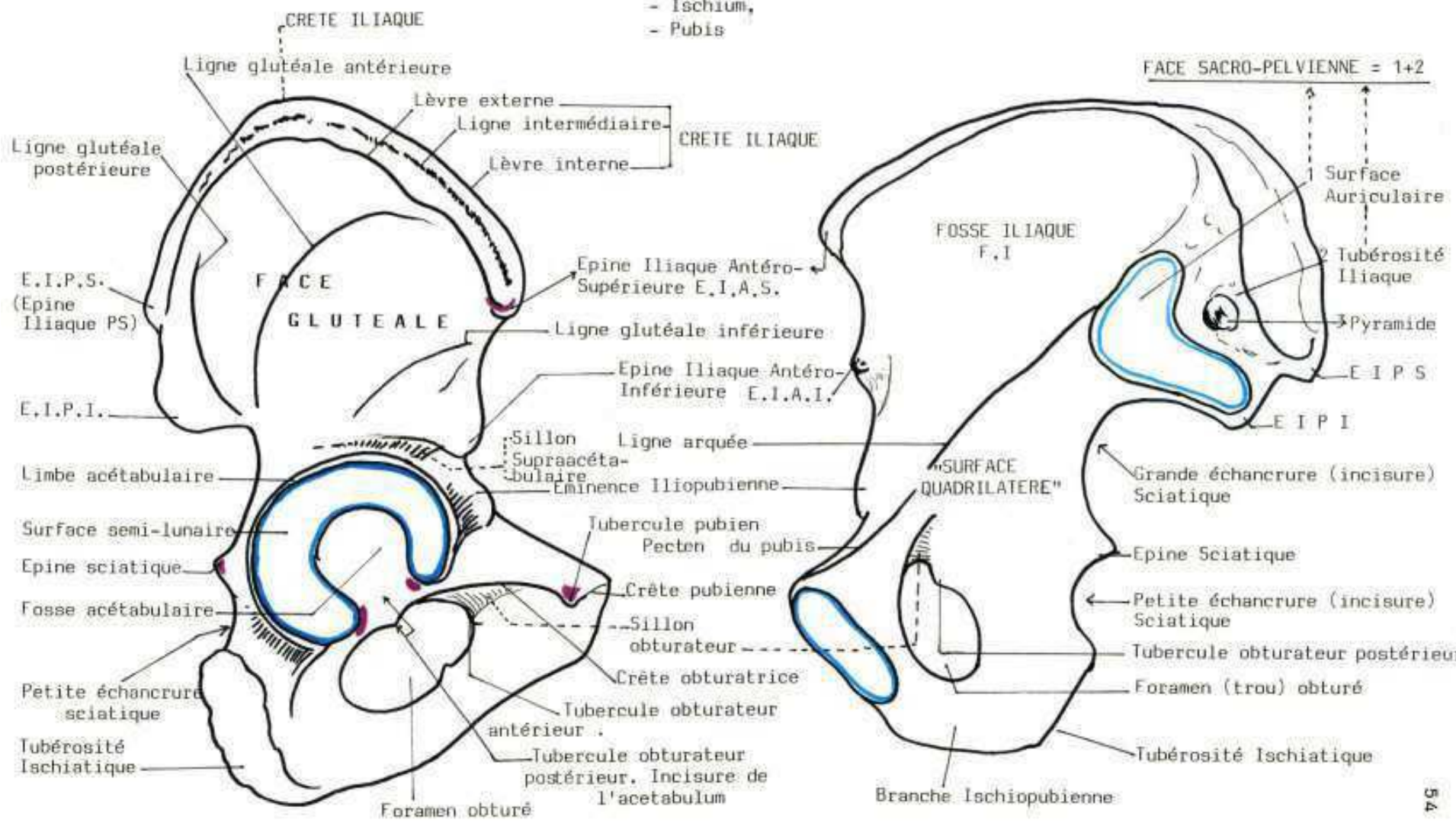
FACE LATÉRALE

OS COXAL

3 parties :

- Ilium
- Ischium,
- Pubis

FACE MÉDIALE



Le squelette appendiculaire

Le squelette appendiculaire du corps humain est composé de 126 os. Le mot appendiculaire est l'adjectif dérivé du mot appendice, qui signifie partie adjointe à quelque chose de plus grand. D'un point de vue fonctionnel, le squelette appendiculaire est dédié à la locomotion (membres inférieurs) du squelette axial, et à la manipulation d'objets environnants (membres supérieurs).

Le squelette appendiculaire est divisé en six régions principales :

Les ceintures scapulaires (4 os) : clavicule (2) et scapula (2) droites et gauches.

Les bras et avant-bras (6 os) : humérus (2) (bras), ulna (2) et radius (2) (avant-bras) droites et gauches.

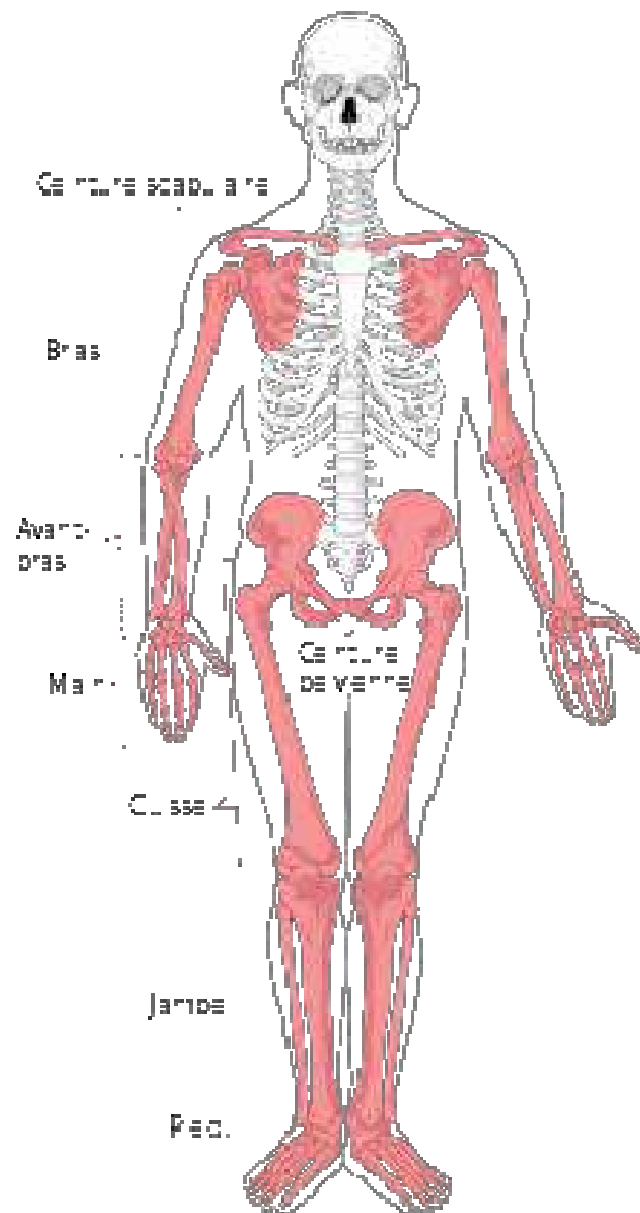
Les mains (54 os) : carpe (16) (poignet), métacarpe (10), phalanges (10), phalanges (8), phalangettes (10) (les phalanges) droites et gauches.

Les ceintures pelviennes (2 os) : os coxal (2) (iliaque) droit et gauche.

Cuisses et jambes (8 os) : fémur (2) (cuisse), tibia (2) (jambe), rotule (2) (genoux), et péroné (2) (jambe) droites et gauches.

Pieds et chevilles (52 os) : le tarse (14) (cheville), le métatarse (10), phalanges (10), phalanges (8), phalangettes (10) (les phalanges) droites et gauches.

Le squelette appendiculaire



Les membres supérieurs

Les membres supérieurs sont formés par le bras, l'avant bras et la main. Ensemble, ils peuvent accomplir différentes tâches plus ou moins complexes. Ils sont rattachés à la ceinture scapulaire via l'articulation scapulo-huméral.

Ils sont formés par différents os:

- Humérus
- Cubitus
- Radius
- Carpe, métacarpien, phalange.

L'humérus (bras)

L'**humérus** est un os pair et asymétrique du membre supérieur humain. Il constitue le squelette du bras. C'est un os long, donc constitué d'une diaphyse et de deux épiphyses.

➤ **Situation**

L'humérus s'articule :

en haut, en dedans et en arrière avec la cavité glénoïdale de la scapula par sa tête ;

en bas avec les os de l'avant-bras par l'intermédiaire de la palette humérale : en bas et

en dehors avec le radius par le capitulum huméral ; en bas et en dedans avec l'ulna par

la trochlée humérale.

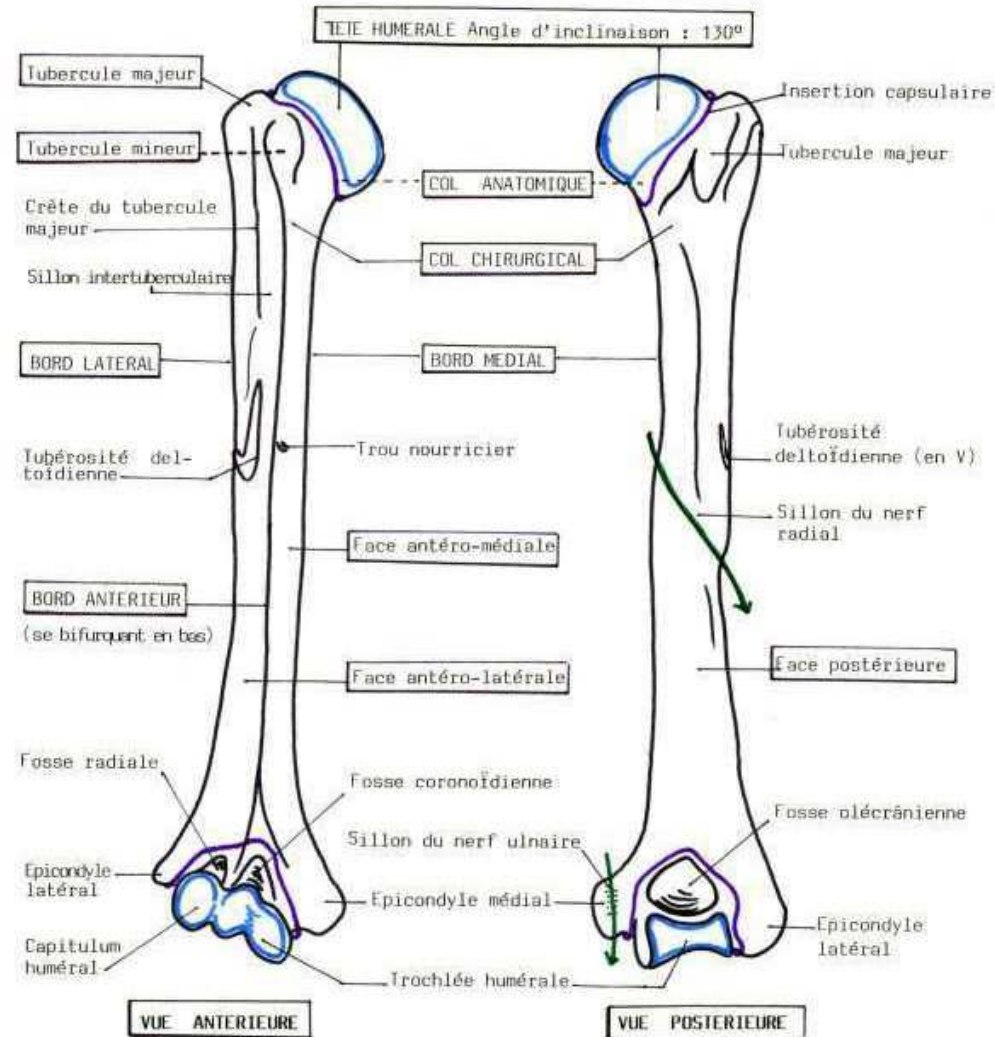
HUMERUS

OS DU BRAS

MISE EN PLACE :

44

- . En HT : extrémité globuleuse
- . En DD : surface arrondie (articulation avec l'omoplate)
- . En AR : face de l'extrémité inférieure (élargie en palette) qui présente une seule fossette très creusée.



Le cubitus

Le cubitus est l'un des deux os de l'avant-bras avec le radius. C'est un os long occupant la partie médiale de l'avant-bras et jouant un rôle fondamental dans les mouvements de rotation de l'avant-bras et de la main. Elle se compose d'un corps central la diaphyse et de deux extrémités, les épiphyses proximales et distales.

Le radius

Le **radius** est un os long qui forme le squelette de l'avant-bras.

Le mot vient du latin *radius*, qui signifie "rayon".

Cet os va de l'extérieur du coude à la base du pouce sur le poignet. Il est moins long que l'autre os de l'avant-bras, le cubitus .

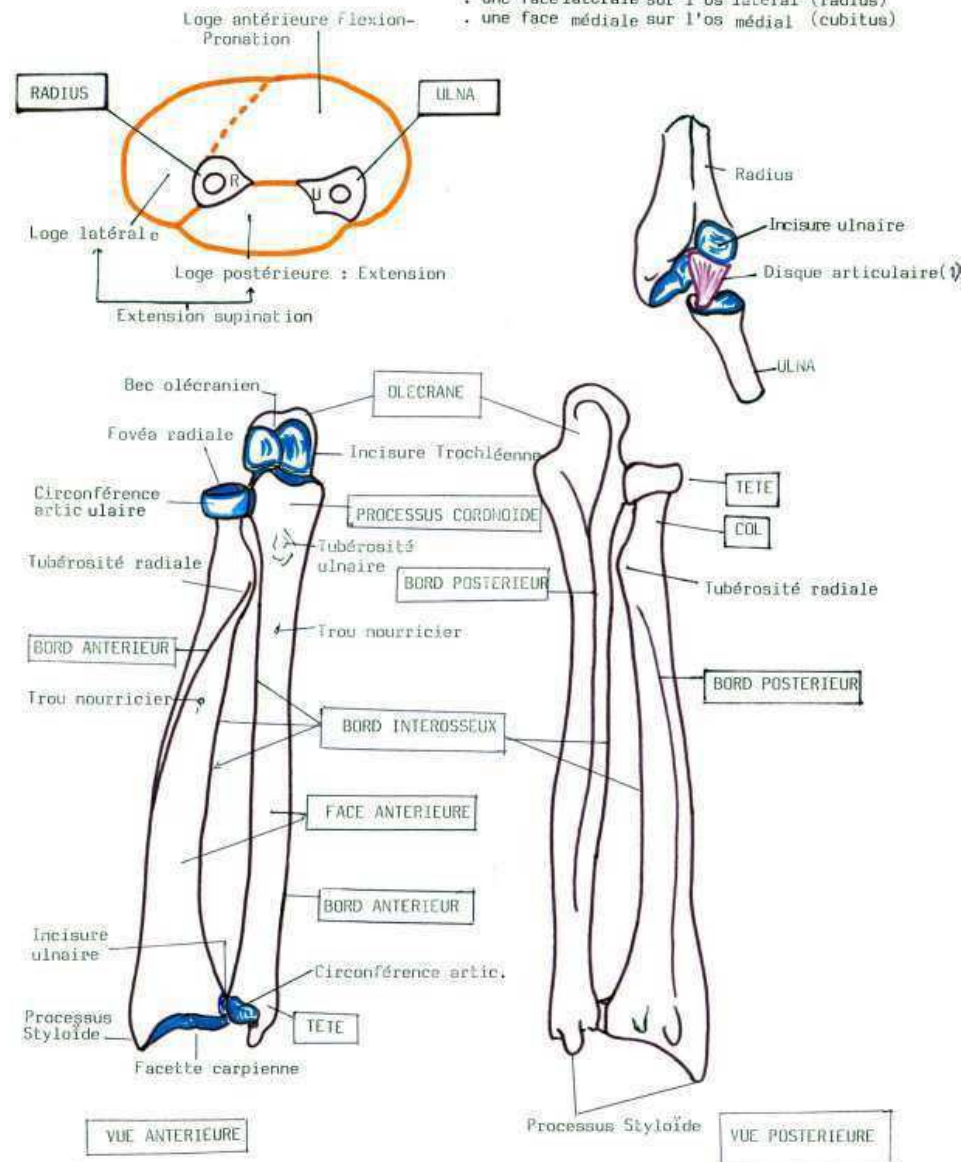
Cubitus et radius

AVANT - BRAS

47

Deux os sur une COUPE DES DIAPHYSES (prismatiques triangulaires) au 1/3 moyen :

- . une face latérale sur l'os latéral (radius)
- . une face médiale sur l'os médial (cubitus)



(1)*Lig triangulaire*

La main

La main est constituée de nombreux petits os qui s'articulent les uns aux autres.

Le carpe est constitué de 8 os qui sont répartis en deux rangées : la première rangée s'articule avec les deux os de l'avant bras, le radius et le cubitus pour former le poignet. Dans la première rangée on trouve de dehors en dedans : le scaphoïde, le semi lunaire, le pyramidal et le pisiforme.

La deuxième rangée s'articule en haut avec la première et en bas avec les pétales. Dans la deuxième rangée on trouve de dehors en dedans : le trapèze, le trapézoïde, le grand os et l'os crochu.

Tous ces petits os carpiens sont mobiles les uns par rapport aux autres dans les mouvements de la main ou du poignet et sont reliés par des petits ligaments très complexes dont le plus important est le ligament scapho-lunaire.

Les métacarpiens sont au nombre de 5 et s'articulent en haut avec la deuxième rangée du carpe et en bas avec les premières phalanges.

Les phalanges sont au nombre de 14 avec trois phalanges par doigt sauf pour le pouce qui n'en a que deux.

Entre les métacarpiens et la première phalange se trouve l'articulation metacarpo phalangienne et entre chaque phalange se trouve l'articulation interphalangienne.

Les membres inférieurs

Les membres inférieurs sont formés par la cuisse, la jambe et le pieds. Ensemble ils permettent la station debout et la locomotion. Ils sont rattachés à la ceinture pelvienne via l'articulation coxo-fémoral.

Ils sont formés par différent os:

- Le fémur
- Le tibia
- Le péroné
- La rotule
- Tarse, métatarse, phalanges.

Le fémur

Le fémur est l'os de la cuisse. Il s'agit de l'os le plus long du corps humain.

Le fémur est l'os le plus long du membre inférieur, le plus gros (par son volume), et le plus solide (quand on prend en compte sa résistance aux contraintes mécaniques, contraction des muscles...) du corps humain.

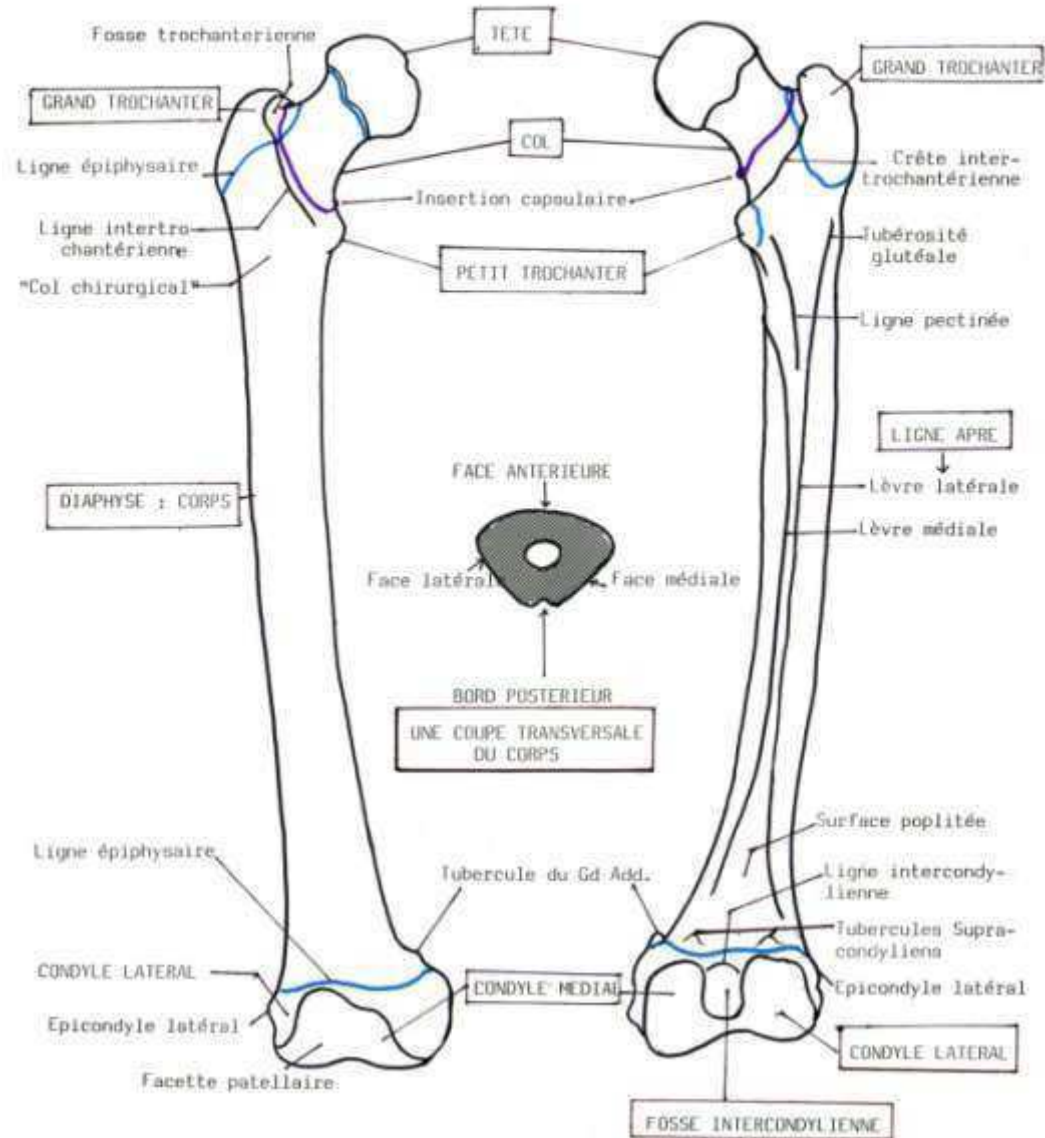
MISE EN PLACE

- . En HI : Extrémité à surface articulaire arrondie
- . En DD : cette surface articulaire,
- . En AR : bord le plus saillant et rugueux du corps de l'os.

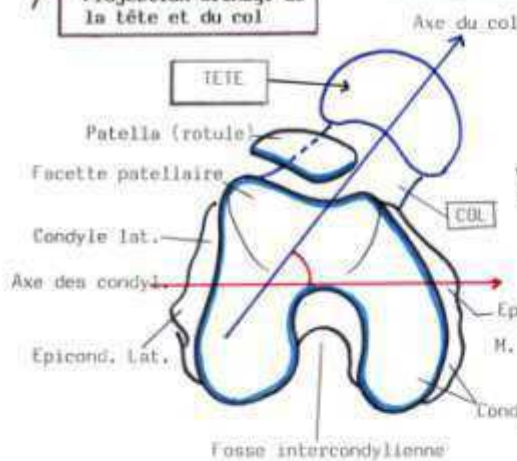
FEMUR

(os de la cuisse)

VUE POSTERIEURE

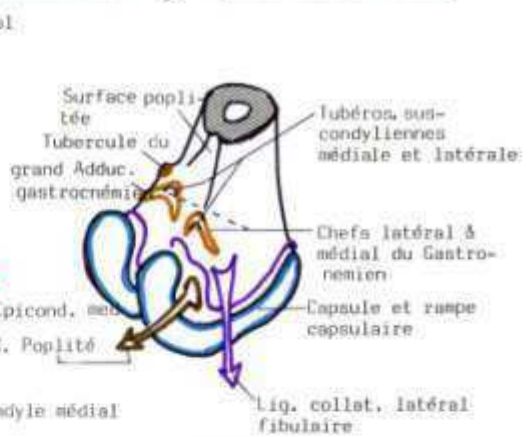


A) VUE AXIALE INFÉRIÈRE
*Projection Orthog. de la tête et du col

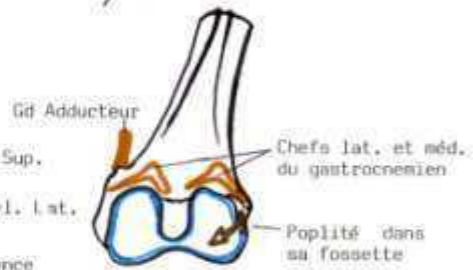


ANGLE DE DECLINAISON : 12 à 15°

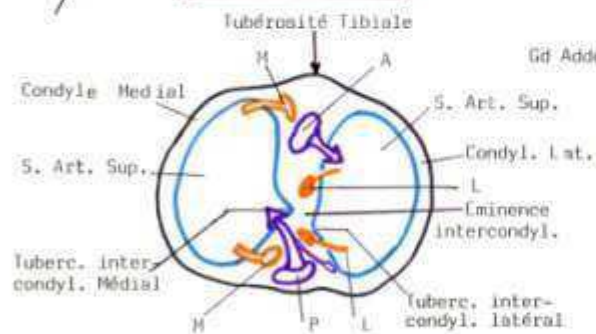
B) VUE POSTÉRO-LATERALE



D) VUE POSTÉRIÈRE



C) LE "PLATEAU TIBIAL"

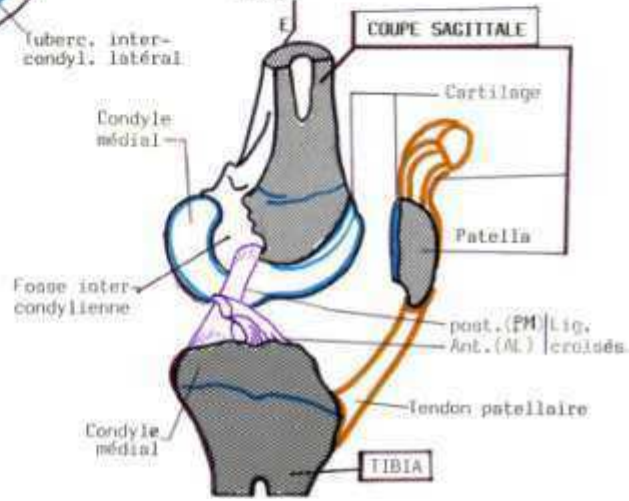


C VUE SUPÉRIÈRE DU TIBIA

Insertions des Menisques M,L et des Lig. croisés A et P.

E COUPE SAGITTALE DU GENOU

Vue latérale de la moitié médiale de la coupe : les lig. croisés.

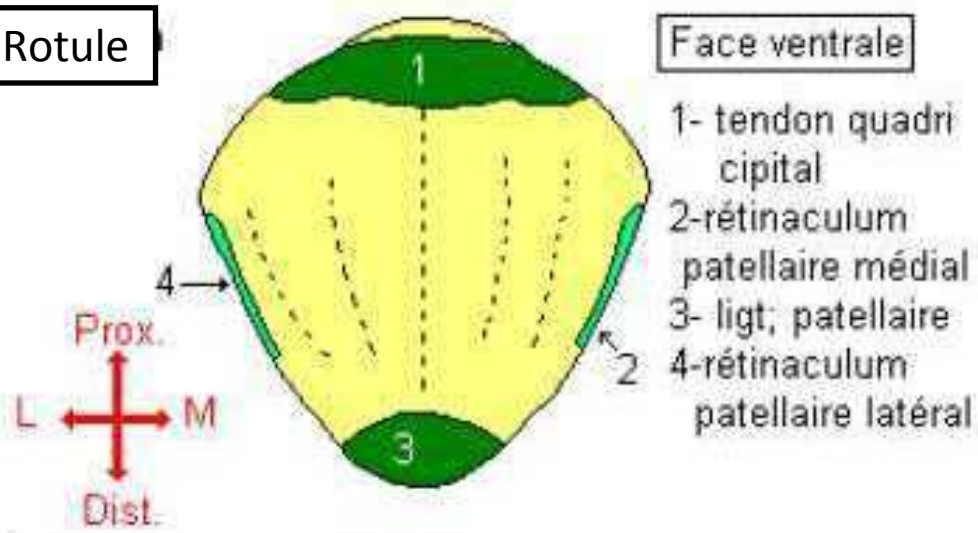


La rotule

La rotule , chez l'homme, est un petit os plat, triangulaire situé à la partie antérieure du genou et articulé avec le fémur. La rotule est un os sésamoïde. La rotule se présente sous la forme d'un os triangulaire carré dont la pointe est dirigée vers le bas, c'est-à-dire vers le tibia.

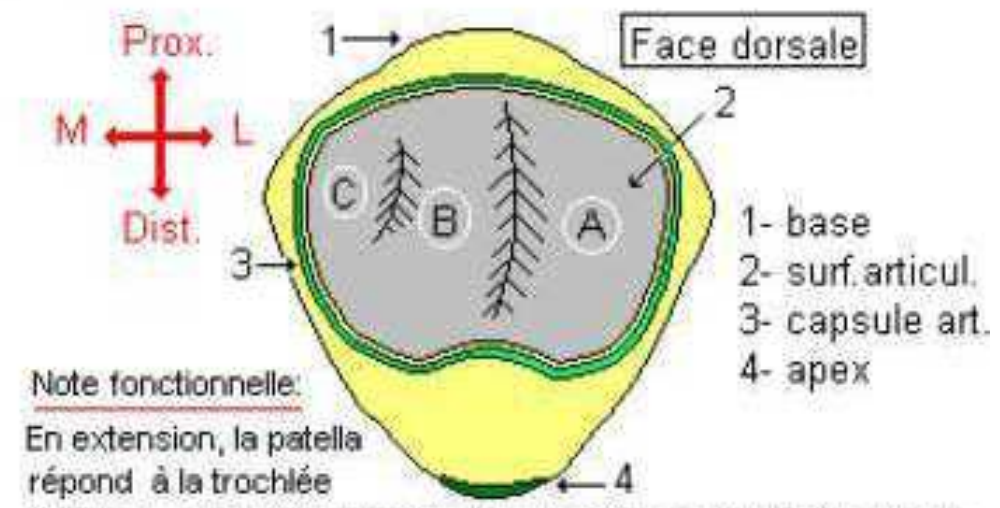
- On lui décrit 2 faces, 3 bords et un sommet (apex) : une face antérieure et une face postérieure.
- Un bord supérieur ou base, un bord médial et un bord latéral.
- Elle participe à la constitution du squelette du genou en permettant les mouvements de flexion-extension (replier et étendre la jambe) du genou.
- Sa face articulaire, c'est-à-dire regardant le fémur, est recouverte de cartilage.
- La rotule est située superficiellement, et de ce fait est palpable immédiatement sous la peau.
- Elle se situe entre le tendon du muscle quadriceps fémoral (qui la maintient en place) et le tendon patellaire (anciennement rotulien) en bas (par lequel elle est reliée au tibia).

Rotule



Face ventrale

- 1- tendon quadri-cipital
- 2-rétinaculum patellaire médial
- 3- ligt. patellaire
- 4-rétinaculum patellaire latéral



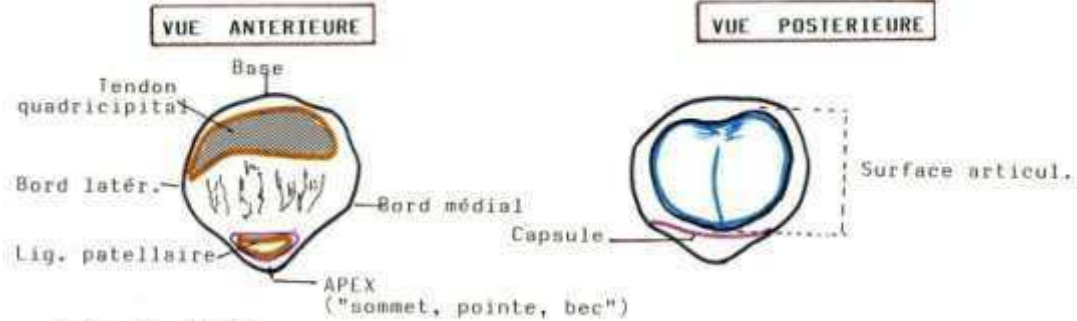
Face dorsale

- 1- base
- 2- surf. articul.
- 3- capsule art.
- 4- apex

Note fonctionnelle:

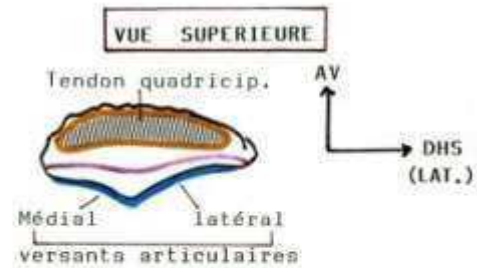
En extension, la patella répond à la trochlée fémorale. En flexion complète (Ex. position accroupie), la patella se place sous les condyles fémoraux. La surf. articulaire latérale (A) répond au condyle latéral. La surf. articulaire médiale (B) répond à la fosse intercondyalaire, et le méplat articulaire médial (C) répond au condyle médial.

P A T E L L A (ROTULE)

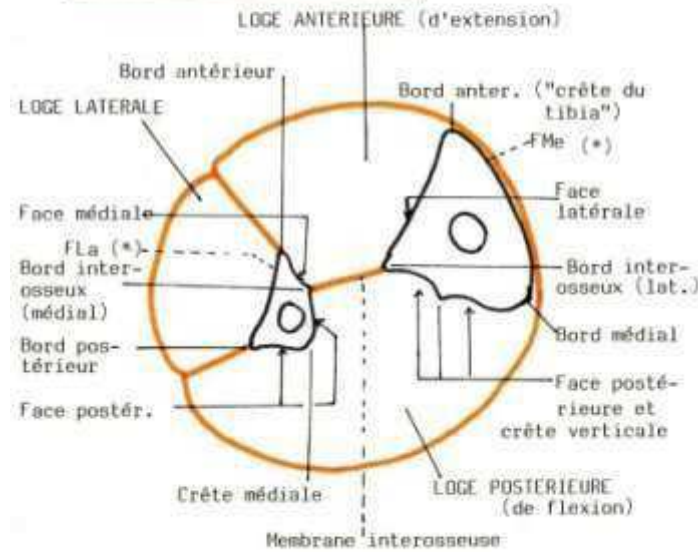


MISE EN PLACE

- . En AR : surface articulaire,
- . En BS : extrémité en pointe,
- . En DH : versant le plus large de la surface articulaire.



COUPE DE JAMBE - OS DE JAMBE



**OS DE JAMBE
COUPE TRANSVERSALE**

- * 2 os comme à l'avant-bras : tibia os médial, fibula (péroné) os latéral.
- * Diaphyse prismatique triangulaire avec une face postérieure, une médiale et une latérale.
- * 3 loges musculaires :
 - . antérieure, d'extension
 - . postérieure, de flexion
 - . latérale, des Mm. fibulaires.

(*) Une face médiale FMe pour l'os médial (tibia)
 Une face latérale FLa pour l'os latéral (fibula)

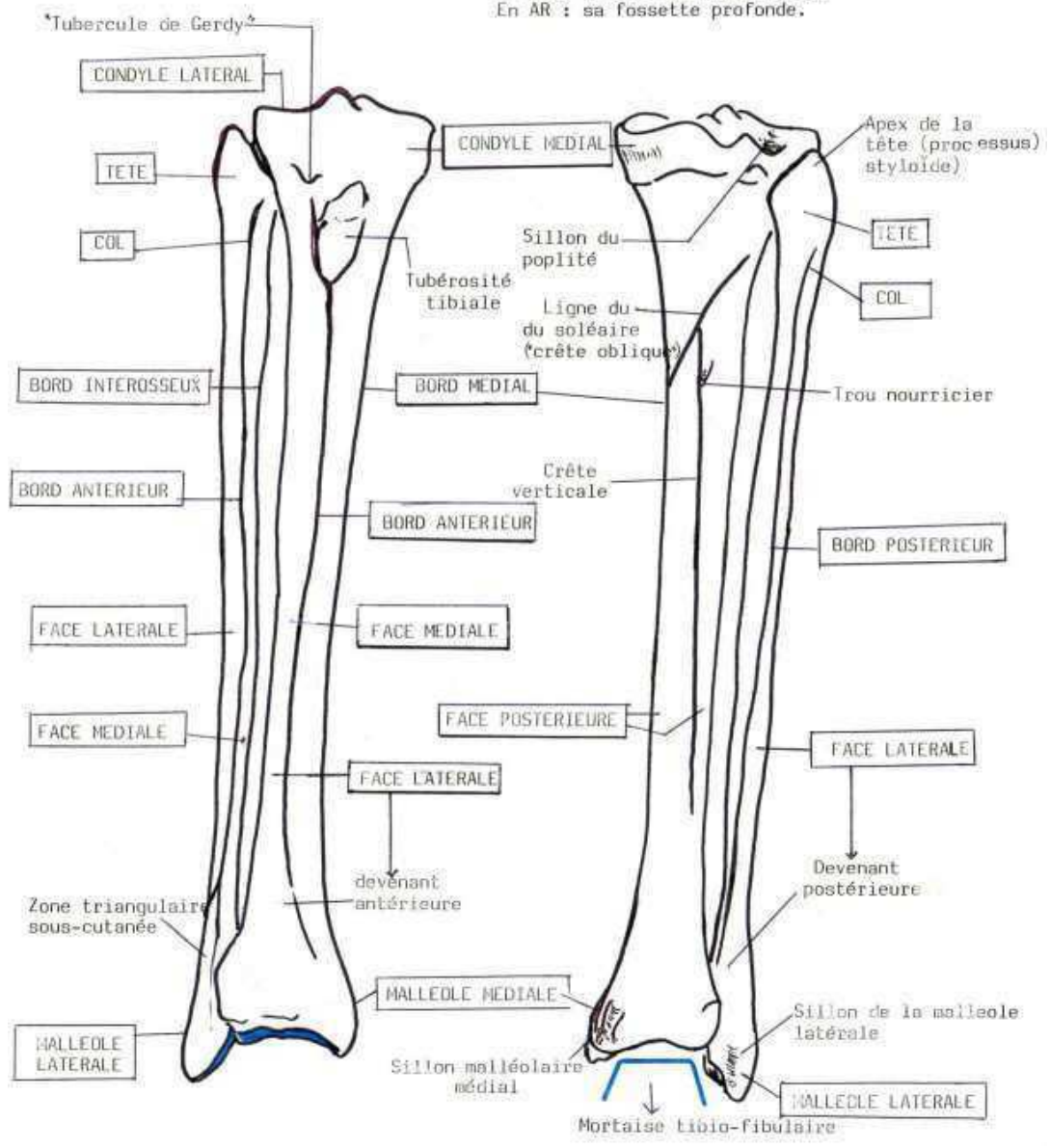
Le tibia

En anatomie humaine, le tibia est un os du membre inférieur, et plus exactement le plus grand des deux os de la jambe, en situation médiale et antérieure par rapport à la fibula. C'est le deuxième os par ordre de grandeur du corps humain, le plus grand étant le fémur.

2 OS DE LA JAMBE
TIBIA - FIBULA (PERONE)

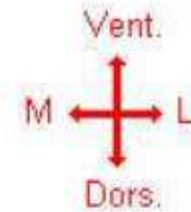
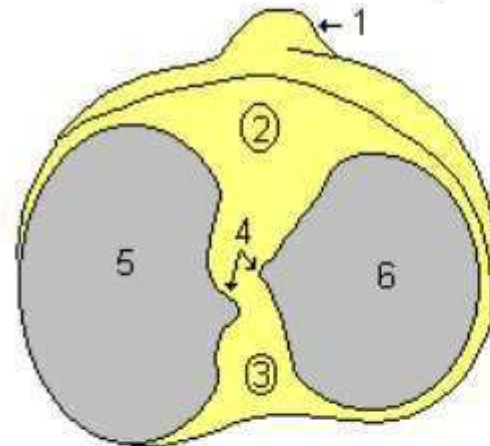
MISE EN PLACE

- TIBIA**
 En BS : La petite extrémité
 En DD : son apophyse trapue (c'est la malléole interne)
 En AV : le bord le plus saillant en S italique du corps de l'os.
- FIBULA**
 En BS : L'extrémité aplatie,
 En DD : sa surface articulaire,
 En AR : sa fossette profonde.



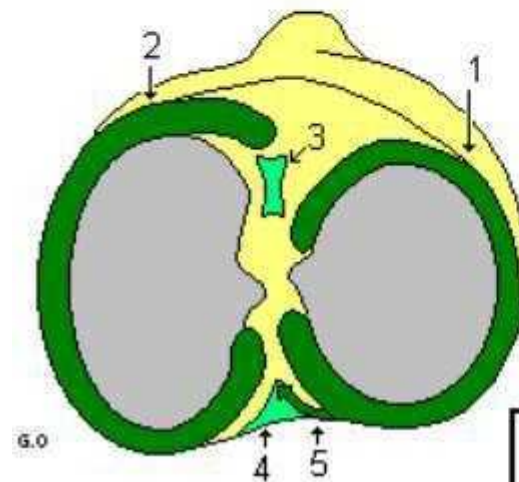
Vue transversale du plateau tibiale

Surface articulaire supérieure
ou Plateau tibial



- 1- tubérosité tibiale
- 2- aire inter - condy laire antérieure
- 3- aire inter - condy laire postérieure
- 4- éminence inter - condy laire

5 et 6- surfaces articulaires supérieures médiale et latérale



- 1- ménisque latér.
- 2- ménisque méd.
- 3- ligt. croisé ant.
- 4- ligt. croisé post.
- 5- ligt. ménisco - fé moral

**Ménisques et
ligaments croisés**

Les os du pied

Le pied est une partie du membre inférieur humain et en constitue son extrémité distale. Il est constitué de 28 os réparties sur plusieurs rangées.

La première rangée constituée par le tarse postérieur (Talus et Calcaneus) s'articule avec la surface articulaire de la partie distale du tibia.

La deuxième rangée est formée par le tarse antérieur (cuboïde, os naviculaire, 3 os cunéiformes).

La troisième rangée est formée par 5 métatarsiens.

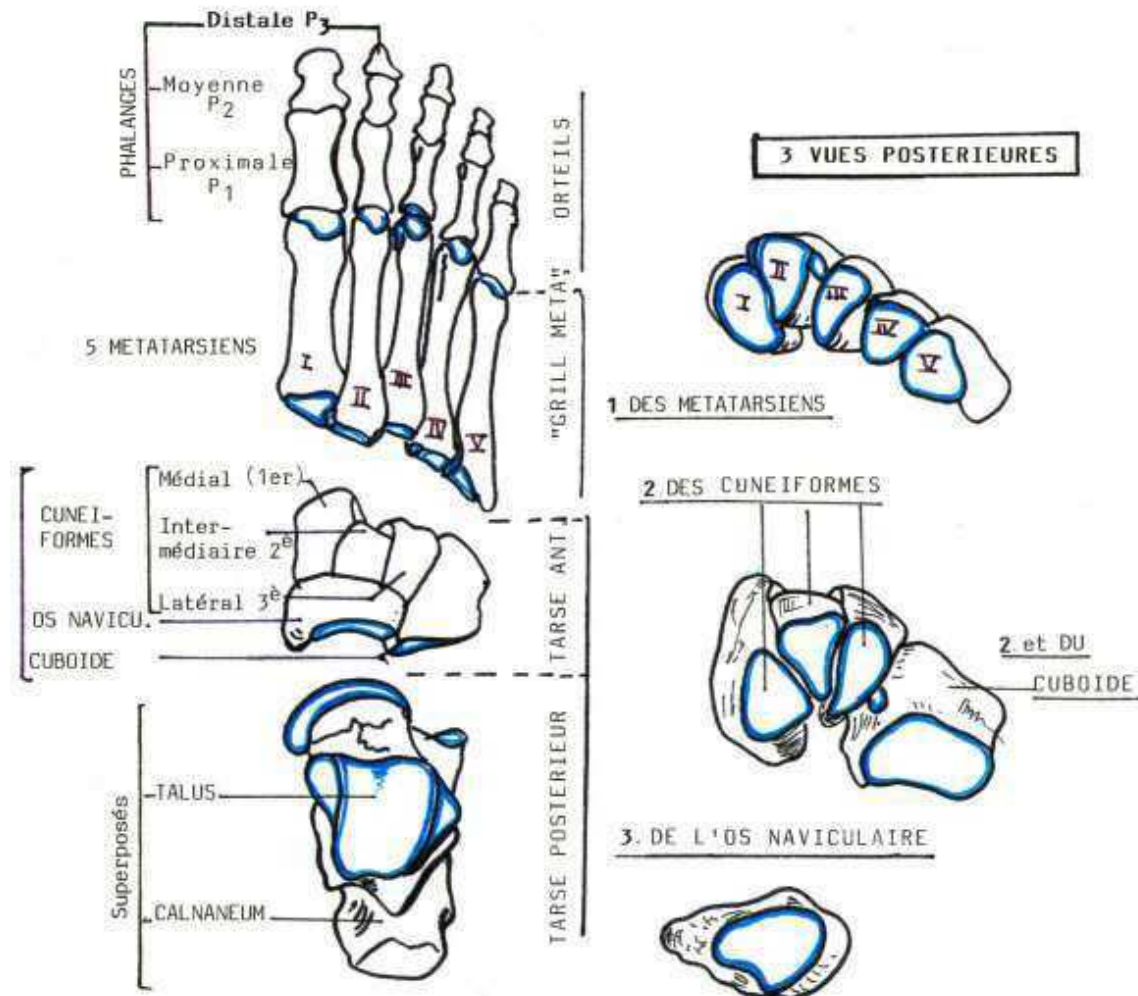
La quatrième rangée est formée par les phalanges proximale, moyenne et distale.

Organe de sustentation et levier de propulsion.

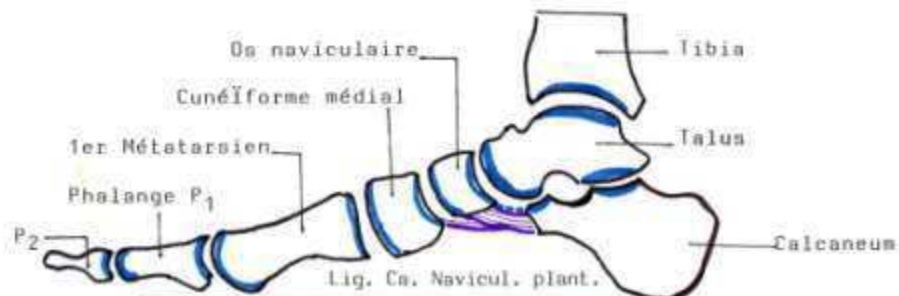
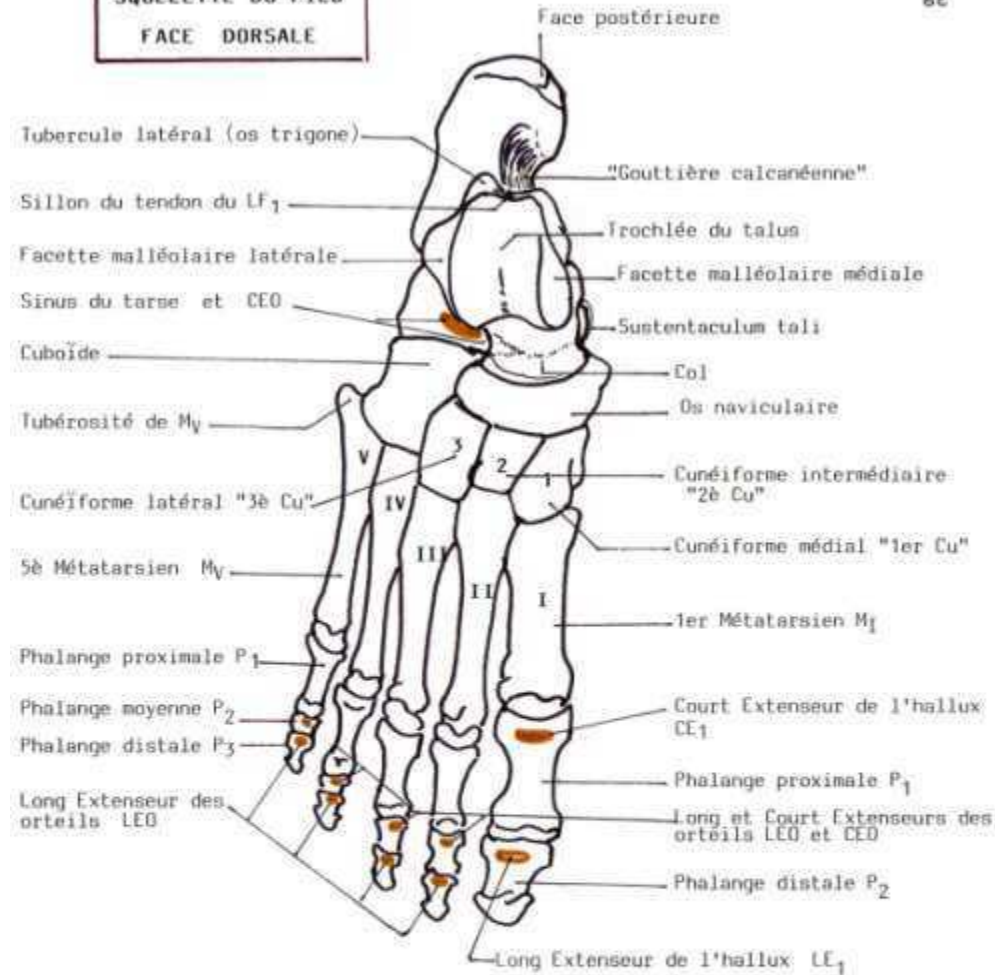
Trois groupes osseux :

- . Tarse avec 7 os du tarse,
- . Métatarse : 5 os métatarsiens disposés en un "grill métatarsien",
- . Phalange pour les doigts de pied ou orteils.

Disposition générale en voûte plantaire (demi-assiette creusée de Destot) ne reposant sur le sol que par les têtes de M_1 M_5 et la face inférieure du calcaneum.



**SQUELETTE DU PIED
FACE DORSALE**



LA VOUTE PLANTAIRE (COUPE SAGITTALE)

Arthrologie

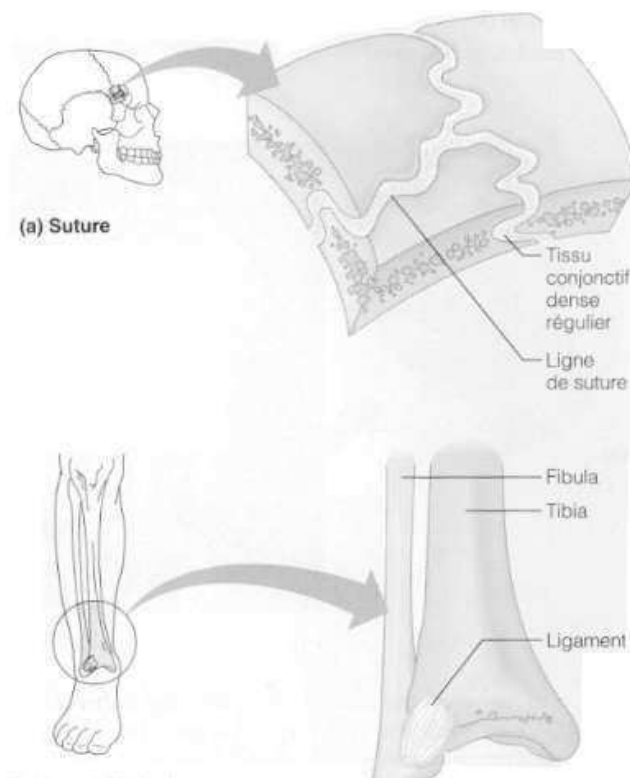
Définition :

L'Arthrologie [*grec. arthron = articulation; logia=théorie*] est l'étude des différentes unions et/ ou liaisons osseuses appelées articulations.

Les articulations sont formées de pièces osseuses en contact et des fibreux interposés. Il existe plusieurs types d'unions osseuses.

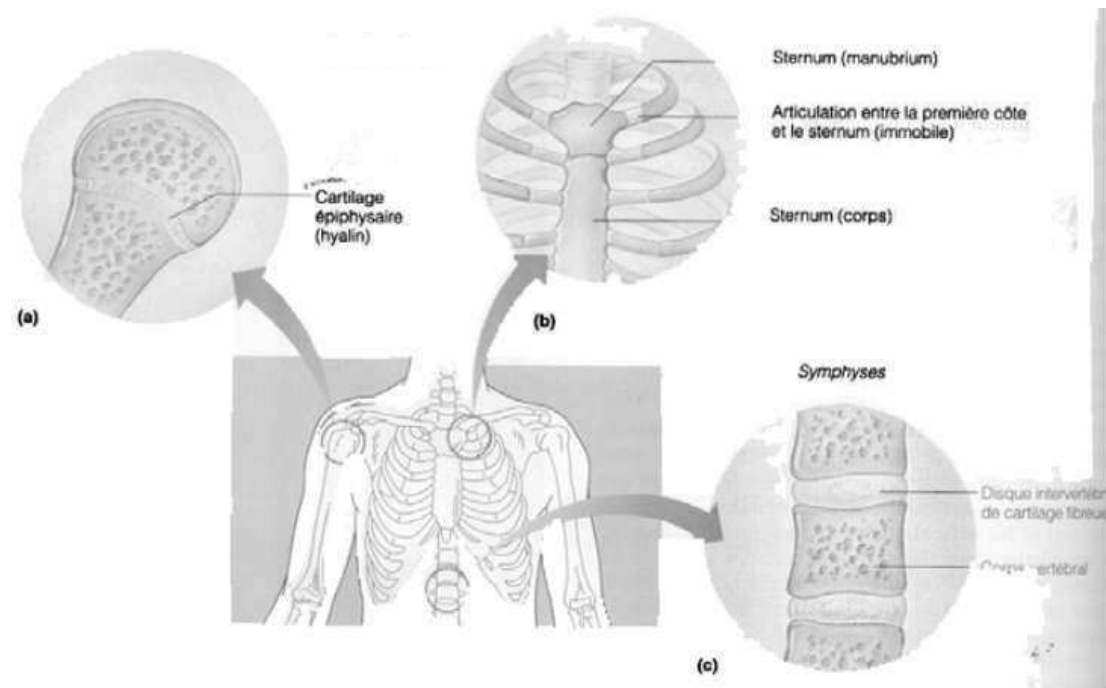
Les différents types d'articulation

Les synarthroses (articulations immobiles)



Elles sont aussi appelées articulation fibreuses; les surfaces osseuses en présence ne sont pas revêtues de cartilage mais sont unies par une mince couche de tissu fibreux (ou cartilagineux). On trouve dans cette catégorie les liaisons des os du crâne entre eux: les structures. Aucun mouvement appréciable n'est possible: ce sont des articulation fixes.

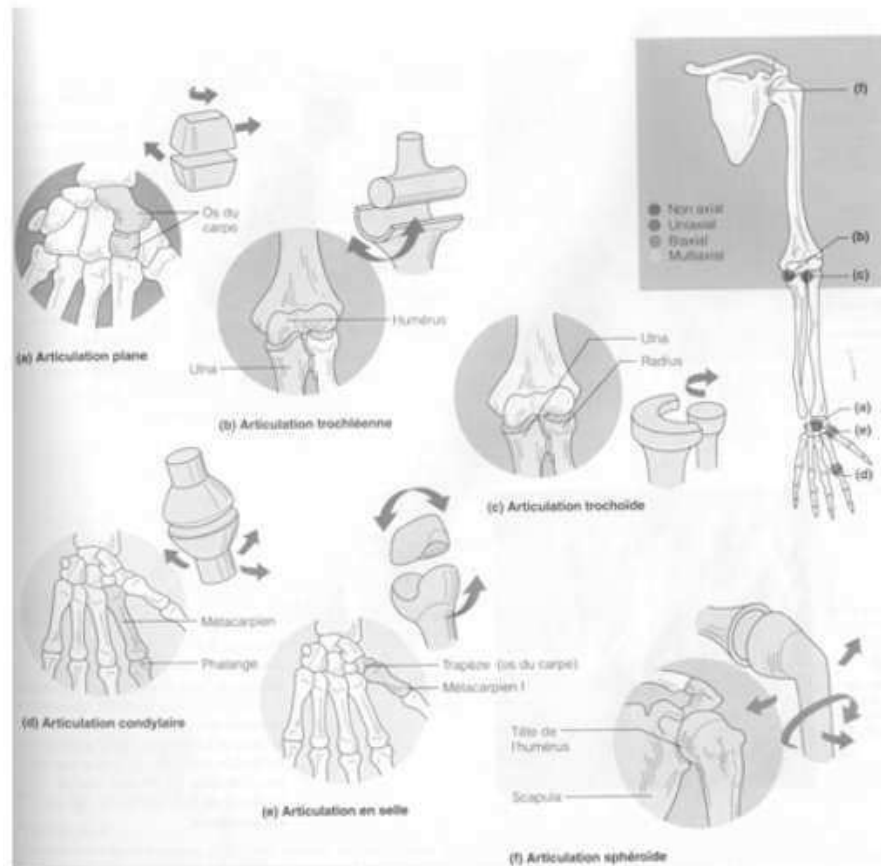
Les amphiarthroses (articulations semi-mobiles)



Elles sont aussi appelées articulation cartilagineuses: les surfaces osseuses en présence ne présence, recouvertes de cartilage, sont unies par un ligament interosseuse et une Ceinture de ligaments périphériques de renforcement.

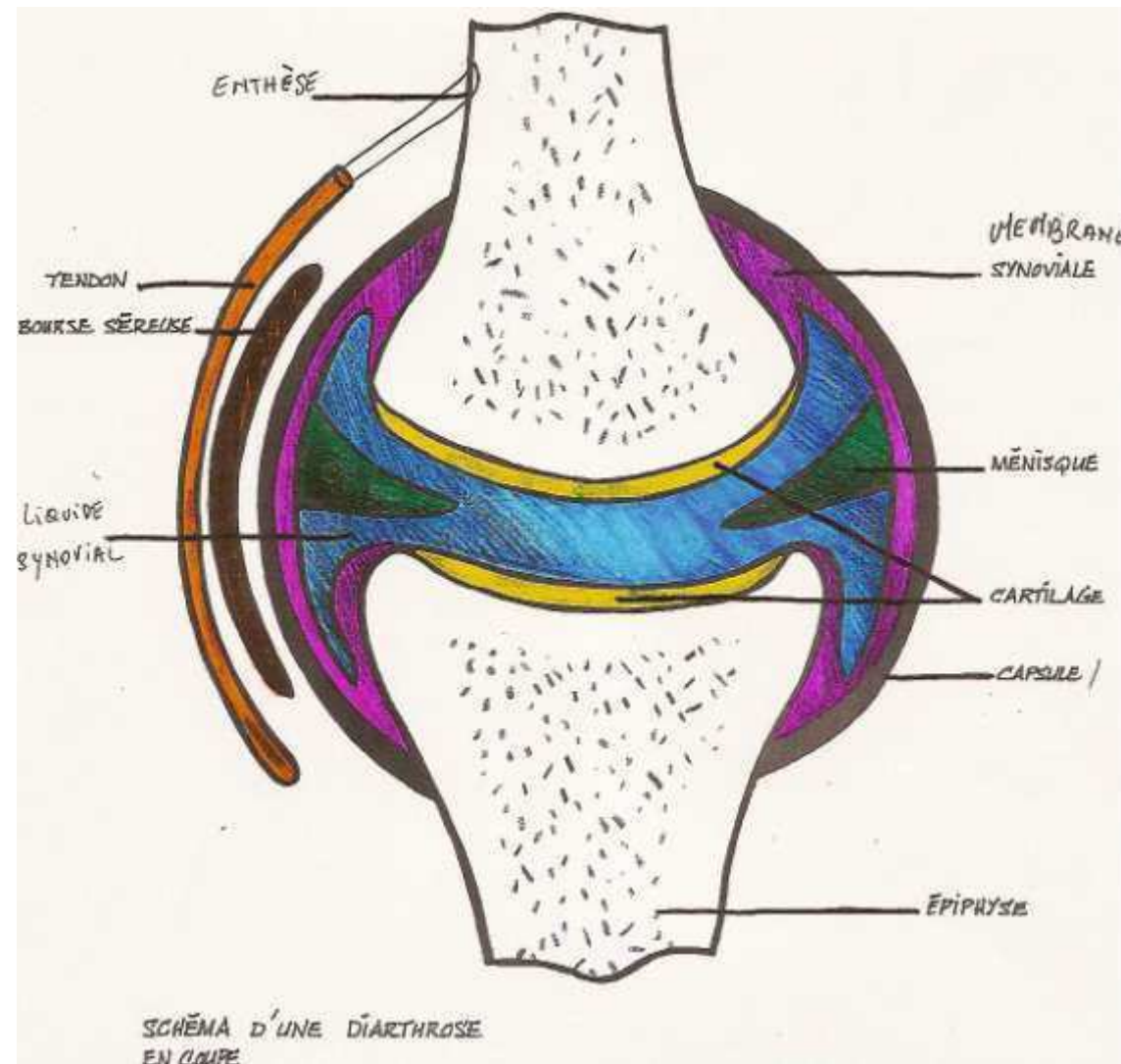
Ce sont, entre autres, les articulations des vertèbres entre elles (ligament interosseux est les disque le disque intervertébral) la symphyse pubienne. Les mouvements possibles sont De faible amplitude.

Les diarthroses (articulations mobiles)



Elles sont aussi des articulations synoviales, leurs éléments constitutifs sont nombreux et leur confèrent mobilité et amplitude de mouvements. Elles constituent la plus grande partie des articulations du corps (en particulier en niveau des os long).

La structure de la diarthrose



La synoviale

La synoviale est une membrane conjonctive, mince, richement vascularisée, elle s'attache à la partie périphérie du cartilage articulaire et elle relie les deux surfaces. Elle sécrète un liquide filant, la synovie, qui est le lubrifiant de l'articulation.

La capsule

La capsule est un manchon fibreux, très résistant, elle s'insère tantôt au ras des cartilages (épaules), tantôt à distance (hanche). Elle maintient le contact entre les surfaces osseuses.

La synoviale double et tapisse la face profonde de la capsule.

Elle contribue aussi à la stabilisation de l'articulation.

Les ligaments

Bandelettes fibreuses tendues d'un os à l'autre (ex: ligaments croisés du genou): il assure la stabilité de l'articulation en limitant la mobilité. Ils jouent un rôle de frein de sécurité pour l'articulation.

Les bourrelets et ménisques

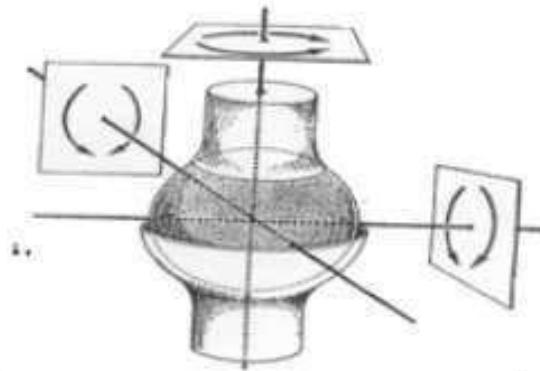
Dans certaines articulations, afin d'augmenter, d'étendre et de compléter les surfaces Articulaires, on trouve des anneaux de cartilage disposé sur la périphérie: ce sont les Bourrelets. Exemple: bourrelet cotyloïdien de la hanche.

Dans d'autres articulations, afin de rétablir la concordance de deux surfaces s'adaptant imparfaitement par leurs configurations différentes (articulation fémoro-tibial), on trouve des lames de fibrocartilage, adhérentes à la capsule, dont les faces libres sont lisses et permettent une meilleure adéquation des deux surfaces osseuses: ce sont les ménisques.

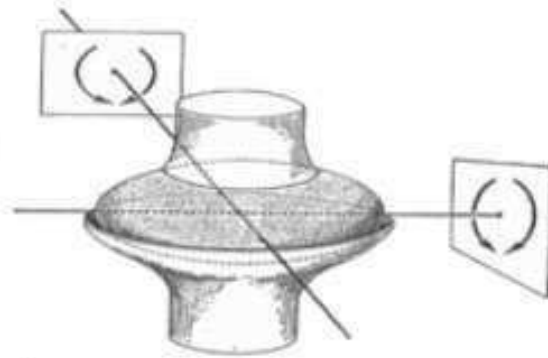
Les différents types de diarthroses (articulations mobiles et synoviales)

On les compte au nombre de 6:

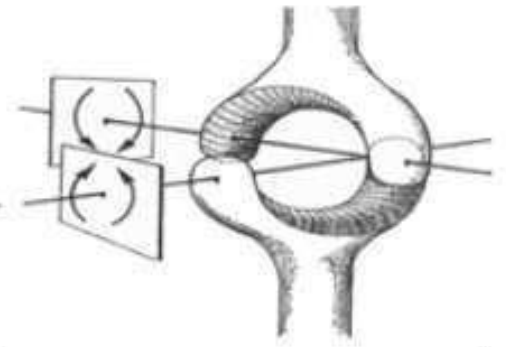
- ✓ Les énarthroses
- ✓ Les condyliennes
- ✓ Les articulation en selle
- ✓ Les trochléennes
- ✓ Les trochoïdes
- ✓ Les arthrodies



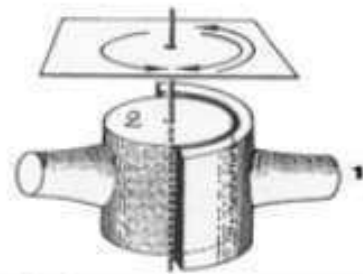
Articulation SPHEROIDE



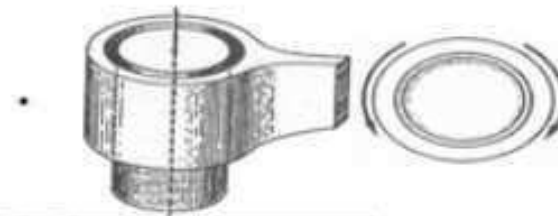
Articulation ELLIPSOIDE



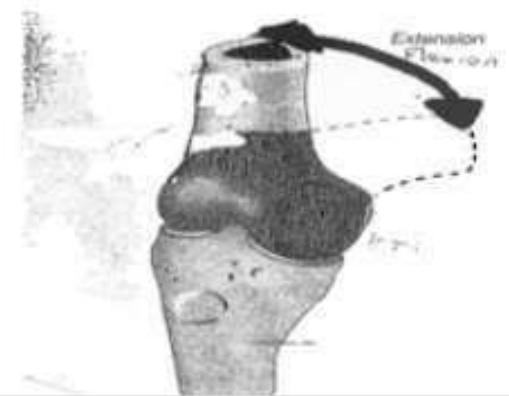
Articulation EN SELLE



**Articulation
GINGLYME**



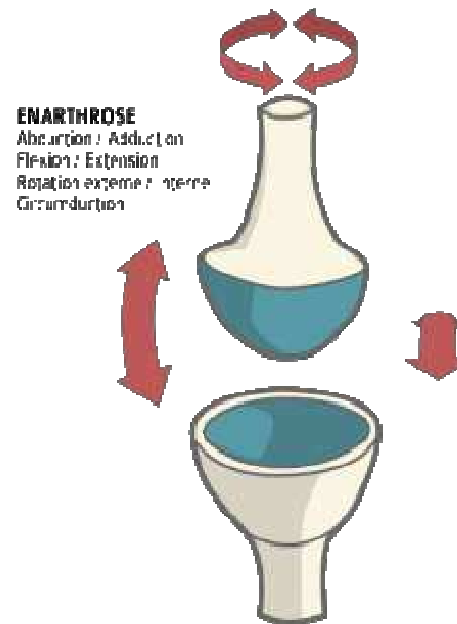
**Articulation
THROCHOIDE**



Articulation BICONDYLAIRE

Les énarthroses

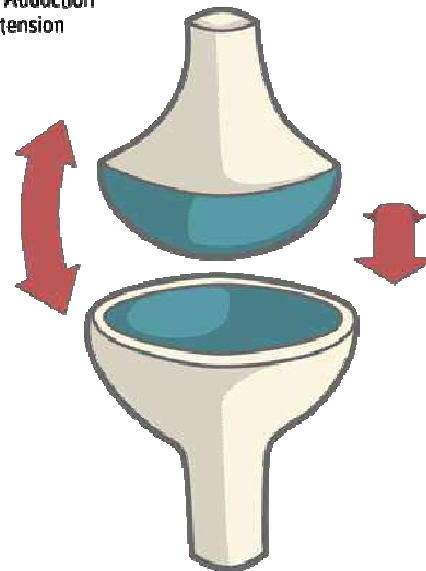
Articulation sphéroïde ou énarthrose : Une tête sphérique convexe vient se loger dans une cavité sphérique concave. Exemple : L'articulation coxo-fémorale (la hanche) ou l'articulation scapulo-humérale (l'épaule). Ce type d'articulation permet 3 degrés de liberté et donc une très grande mobilité : flexion / extension, abduction / adduction, rotation externe / interne et circumduction.



Les articulations condyliennes

Articulation condylienne : Une tête ellipsoïdique convexe vient se loger dans une cavité ellipsoïdique concave. Exemple : L'articulation radio-carpiale (le poignet). Ce type d'articulation permet 2 degrés de liberté : flexion / extension et abduction / adduction.

CONDYLIENNE
Abduction / Adduction
Flexion / Extension

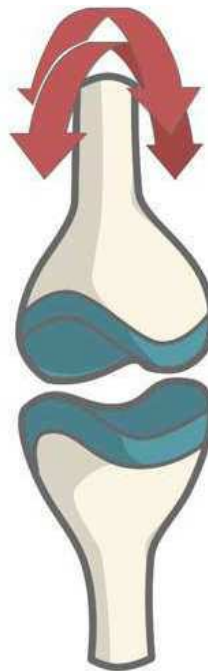


Les articulations en selle

Articulation en selle : Deux têtes concaves viennent s'emboîter perpendiculairement.

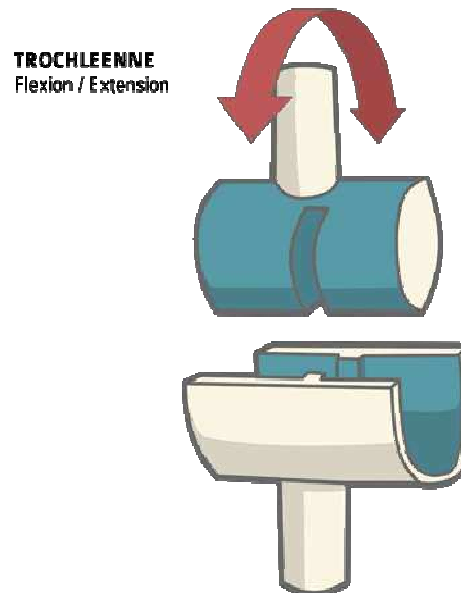
Exemple : L'articulation trapezo-metacarpienne (le pouce). Ce type d'articulation permet 2 degrés de liberté : flexion / extension et abduction / adduction.

SELLE
Abduction / Adduction
Flexion / Extension



Les articulations trochléennes

Articulation trochléenne : L'articulation forme une charnière. Exemple : L'articulation olécranienne (*i.e.*, le coude) ou l'articulation fémoro-patellaire (*i.e.*, entre le fémur et la patella). Ce type d'articulation ne permet qu'un seul degré de liberté : flexion / extension.



Les articulations trochoïdes

Articulation trochoïde : Un cylindre convexe vient se loger dans un cylindre concave.

Exemple : L'articulation radio-ulnaire (*i.e.*, l'avant-bras). Ce type d'articulation ne permet qu'un seul degré de liberté : rotation externe / interne.

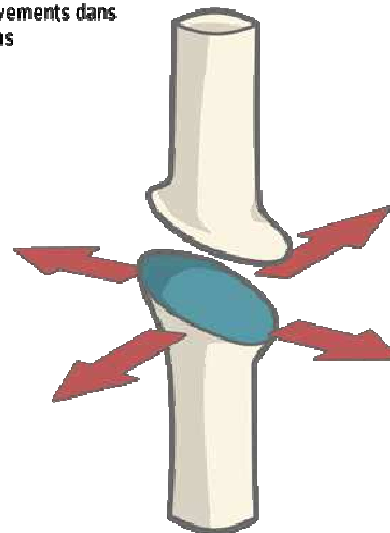
TROCHOÏDE
Rotation externe / interne



Les arthrodies

Articulation plane ou arthrodie : Deux surfaces planes sont en contact. Exemple : Les articulations entre les os du carpe (*i.e.*, de la main). Ce type permet 3 degrés de liberté mais avec très peu d'amplitude.

ARTHRODIE
Petits mouvements dans
tous les sens



articulation sterno-claviculaire
De type: en selle

Scapulo-huméral
De type: énarthrose
Articulation acromio-claviculaire
De type: arthrodie

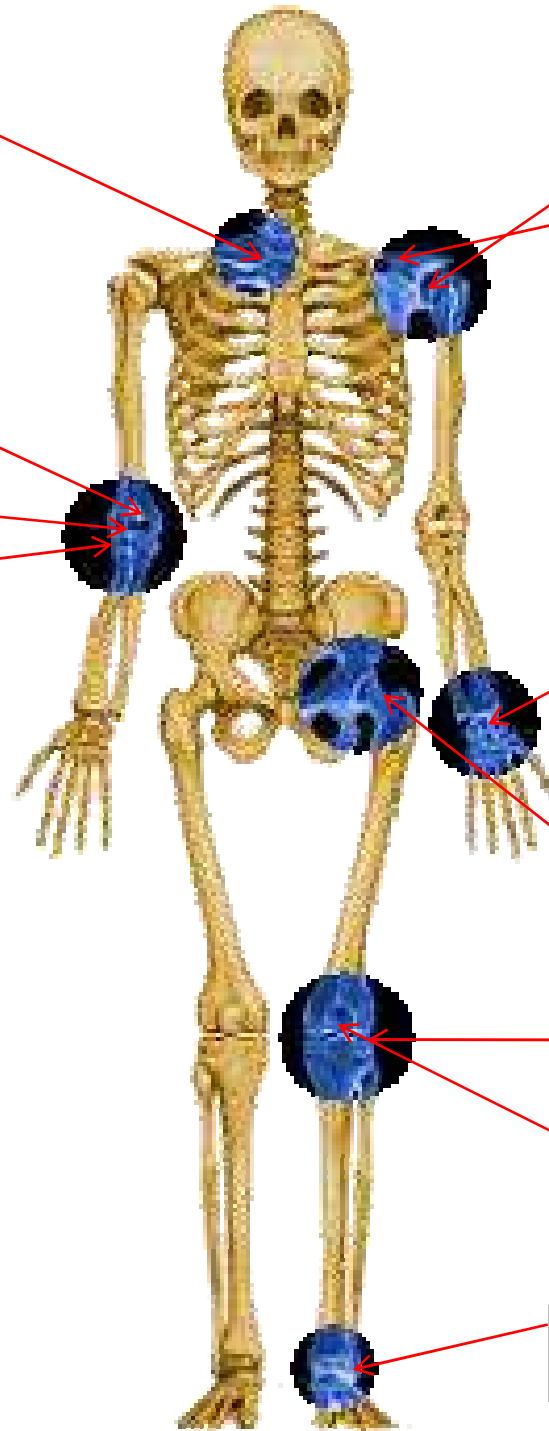
Articulation huméro-cubital
De type: trochléenne
Articulation huméro-radial
De type: condylienne
Articulation radio-cubital
De type: trochoïde

Articulation huméro-cubitale
De type: condylienne

Articulation de la hanche
Coxo-fémorale
De type: énarthrose

Articulation fémoro-tibiales
De type: condylienne
Articulation fémoro rotulienne
De type: trochléenne

Articulation tibio tarsienne
De type: trochléenne



Les articulations des membres supérieurs

L'articulation de l'épaule

Description de l'articulation :

La scapulo-humérale est l'articulation du corps humain la plus mobile.

Elle est formée par deux os:

L'omoplate (scapula).

L'humérus.

La tête humérale s'articule dans la cavité glénoïde. Pour augmenter sa stabilité un bourrelet fibro-cartilagineux vient en périphérie de la glène.

Deux ligaments contribuent aussi à sa stabilité.

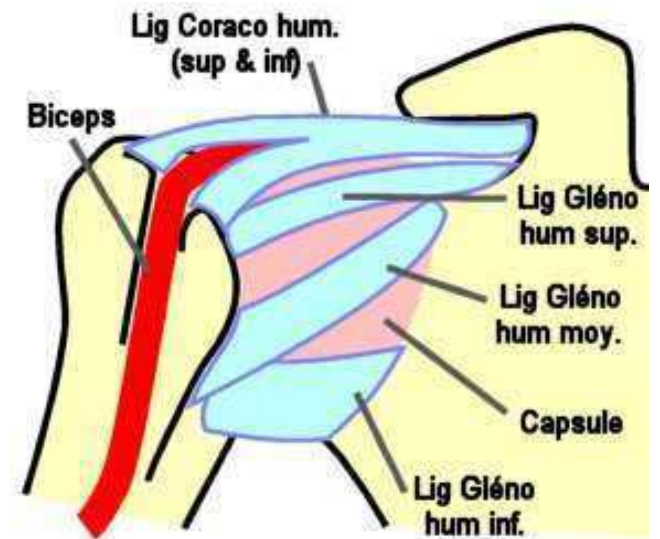
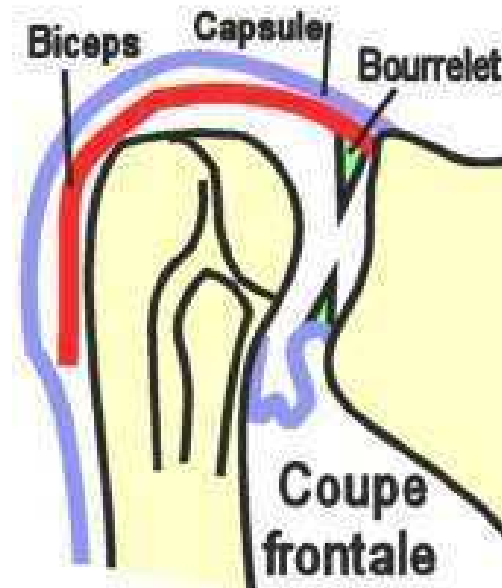
Le ligament coraco-huméral

Le ligament gléno-huméral

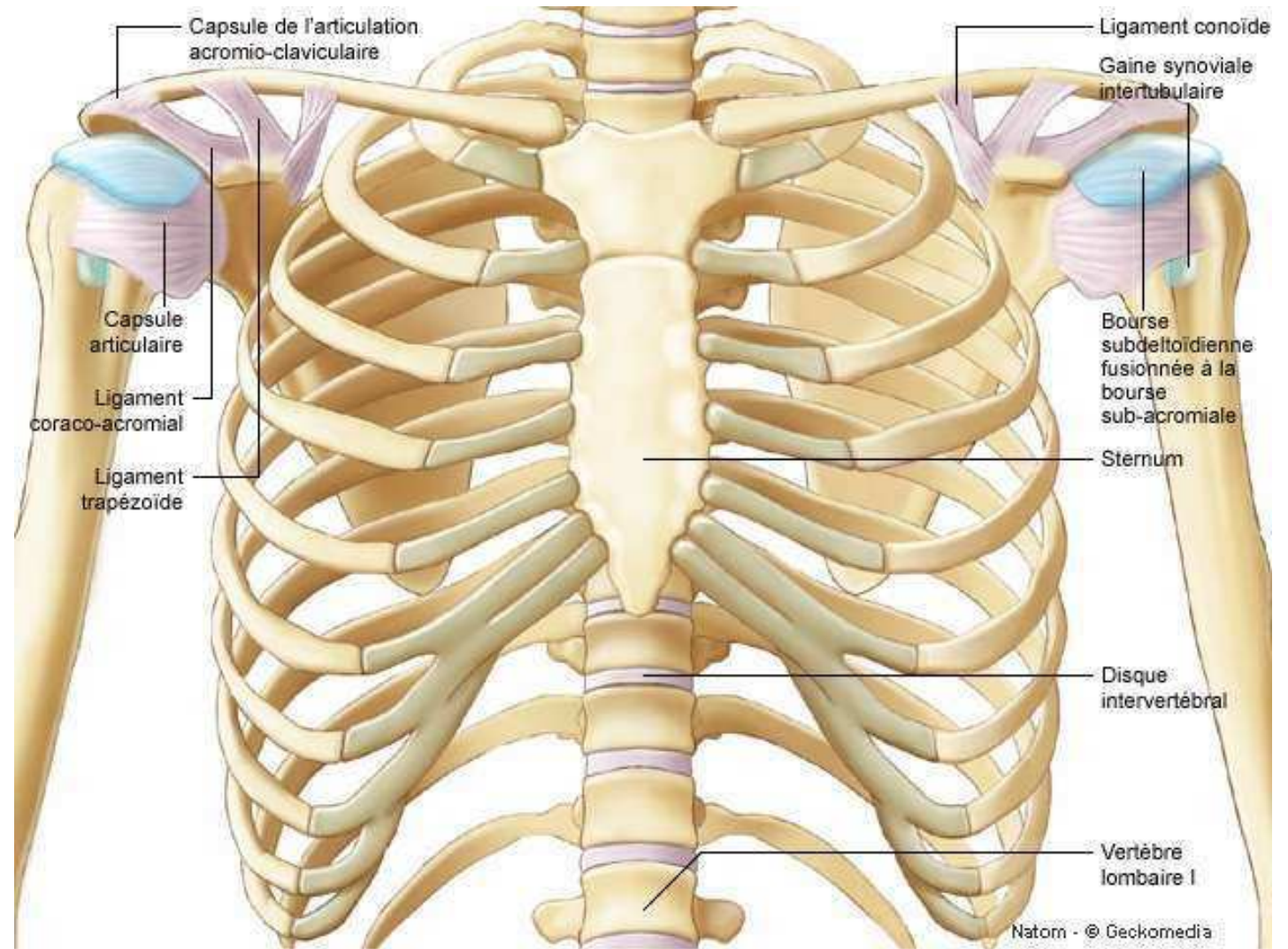
Ils forment la capsule de l'articulation.

Sur l'humérus on distingue deux protubérances osseuses: sur la partie antérieure le trochin et sur la partie postéro-supérieure le trochiter.

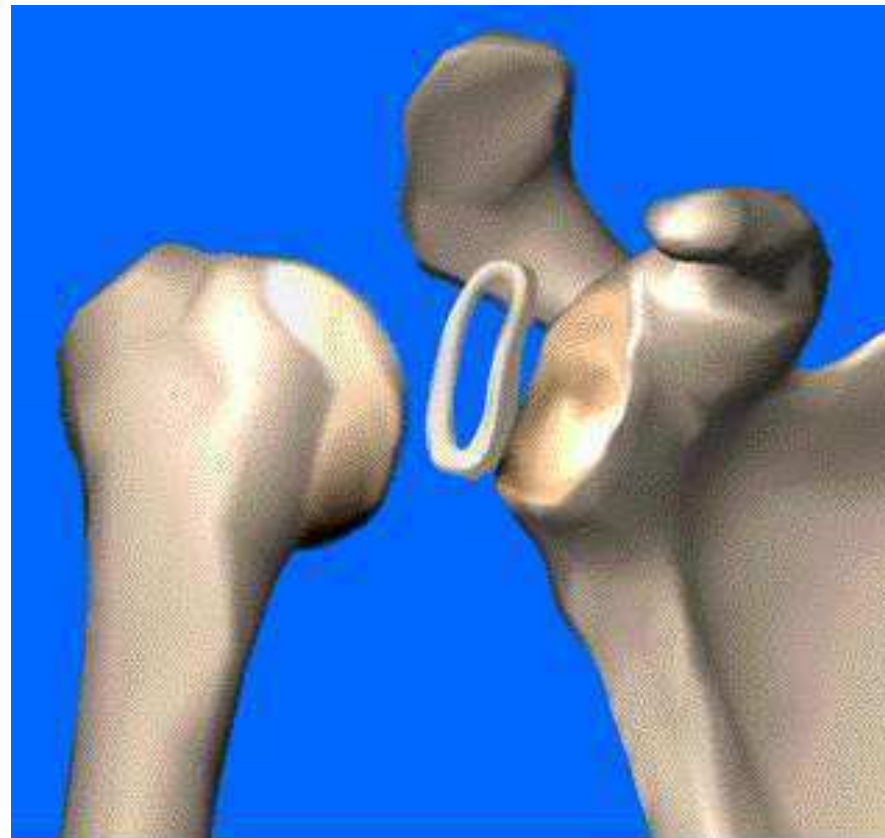
L'articulation scapulo-humérale



L'articulation scapulo-humérale



Le bourrelet glénoïdien



h u m é r u s + g l è n e
+ b o u r r e l e t

Articulation du coude:

- Huméro-radiale
- Huméro-cubitale
- Radio-cubitale

L'articulation huméro-radiale

Description de l'articulation :

L'articulation huméro-radiale permet la flexion de l'avant bras.

Elle est formée par deux os.

- L'humérus (le bras).
- Le radius (partie externe de l'avant bras).

L'humérus présente sur sa partie distale deux protubérances osseuses:

Sur le bord interne: l'épitrachée.

Sur le bord externe : l'épicondyle.

Ces deux protubérances permettent l'insertion de nombreux muscles.

La tubérosité bicipitale permet l'insertion du biceps.

L'apophyse coronoïde permet l'insertion du brachial antérieur.

L'articulation huméro-cubitale

Description de l'articulation :

L'articulation huméro-cubitale permet la flexion de l'avant bras.

Elle est formée par deux os.

- L'humérus (le bras).
- Le cubitus (partie interne de l'avant bras).

Sur la partie postéro-supérieure de cubitus se trouve l'olécrane (coude).

L'articulation radio-cubitale

Description de l'articulation :

L'articulation radio-cubital permet la pronation et la supination l'avant bras.

Elle est formée par deux os.

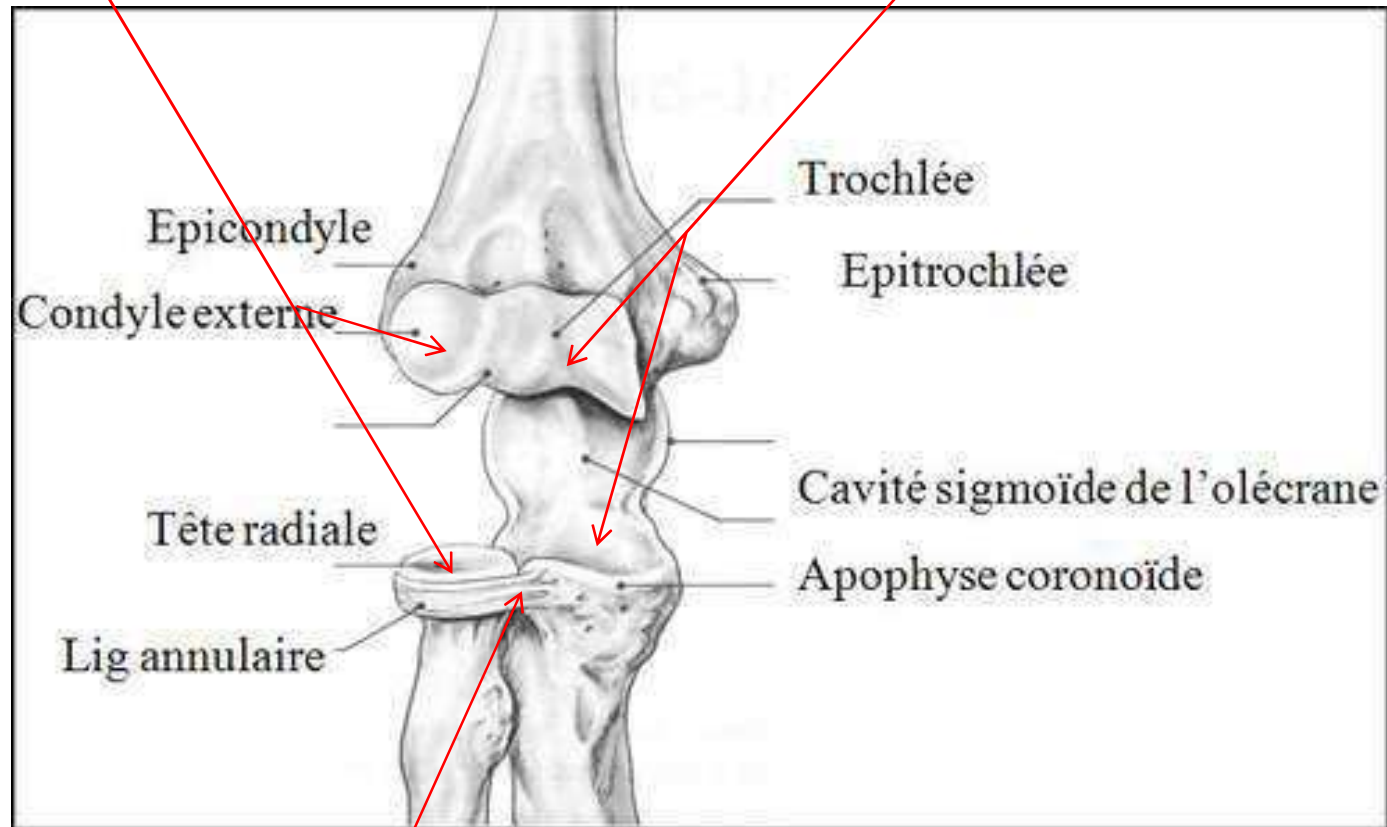
- Le radius.
- Le cubitus.

L'articulation radio cubital est constituée par la tête du radius la petite cavité sigmoïde. Le ligament annulaire forme un anneau où vient se loger la tête du radius.

Les articulations du coude

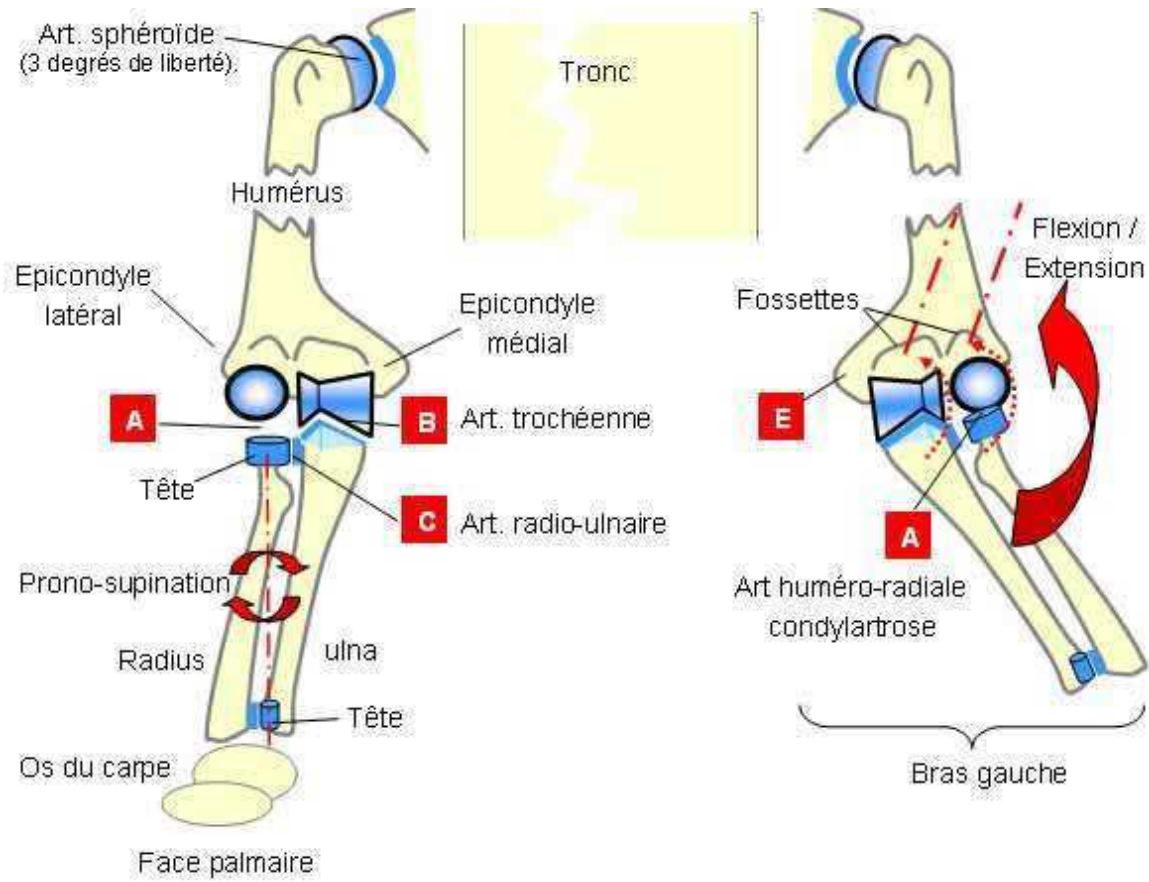
L'articulation huméro-radiale

huméro-cubitale



radio-cubitale

Permet la pronation et la supination du poignet



L'articulation radio-carpienne

Description de l'articulation :

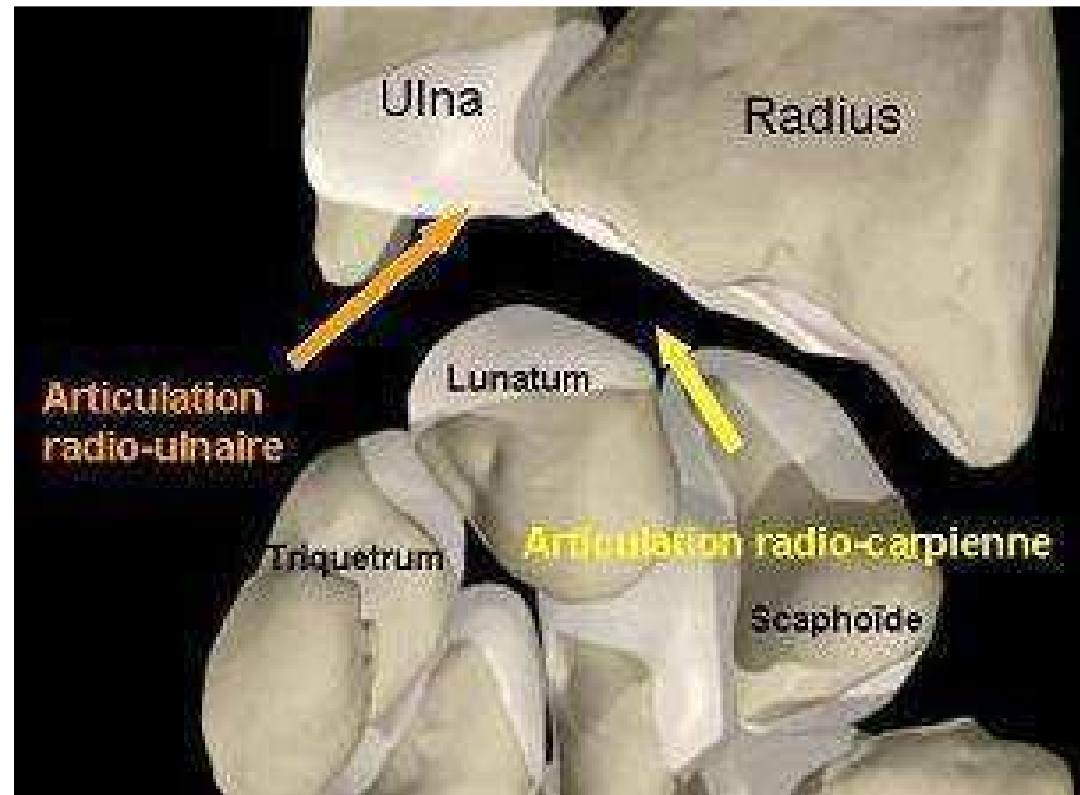
L'articulation radio carpienne permet la flexion et l'extension du poignet.

Elle est formée par deux os.

- Le radius (cavité glénoïde antibrachiale).
- Les 3 os externes de la première rangée des os du carpe.

La capsule s'insère en HT et en BAS sur le pourtour des surfaces articulaires. Elle est tapissée sur sa face interne d'une synoviale. Le ligament antérieur (cubito et radio carpien) est le plus puissant. Il forme 2 faisceaux qui descendent du radius et du ligament triangulaire pour converger vers les os du carpe.

L'articulation radio-carpienne



Les articulations des membres inférieurs

L'articulation de la hanche

Description de l'articulation :

L'articulation coxo-fémorale est formée par différents os:

- L'os iliaque
- Le fémur

La tête fémoral s'articule dans la cavité cotyloïde. Pour avoir une meilleur stabilité. Un Bourrelet Fibro-cartilagineux vient en périphérie du cotyle.

Quatre ligaments contribuent aussi à sa stabilité.

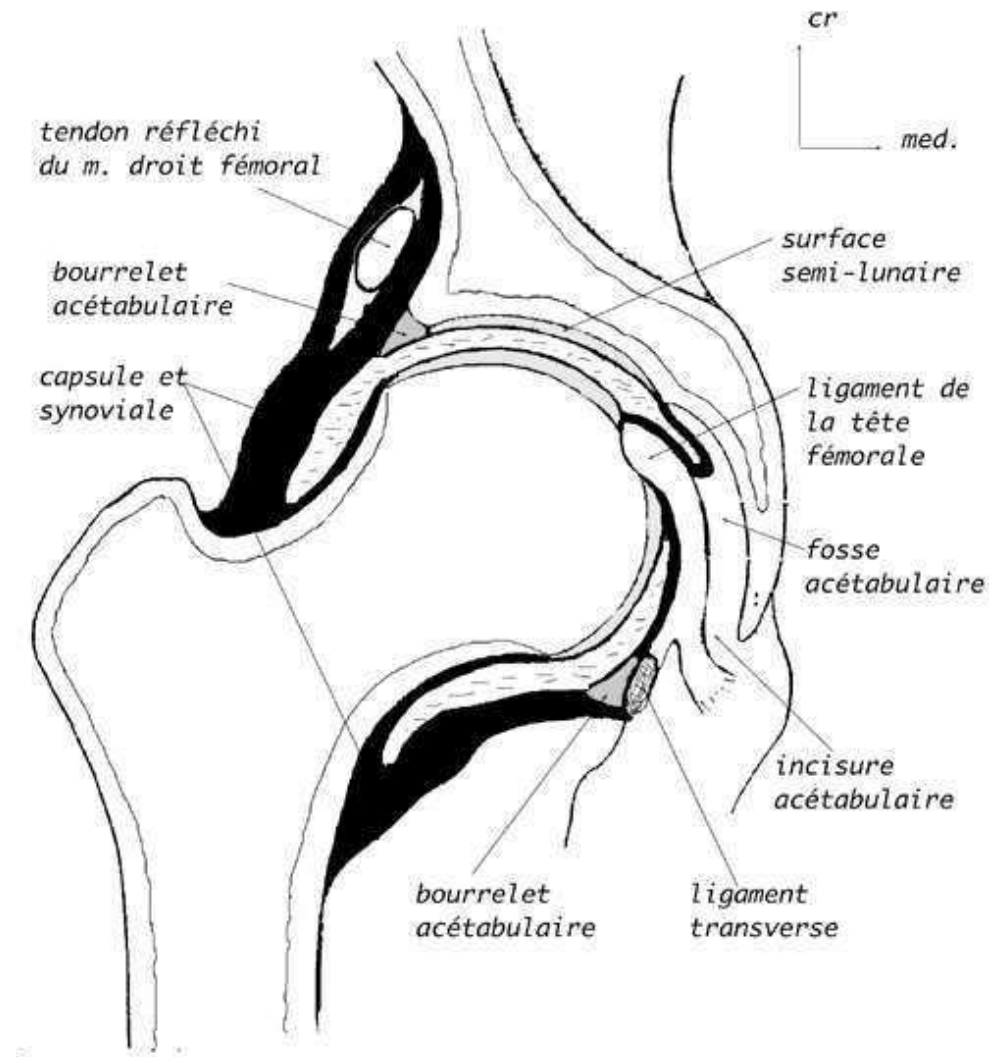
Un interne: le ligament rond.

Trois en périphérie: Le ligament ilio-fémoral, le ligament ischio-fémoral, le pubo-fémoral.

Ils forment à eux trois la capsule de l'articulation.

Sur le fémur on peut voir deux protubérances osseuses, le petit et le grand trochanter.

L'articulation de la hanche



**ARTHROLOGIE : LA HANCHE (COXO-FEMORALE)
coupe frontale**

L'articulation du genou

L'articulation fémoro tibiale et rotulienne est une des articulations les plus grosses et puissantes du corps humain.

Elles sont formées de trois os

- La rotule
- Le fémur
- Le tibia

L'articulation **fémuro-rotulienne** s'articule en charnière sur les condyles.

La rotule est encastrée dans le tendon rotulien.

L'articulation **fémuro-tibiale** s'articule entre le plateau tibial via les ménisques et les condyles fémoraux.

Le fémur présente deux protubérances: le condyle interne et externe.

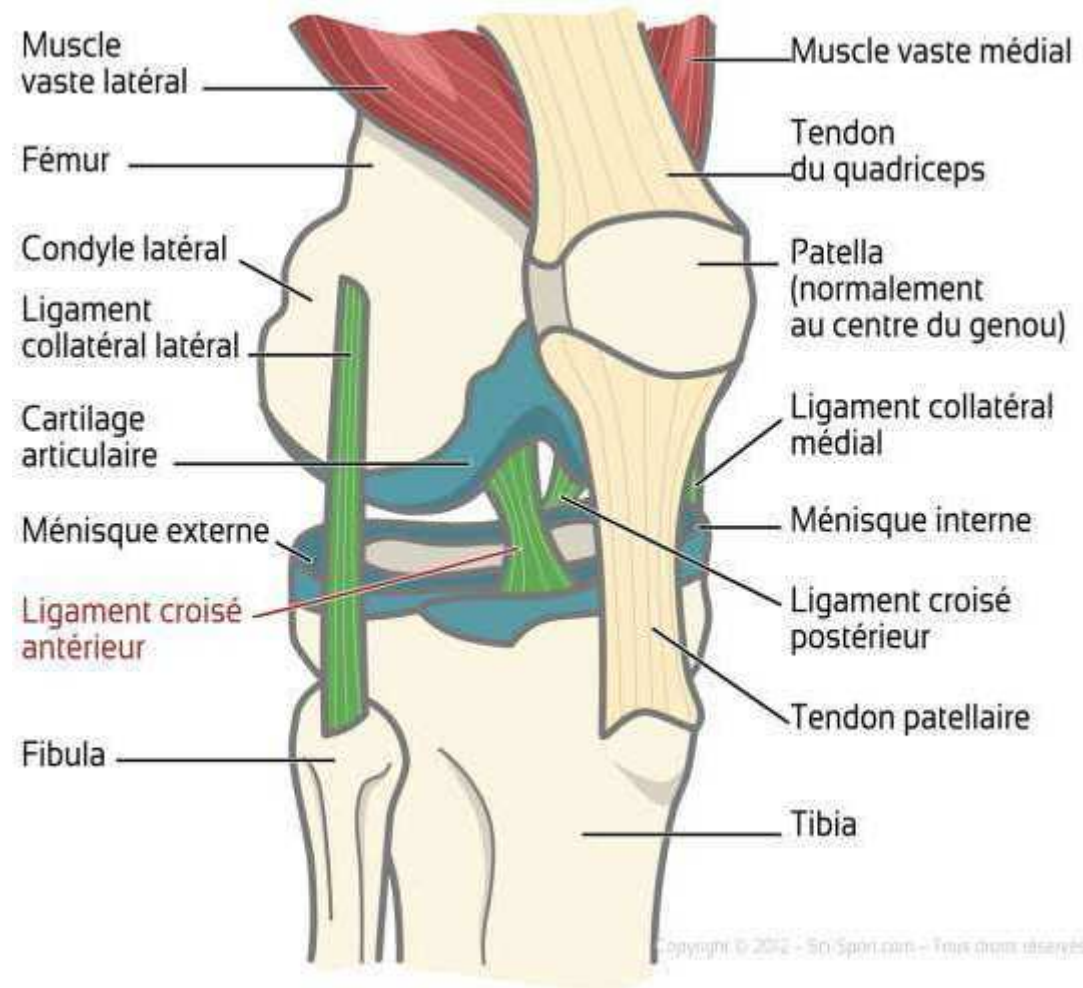
Le plateau tibial présente deux surfaces fibro-cartilagineuse: le ménisque interne et externe. Ils permettent d'augmenter la congruence de l'articulation et la répartition des forces.

L'articulation est stabilisée sur un plan sagittal par les ligaments croisés interne et externe. Les deux évitent les mouvements de translation du plateau tibiale.

Sur un plan frontal, elle est stabilisée par les ligaments collatéraux interne et externe.

Ces derniers évitent les stress de l'articulation en valgus et en varus.

L'articulation du genou



L'articulation du genou



L'articulation de la cheville

Description de l'articulation :

L'articulation tibio-tarsienne est formée par différents os:

- Le tibia et le péroné (le pilon tibiale)
- L'astragale

Le tibia est articulé par sa face inférieure et par la face externe de la malléole interne avec l'astragale: ces zones sont recouvertes de cartilage. Sur son bord interne il est en contact avec le péroné auquel il est attaché par de solides ligaments (ligaments péronéo tibiaux inférieurs pour l'articulation péronéo-tibiale inférieure).

L'articulation de la cheville et ses ligaments

Il existe un ligament latéral externe et un ligament latéral interne.

Le ligament latéral externe

Le **ligament latéral externe** comporte en fait 3 ligaments qui partent en éventail de la malléole externe de la cheville (extrémité inférieure du péroné).

le **faisceau antérieur** se termine en avant sur l'astragale. Il est mis en tension lors de la flexion plantaire (extension de la cheville). C'est lui qui est sollicité en premier et qui se rompt le plus souvent dans les entorses de la cheville.

le **faisceau moyen** se termine sur le calcaneum, il stabilise donc deux **articulations**: l'articulation de la cheville (tibio tarsienne) et l'articulation sous-astragalienne (entre astragale et calcaneum).

le **faisceau postérieur** se termine sur la partie postérieure du calcanéum. Il est mis en tension lors de la flexion dorsale du pied. Il est rarement rompu lors de entorses de cheville.

Le ligament latéral interne

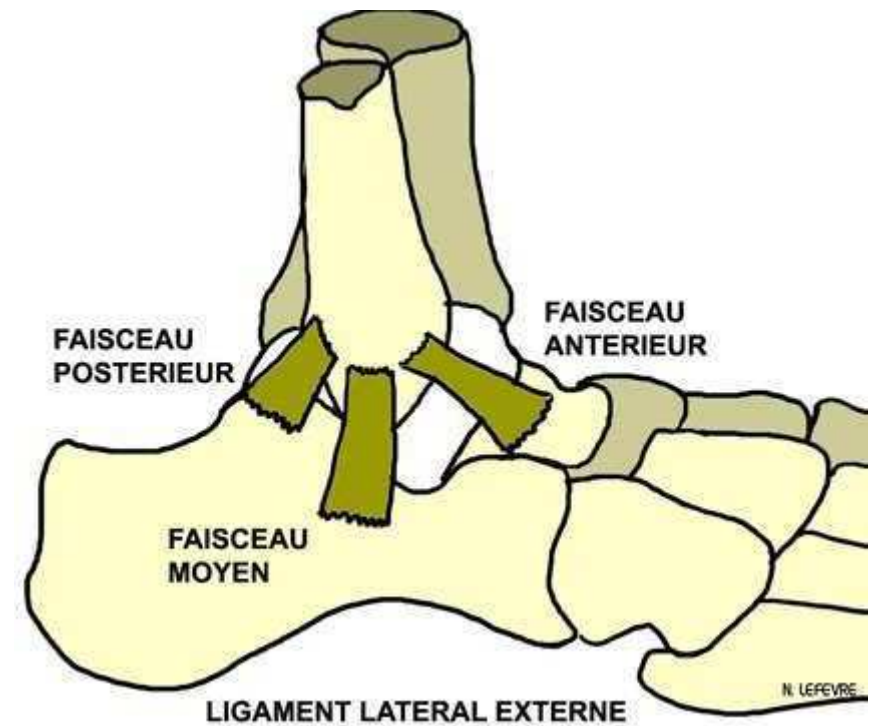
Le **ligament latéral interne de la cheville** va de la malléole interne de la cheville (malléole tibiale) à l'astragale et au calcanéum. En forme d'éventail ses différentes parties sont mal individualisées contrairement au ligament latéral externe. Il est peu sollicité dans la pratique sportive et n'est qu'exceptionnellement lésé.

L'articulation de la cheville et ses ligaments

Ligament latéral interne



Ligament latéral externe



Physiologie de base

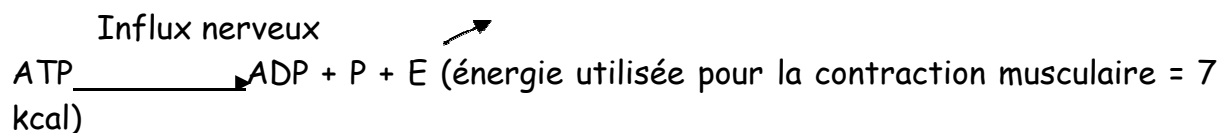
Chapitre 10 : Les filières énergétiques

Introduction

Le muscle est le moteur du corps humain et tout comme un moteur diesel a besoin d'un carburant spécifique pour fonctionner, le muscle requiert une source d'énergie particulière. Le muscle est donc un transformateur d'énergie chimique en énergie mécanique et en énergie thermique. Le rendement de cette transformation est assez faible puisque seulement 20% de l'énergie chimique sont transformés en énergie mécanique, le reste, 80% sont perdus en chaleur.

Dans l'organisme, l'énergie chimique se présente sous la forme de molécules riches en éléments phosphore : l'Adénosine Tri Phosphates ou ATP. Pour établir une telle liaison entre les phosphates, une grande quantité d'énergie doit être apportée à la réaction. A l'inverse, lorsqu'elles sont rompues, les liaisons rendent leur énergie.

Cette molécule, logée au niveau des fibres musculaires, a la particularité, lorsqu'elle est stimulée par l'influx nerveux, de se dissocier en libérant de l'énergie capable de provoquer le raccourcissement de ces fibres. Le mouvement peut ainsi s'amorcer et se poursuivre tant que l'ATP est présente au niveau musculaire pour entretenir la réaction.



Mais ces réserves musculaires d'ATP sont peu importantes et se trouvent de ce fait rapidement épuisées. La durée du mouvement serait donc limitée si l'organisme ne fournissait pas simultanément un apport énergétique susceptible de resynthétiser l'ATP au fur et à mesure de sa dégradation. L'ATP ainsi reconstitué peut être alors à nouveau dégradé, fournissant ainsi de l'énergie et permettant l'entretien de la contraction musculaire.

L'organisme fait appel à 3 mécanismes capables de procurer l'énergie nécessaire à la resynthèse de l'ATP au fur et à mesure de sa dégradation :

- La voie Anaérobie Alactique (AA) (sans oxygène et sans production d'acide lactique)
- La voie Anaérobie Lactique (AL) (sans oxygène et avec production d'acide lactique)
- La voie Aérobie (utilisation d'oxygène)

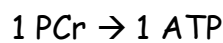
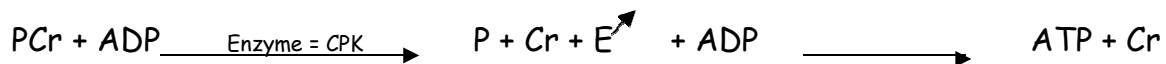
Même s'ils se mobilisent tous les 3 dès les 1ères secondes de l'exercice, ils le font avec une intensité et des caractéristiques très différentes. L'intervention préférentielle de l'une ou l'autre dépend de l'intensité et de la durée de l'exercice. Il faut garder à l'esprit que les 3 voies énergétiques sont toujours utilisées simultanément, mais dans des proportions excessivement variables selon le type d'exercice réalisé.

I - Le processus Anaérobie Alactique

Il se déclenche très rapidement et avec la plus forte intensité. Ainsi, il fournit l'essentiel de l'énergie nécessaire à la resynthèse de l'ATP dès les 1ères secondes de l'exercice.

- Substrats utilisés, réactions

- Hydrolyse immédiate de l'ATP
- Hydrolyse de la créatine phosphate ou phospho-créatine (PCr) en réserve dans le muscle



- Intensité

Il est capable de fournir une grande quantité d'énergie dans un laps de temps très court et, par là même, de maintenir le renouvellement de l'ATP avec une grande intensité. En conséquence, il permet d'effectuer des exercices très intenses à puissance maximale, ce qui s'avère extrêmement utile pour beaucoup d'activités sportives (courses de vitesse, exercices explosifs, de force ou de détente, etc...)

- Capacité

A l'inverse, ce processus n'a pas le pouvoir d'entretenir très longtemps la contraction musculaire. Sollicité à son maximum d'intensité, on doit considérer qu'il est épuisé au bout d'environ 7 secondes.

- Facteurs limitants

La cause la plus souvent admise pour expliquer cette faible capacité est la baisse de la substance support de cette réaction au niveau des réserves musculaires (= ATP et CrP). Or, la CrP est capable de resynthétiser l'ATP avec une grande intensité, mais n'existe qu'en assez faible quantité au niveau musculaire. On comprend alors que cette source d'énergie va rapidement se tarir par absence de réserve énergétique. Il devient évident que l'un des buts de l'entraînement à ce type d'effort sera la stabilisation, chez l'athlète, d'une concentration supérieure d'ATP et de CrP intramusculaire, et une utilisation plus efficace de l'énergie produite.

- Effets du processus

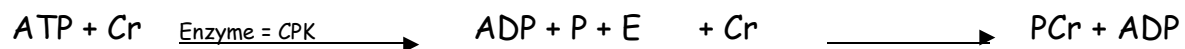
Immédiatement enclenché, ce processus ne requière pas d'oxygène pour fonctionner. Par ailleurs, les produits de dégradations qu'il crée ne viennent pas perturber la qualité de la contraction musculaire (pas de production d'acide lactique, processus alactique). Bien au contraire, les produits de sa dégradation ont un effet bénéfique : ils enclenchent, en quelques sortes, les réactions énergétiques qui vont suivre. Ainsi, la glycolyse anaérobie et les processus oxydatifs semblent être stimulés par le processus alactique.

Ce constat revêt un intérêt primordial car il justifie les nombreuses procédures de terrain qui recourent à des exercices « alactiques » pour développer le processus lactique et aérobie.

La mobilisation importante de ce type de processus sous-entend une grande sollicitation ostéo-articulaire et ligamentaire lors des exercices explosifs et supra-maximaux.

- Récupération

La phosphocréatine se reconstitue au repos, lorsque l'ATP est redevenu abondant, la réaction s'effectue en sens inverse :



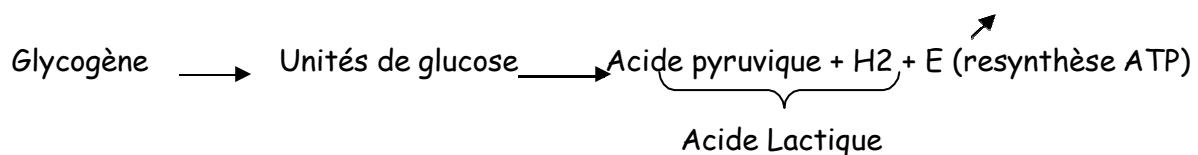
Ce processus a lieu lors de la récupération suivant l'exercice. A ce moment, l'énergie nécessaire à la reconstitution de l'ATP provient directement de la dégradation des aliments par les voies énergétiques.

II - Le processus Anaérobie Lactique ou Glycolyse anaérobie

Bien que débutant également dès les 1ères secondes de l'exercice, le processus anaérobie lactique s'enclenche avec une intensité tellement inférieure à celle du processus aérobie que son importance ne devient première dans la resynthèse de l'ATP qu'après une dizaine de secondes. C'est également un processus qui n'utilise pas d'oxygène pour fonctionner.

- Substrats et réactions

Le substrat de base est constitué d'un sucre stocké au niveau musculaire et hépatique : le glycogène. A la suite de réactions complexes, le glycogène se scinde en unités-glucose et produit de l'acide pyruvique, de l'hydrogène et de l'énergie (celle qui sert à la resynthèse de l'ATP)



Comme nous pouvons le constater dans la formule ci-dessus, les produits de la dégradation du glycogène (l'acide pyruvique et hydrogène) vont se combiner pour produire de l'acide lactique. Le processus est ainsi qualifié de lactique.

1 glucose \rightarrow 2 ATP

- Intensité

Bien qu'incapable de renouveler l'ATP avec la même intensité que le processus aérobie, la voie anaérobie lactique finit cependant par atteindre une intensité importante après quelques secondes d'exercice, assurant des efforts de puissance élevée bien que non maximale. Cette intensité croît d'ailleurs jusqu'à un maximum que nous situons environ entre 30 et 45 s, durée au-delà de laquelle on observe toujours une baisse dans les efforts d'intensité élevée qui utilisent en priorité ce processus. Ici encore, ces durées vont être d'un grand intérêt pour la conception des méthodes d'entraînement.

Cependant, c'est grâce à cette vitesse élevée de transformation des substrats que nous pouvons courir à des allures supérieures à la Vitesse Maximale Aérobie.

- Capacité

Si la puissance maximale est atteinte en moins de 1 min, la glycolyse anaérobie va continuer à assurer l'essentiel de la resynthèse d'ATP (et donc, l'entretien de la contraction musculaire) pendant une durée plus importante que l'on peut situer aux environs de 2 à 3 min. Elle régresse ensuite rapidement et cède la place au processus aérobie.

- Facteurs limitants

Le processus lactique ne semble pas limité par les réserves de substrat énergétique. En effet, l'organisme possède en stock des taux de glycogène largement suffisants et qui ne sont pas épuisés par un effort de quelques minutes. Au contraire, il semble que ce soit l'accumulation au niveau musculaire des produits de dégradation du glycogène, et plus particulièrement acidification qu'ils provoquent, qui viennent bloquer les contractions musculaires, et donc la possibilité de poursuivre l'exercice.

Le développement de ce processus permet à l'athlète qui s'y soumet d'améliorer ses capacités à maintenir une contraction musculaire de bonne qualité malgré une baisse du pH. Il n'envisage pas d'augmenter le stock du glucose. On parle le plus souvent de développement de la résistance à « l'empoisonnement lactique », même si de récentes études ont bien montré que l'acide lactique produit n'était pas forcément le poison organique souvent évoqué, et qu'il pouvait, à l'occasion, devenir lui-même un substrat énergétique.

Les procédures d'entraînement devront donc tenir compte de ce fait, et multiplier les situations motrices en état de « fatigue lactique ».

-Effets du processus

Là encore, il est intéressant d'évoquer les liens unissant entre eux les 3 processus. S'il est enclenché par le processus alactique, le processus lactique va à son tour stimuler l'enclenchement des processus oxydatifs. La baisse du pH musculaire, en particulier, accélère le recours à cette voie et augmente le niveau de son intensité. De nombreux procédés d'entraînement de ce phénomène ont recours aux exercices lactiques pour développer l'intensité du processus aérobie.

Après la pratique intensive d'exercice de type anaérobie lactique, l'accumulation des déchets intramusculaires (=les lactates) est responsable de l'apparition de courbatures (+ déplétion du muscle = vidange complète du glycogène intramusculaire).

- Récupération

Elimination de l'acide lactique par le sang (-> rein -> urine) par :

- Récupération active avec mise en jeu du système cardio-vasculaire
- Ingestion de glucides dans les 6 heures suivant l'effort pour limiter les courbatures
- Hydratation
- Etirements

III - Le processus Aérobie

Au bout de quelques minutes d'effort, et dans la mesure où il a sérieusement entamé ses ressources énergétiques anaérobies, l'organisme fait appel à un autre système de production d'énergie pour assurer la resynthèse de l'ATP.

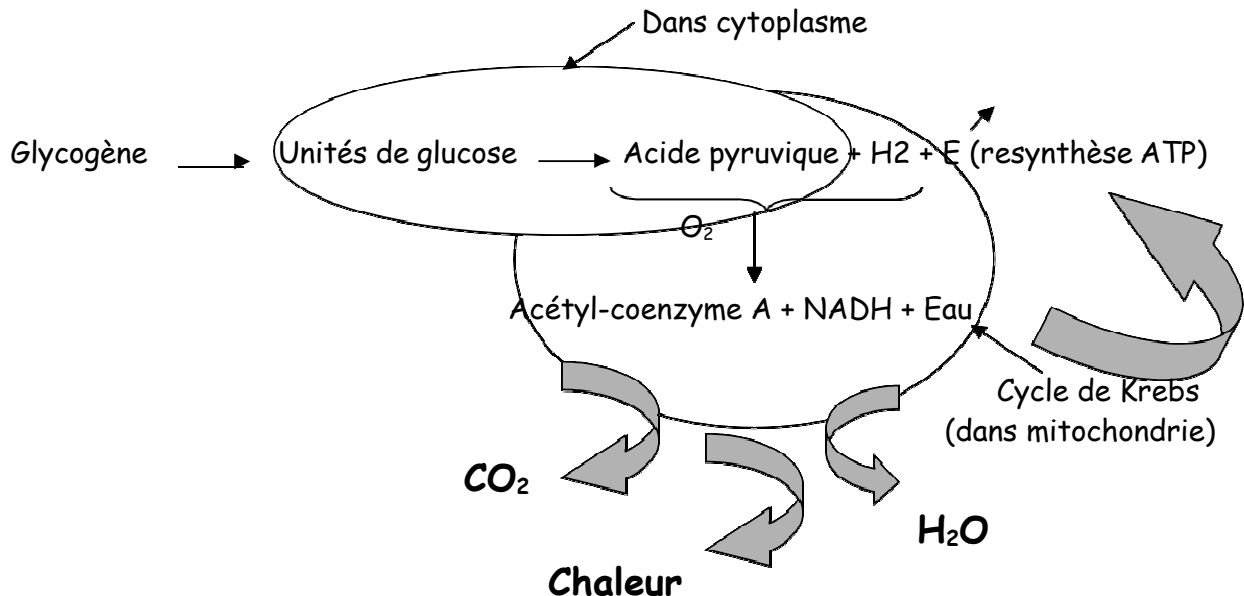
Du fait de l'activité musculaire qu'il a produite, l'organisme a considérablement augmenté l'intensité de travail de toutes ses grandes fonctions, et en particulier de ses systèmes respiratoire et circulatoire. Il est alors en mesure d'effectuer un apport d'oxygène bien plus considérable au niveau de toutes les structures sollicitées par l'exercice. De ce fait, les muscles vont bénéficier en particulier d'un afflux d'oxygène qui transformera progressivement les réactions anaérobies qui surviennent en réactions aérobies.

- Substrats et réactions

Principaux substrats : Glucides, lipides

➤ Dégradation des glucides

La glycolyse évolue donc pour aboutir à des réactions ne produisant plus d'acide lactique, mais d'autres déchets plus facilement éliminables, comme du gaz carbonique (CO_2), de l'eau (H_2O) et de la chaleur. C'est l'énergie produite par ces réactions qui va assurer progressivement l'essentiel de la resynthèse de l'ATP si l'effort se prolonge.



1 glucose → 38 ATP

➤ Dégradation des lipides

Le muscle peut aussi utiliser les lipides pour satisfaire ses besoins énergétiques. A l'intérieur du muscle, des acides gras sont présents. Ils sont détruits dans la mitochondrie, avec la participation de l'oxygène : c'est la β -oxydation. Cependant, **la vitesse de formation d'énergie à partir des graisses est très lente**. Son intervention nécessite un certain délai et l'exercice ne doit pas être intense.

Si l'on raisonne en valeur absolue et non en terme de débit, les lipides sont beaucoup plus énergétiques que les glucides : la dégradation d'une molécule de triglycérides libère 13 fois plus d'énergie que celle d'une molécule de glucose.

- Intensité

La puissance fournie par ce système est cependant moindre que celle assurée par les processus anaérobies. Elle est limitée par les possibilités individuelles d'apport d'oxygène au niveau des cellules musculaires. Plus cet apport bénéficie d'un fort débit, plus l'athlète est susceptible d'entretenir un effort de grande intensité.

Lorsque l'exercice produit atteint des limites pour lesquelles tout l'oxygène disponible au niveau musculaire est utilisé, on dit que l'athlète a atteint sa puissance maximale aérobie (PMA). Cette intensité d'effort correspond aux possibilités maximales de l'athlète pour livrer de l'oxygène à ses muscles avec un fort débit : On dit alors que l'athlète a atteint son VO₂ max (ou débit max d'O₂). Cette donnée purement physiologique qui s'évalue en ml d'O₂ / kg de muscle / minute, est fréquemment utilisée dans le suivi de l'entraînement.

Un athlète ayant atteint sa PMA est néanmoins capable d'augmenter encore l'intensité de son exercice. Dans ce cas, ne disposant plus de réserve d'oxygène supplémentaire, il doit à nouveau faire appel aux processus anaérobies, ce qui entraîne une élévation importante de la lactatémie. Ses possibilités de prolonger son effort vont alors être rapidement limitées.

- Capacité

Si la puissance fournie par ce processus est faible au regard de celle des processus anaérobies, sa capacité est, quant à elle, infiniment supérieure : en effet, le processus aérobie peut fournir une quantité d'énergie capable d'entretenir les contractions musculaires pendant une durée très importante (jusqu'à plusieurs heures). Cette capacité tient à différents facteurs :

➤ Ce processus possède un très bon rendement énergétique. A ce titre, il consomme peu de substrat, augmentant ainsi ses possibilités de durer.

En anaérobie, 1 molécule de glycogène = 3 ATP

En aérobie, 1 molécule de glycogène = 39 ATP

➤ D'autre part, il est capable d'utiliser pour son fonctionnement des substrats énergétiques très divers qui, de plus, se trouvent en quantité importante dans l'organisme : le glycogène bien sûr, mais aussi certaines graisses (acides gras) et même, en cas de nécessité, les protéines organiques.

➤ Enfin, il ne produit que des déchets facilement éliminables ; cela lui évite donc toute forme d'engorgement tel que celui observé dans le lactique par exemple.

L'ensemble de ces éléments contribuent à faire du processus anaérobie la voie énergétique privilégiée de tous les types d'efforts dont la durée dépasse quelques minutes.

- Facteurs limitants

Le 1^{er} facteur limitant est l'intensité de l'exercice produit. En effet, les différents processus énergétiques ne sont jamais utilisés par l'organisme de façon totalement isolée. L'organisme recourt à la voie aérobie même pour un effort d'intensité modérée. Aucun exercice n'est donc totalement aérobie ni ne se traduit par une lactatémie nulle. Plus on se rapproche du « seuil critique » du processus aérobie, c'est-à-dire, d'une intensité équivalente à la PMA, plus la faculté de poursuivre son effort se réduit. **Un individu, même entraîné, ne peut guère prolonger un effort à 100 % de sa PMA plus de 6 à 7 minutes.** Cependant, si l'on réduit tant soit peu cette intensité, la durée de l'effort se trouve considérablement augmentée.

Cette faculté de soutenir à un pourcentage élevé de PMA durant une période de temps importante sera l'un des axes de travail du développement du processus aérobie.

Il semble exister un seuil d'intensité en dessous duquel les efforts effectués sont presque exclusivement aérobies, et peuvent de ce fait être soutenus très longtemps. Cette intensité qui dépend des qualités individuelles et du niveau d'entraînement de l'athlète, et qui se traduit par une lactatémie très faible, est nommée « seuil aérobie ».

Au dessus de cette intensité, on commence à percevoir des modifications sensibles de la lactatémie sanguine qui augmente alors rapidement pour tout effort plus important. Cette progression se fait régulièrement jusqu'à un nouveau seuil d'intensité, à partir duquel la moindre augmentation d'effort entraîne une augmentation importante de la lactatémie. Ce 2nd palier est appelé « seuil anaérobie ». S'il y a encore une gradation dans l'effort, on atteint rapidement puis on dépasse le niveau de la PMA, d'où une dette d'oxygène importante et un arrêt rapide de l'exercice.

La connaissance de ses seuils présente un grand intérêt pour l'entraînement car ils déterminent les niveaux d'intensité les plus intéressants pour développer les processus aérobies.

Autres facteurs limitants des processus aérobies : la plus ou moins grande **faculté à éliminer la chaleur** dégagée. Ces processus ayant pour effet de produire une grande quantité de chaleur, la température corporelle s'en trouve augmentée. L'athlète doit donc posséder des systèmes thermorégulateurs qui maintiennent cette température à un degré constant. Faute de ça, il sera très rapidement contraint à réduire l'intensité de son effort, voire à l'interrompre. De plus, les efforts aérobies provoquent une sudation importante du fait de leur durée et des problèmes d'élimination de la chaleur qu'ils engendrent. Cette sudation, source de **déshydratation** accrue, doit être rapidement compensée, faute de quoi elle entraîne, à très court terme, une baisse de l'efficacité et finit par limiter la capacité du processus aérobie. L'entraîneur doit en tenir compte lorsqu'il organise ce type de séance.

-Effets du processus

Il existe un intérêt considérable à la pratique des efforts aérobies dans le cadre de la préparation physique :

- Ils sollicitent toutes les fonctions chargées d'apporter l'**oxygène** au niveau musculaire et, en particulier, les **fonctions cardio-vasculaire et respiratoire**.
- Ils permettent la **fourniture des substrats énergétiques** nécessaires.
- Ils participent également à l'**élimination des déchets** de la contraction musculaire.

=> Ils favorisent l'amélioration du fonctionnement de tous les processus énergétiques, et possèdent ainsi un aspect préparatoire incontestable.

Celui-ci est encore accentué par les retombées organiques dues à la durée des efforts aérobies. Les dépenses énergétiques élevées ainsi provoquées sollicitent toutes les grandes fonctions. De part les modifications corporelles qu'elles imposent, elles s'avèrent donc un indéniable facteur de santé.

La pratique des efforts aérobies va ainsi favoriser :

- La perte de poids
- L'amélioration du système respiratoire et cardio-vasculaire (cœur musclé...)
- La préparation ostéo-tendineuse et ligamentaire, etc....

De plus, d'un point de vue de la préparation mentale, le processus aérobie contribue à développer :

- La volonté de l'athlète
- La résistance à la fatigue

C'est pourquoi le développement du processus aérobie devra sous entendre une planification de l'entraînement, de quelque spécialité sportive qu'il s'agisse.

- Récupération

A court terme :

- Remboursement de la dette d'O₂

Une fois l'exercice terminé, l'accumulation des déchets et la nécessaire reconstitution des substrats consommés vont stimuler les apports en oxygène qui continueront à s'effectuer avec un fort débit. On dira que l'organisme a accumulé une dette d'oxygène qu'il va devoir payer durant sa récupération. Cette dette s'avérera d'autant plus importante que l'exercice se sera longtemps maintenu à une intensité sur-critique, c'est-à-dire, supérieure à la PMA.

A long terme :

- Hydratation
- Alimentation : reconstitution des stocks

Chapitre 9 : Physiologie musculaire

Les muscles sont indispensables au déplacement du corps dans l'espace ainsi qu'à la motricité de certains viscères.

On distingue :

- Les muscles squelettiques ou striés qui sont reliés au squelette et à l'origine des mouvements volontaires.
- Les muscles viscéraux ou lisses qui permettent la mobilité des structures internes (tractus digestif, vessie, bronches...) et dont la contraction est involontaire.
- Le muscle cardiaque qui comporte à la fois des propriétés du muscle strié et du muscle lisse.

Chaque muscle est constitué d'un ensemble de cellules musculaires ou fibres musculaires, en contact avec une ramification nerveuse qui ordonne l'action.

I - Les muscles striés

1.1 - Description générale

Différentes formes

Leur forme dépend de leur fonction et donc des mouvements qu'ils doivent accomplir. Il comporte 2 extrémités grâce auxquelles il s'insère et un corps +ou – important dont la forme varie : c'est le corps charnu ou ventre du muscle.

On distingue :

Les muscles longs : le corps est fusiforme et les extrémités sont appelées tendons (constitué de tissu conjonctif très dense). Selon le nombre de tendons => biceps, triceps ou quadriceps. Un même muscle peut avoir 2 ou plusieurs ventres charnus reliés entre eux par des tendons intermédiaires => muscle digastrique ou polygastrique.

Les muscles plats : le corps est étalé et le muscle s'insère directement sur une vaste surface osseuse ou cutanée

Les muscles courts : le corps est très court et trapu

Les muscles annulaires : le corps est circulaire et entoure soit un orifice naturel (bouche) => muscle orbiculaire. Soit un viscère creux (anus) => sphincter.

➤ Structures annexes

Ce sont les formations tissulaires que l'on retrouve associées aux muscles striés :

⇒ **Les enveloppes** : les muscles sont recouverts d'une membrane conjonctive solide qui les sépare les uns des autres ou des organes qui les entourent. Cette membrane = aponévrose. Elle inextensible et impose au muscle l'axe de sa contraction.

Il existe aussi une enveloppe mince de tissu conjonctif lâche qui divise le muscle en petits faisceaux de fibres musculaires = le périmysium. Les fibres sont séparées les unes des autres par un tissu conjonctif = endomysium.

Le muscle est pris dans une sorte de filet conjonctif qui transmet les forces de contraction aux tendons insérés sur les os.

Aponévrose → Muscle → Faisceau de fibres musculaire → Fibre musculaire → Myofibrille → Sarcomère → Myofilaments (actine, myosine)

□ **Les insertions** : les muscles striés s'insèrent soit sur de petits reliefs faisant saillie à la surface des os, soit à la face profonde de la peau. On distingue donc 3 types d'insertions musculaires :

- Le tendon : fait de tissu conjonctif très dense qui fait suite aux fibres musculaires et est relié au harnais conjonctif entourant le muscle.
- L'aponévrose d'insertion : faite de fibres conjonctives étalées formant une sorte de tendon plat (surtout pour muscles plats)
- Les fibres musculaires qui s'implantent parfois directement sur la surface osseuse.

□ **Les organes de glissement** :

- La bourse séreuse, formation faisant fonction « d'amortisseur » entre le tendon et l'os. La séreuse est une membrane fine ; à l'intérieur de la bourse, se trouve un liquide appelé sérosité, secrété par la membrane séreuse elle-même.
- La gaine synoviale, enveloppe entourant les tendons de certains muscles afin de faciliter leur glissement.

– Structure de la fibre musculaire striée (1 cellule = 1 fibre musculaire)

Une cellule musculaire = 1 fibre musculaire

Chaque fibre musculaire squelettique a une forme d'un cylindre dont le diamètre varie entre 50 et 200 μm et dont la longueur peut atteindre 20 cm. Au microscope, on peut observer l'existence d'une série de bandes transversales claires et sombres disposées régulièrement le long de chaque fibre musculaire.

Une fibre musculaire =

Membrane sarcoplasmique

Sarcoplasme = cytoplasme de la cellule musculaire où se trouvent : plusieurs **Noyaux cellulaires**

Sarcosomes (=mitochondries) nombreux

Substrats énergétiques : Glycogène + Lipides + Phosphocréatine + ATP : *L'entraînement sportif va provoquer une augmentation des substrats énergétiques au niveau du sarcoplasme et déterminer de ce fait, une augmentation du potentiel contractile du muscle.*

Myofibrilles : La fibre musculaire est composée d'un ensemble de fibrilles contractiles appelées myofibrilles

Chaque myofibrille est constituée d'une série répétitive de stries claires et foncées organisées selon un modèle de base appelé sarcomère. Chaque sarcomère est délimité par 2 stries foncées appelées **lignes Z**.

L'alternance de bandes claires et sombres est due à l'existence et à la disposition, à l'intérieur de la myofibrille, de filaments qui sont de 2 sortes :

- Filament épais (12 à 15 μm), composé d'une protéine contractile, **la myosine**. Un filament de myosine est composé de plusieurs molécules de myosine chacune possédant une tête globulaire unie à une tige. Disposées le long de la fibrille, les têtes font saillie sur le côté, formant des reliefs appelés ponts transversaux
- Filament mince (5 à 8 μm), composé d'une autre protéine contractile, l'actine. Cette molécule est disposée en 2 chaînes enroulées sur elles mêmes en hélices, formant ainsi le filament d'actine. Sur les filaments d'actine, 2 protéines sont présentes : la troponine et la tropomyosine. En temps de repos musculaire, la tropomyosine occupe les sites de fixation de myosine sur l'actine, empêchant ainsi les ponts transversaux d'entrer en contact avec ces sites de liaison.

Myofibrille → sarcomère → myofilaments

Réticulum sarcoplasmique : il forme un réseau de tubules et de vésicules autour des myofibrilles et qui permet la mise en réserve et la libération de calcium

Un sarcomère est donc compris entre 2 lignes Z. Les filaments d'actine sont traversés en leur milieu par la ligne Z, ce qui signifie qu'une moitié de chacun des filaments d'actine pénètre dans 2 sarcomères voisins à la fois.

A proximité de la ligne Z, le sarcomère n'est constitué que de filament d'actine : c'est la **bande I**. La région dans laquelle se chevauchent les filaments d'actine et de myosine correspond à la **bande A**.

La région dans laquelle ne se trouvent que des filaments de myosine est la **zone H**.

Les filaments de myosine s'épaississent dans leur partie moyenne et forme la **ligne M** qui se trouve donc au milieu du sarcomère.

Une coupe transversale réalisée à travers plusieurs myofibrilles dans la région de leur bande A, montre la régularité de la disposition des filaments : Chaque filament de myosine est entouré par 6 filaments d'actine organisés en hexagone, et chaque filament d'actine est entouré de 3 filaments de myosine disposés en triangle. Dans la zone de chevauchement, il y a 2 fois moins de filaments de myosine que de filaments d'actine.

Innervation :

La contraction musculaire survient à la suite d'une excitation nerveuse. Lorsque l'influx nerveux atteint le muscle, il déclenche un potentiel électrique, appelé potentiel d'action, qui va être suivi d'une contraction musculaire.

Les muscles striés sont sous la commande des motoneurones dont les corps cellulaires sont situés dans la corne antérieure de la moelle épinière, ou dans le tronc cérébral. Les axones de ces neurones sont myélinisés et propagent l'influx nerveux à grande vitesse. Lorsque l'axone parvient au muscle, il se ramifie en de nombreuses branches ; chacune des branches forme une jonction avec une fibre musculaire.

Lorsqu'une des branches d'un motoneurone arrive à proximité d'une fibre musculaire, il perd sa gaine de myéline et s'arborise en multiples ramifications terminales qui se lient à la surface de la fibre.

1 unité motrice = Ensemble = Motoneurone + Fibres musculaires qu'il innerve (1 à plusieurs centaines)

Chaque motoneurone innerve beaucoup de fibres musculaires alors que chaque fibre musculaire est innervée par un seul motoneurone.

En moyenne, une même fibre nerveuse innerve, par ses ramifications, environ 150 fibres musculaires.

Plaque motrice : La portion de membrane sarcoplasmique située en contact direct avec la partie terminale de l'axone.

La jonction neuromusculaire : Jonction totale entre la plaque motrice et la terminaison axonale.

– Mécanismes physiologiques de la contraction musculaire

La contraction de la fibre musculaire se produit par le glissement des filaments d'actine et de myosine les uns contre les autres en réponse à des phénomènes électriques, chimiques, énergétiques et mécaniques.

➤ Schéma et différentes étapes : de la commande nerveuse à la contraction musculaire

Potentiel d'action axone motoneurone → Libération acétylcholine dans fente synaptique qui se lie aux récepteurs de la membrane sarcoplasmique → PPM qui se propage → Excitation du réticulum sarcoplasmique qui entoure la fibre → Libération Ca^{2+} → Ca^{2+} se lie à la troponine → Libération des sites de fixation de la tête de myosine occupés par la tropomyosine → Fixation de l'ATP sur la tête de myosine qui libère énergie contenu dans ATP → Myosine se lie à l'actine (= Formation de ponts transversaux) → Glissement des myofilaments les uns contre les autres → Raccourcissement des sarcomères et à plus grande échelle, de la fibre musculaire et du muscle
→ Fixation d'un nouvel ATP sur la tête de myosine → Glissement inverse des filaments → Détachement de la tête de myosine de l'actine → Relâchement musculaire et réabsorption du Ca^{2+} dans le réticulum sarcoplasmique

➤ Phénomènes électriques en détails

Le passage de l'influx nerveux dans l'axone du motoneurone se manifeste par la propagation d'un potentiel d'action. Arrivé à la plaque motrice, le potentiel d'action provoque la libération du neurotransmetteur (acétylcholine pour muscles striés) contenu dans les vésicules stockées dans les terminaisons axonales.

L'acétylcholine diffuse dans la fente synaptique, se lie aux récepteurs de la membrane plasmique de la cellule musculaire et déclenche la production d'un potentiel de plaque motrice (PPM). Ce PPM se propage à la surface de la cellule musculaire et a pour effet 1^{er} et principal de libérer les ions calcium à l'intérieur de la fibre musculaire, libération qui déclenche la contraction. C'est le réticulum sarcoplasmique qui entoure chaque myofibrille, qui met le calcium en réserve dans ses sacs et le libère après excitation de la membrane. Lorsque le potentiel d'action arrive, il déclenche la sortie du calcium hors de son lieu de stockage. Le calcium est ensuite réabsorbé dans les vésicules de stockage : le muscle se *relâche*.

La plaque motrice est généralement située vers le milieu de la fibre musculaire ; ainsi, l'influx se propage vers les extrémités opposées de la fibre, les parties se contractent successivement afin d'éviter la brutalité de la contraction.

Dans une fibre musculaire, le potentiel d'action dure 1 à 2 ms et se termine avant l'apparition de la contraction.

➤ Phénomènes chimiques et énergétiques liés à la contraction

La contraction musculaire nécessite la présence des 2 types de filaments mais aussi, la présence d'ATP et de calcium (Ca^{2+})

Rôle du calcium : c'est l'élément qui déclenche la contraction. Les muscles n'étant pas en perpétuelle contraction, il existe un phénomène régulateur, le calcium, qui déclenche ou inhibe la fixation des têtes de myosine sur l'actine.

Cette régulation demande la participation essentielle de 2 protéines : la troponine et la tropomyosine qui sont 2 filaments minces d'actine. En temps de repos musculaire, la tropomyosine occupe les sites de fixation de myosine sur l'actine, empêchant ainsi les ponts transversaux d'entrer en contact avec ces sites de liaison. Pour que les ponts transversaux se lient à l'actine, les molécules de tropomyosine ne doivent être déplacées de leur site de blocage. Cet événement se produit lorsque le calcium se lie à la troponine. Celle-ci, sous l'action du calcium, extirpe la tropomyosine des sites de liaisons sur les filaments d'actine, et les ponts transversaux peuvent ainsi entrer en action.

Le calcium libéré se lie à la troponine, supprime alors l'effet de blocage de la tropomyosine et déclenche la contraction.

Rôle de l'ATP : c'est une molécule qui sert d'intermédiaire énergétique : elle transfère l'énergie produite par la cellule à tout mécanisme susceptible d'utiliser cette énergie (comme la contraction musculaire).

Dans le muscle, l'ATP joue 2 rôles distincts dans le cycle de glissement :

- l'énergie portée par l'ATP est utilisée pour effectuer les mouvements des têtes de myosine : ces têtes possèdent un site enzymatique qui transforme l'ATP en ADP, libérant par cette réaction chimique l'énergie mise en réserve dans la molécule d'ATP.
- La liaison de l'ATP à la myosine rompt le lien qui unit actine et myosine à la fin d'un cycle de glissement ; le cycle peut donc se reproduire.

Entre parenthèse :

Quelle est la cause de la rigidité cadavérique ?

Après la mort, les muscles squelettiques durcissent. La rigidité cadavérique commence à apparaître de 3 à 4 h après la mort ; elle est complète au bout de 12h environ, puis disparaît au cours des 48 à 60h qui suivent.

La rigidité cadavérique résulte de l'absence d'ATP. En effet, les cellules ne fonctionnant plus, l'ATP n'existe plus ; ce qui signifie que les molécules de myosine peuvent encore se fixer sur les molécules d'actine mais ne peuvent plus se séparer d'elles. Il se forme des ponts immobiles responsables de la rigidité cadavérique.

La rigidité cadavérique disparaît seulement lors de la décomposition des molécules d'actine et de myosine.

➤ Phénomènes mécaniques de glissement

Lorsqu'une fibre musculaire se contracte et donc se raccourcit, la largeur de la bande A du sarcomère demeure constante. Or, cette largeur correspond à la longueur des filaments de myosine, par conséquent, au cours du raccourcissement, leur longueur ne varie pas.

En revanche, les largeurs de la bande I et de la zone H diminuent. Les filaments se déplacent de telle façon que la zone H rétrécit lorsque l'extrémité des filaments d'actine provenant des extrémités opposées d'un sarcomère se rapprochent l'un de l'autre ; et elle disparaît totalement lorsque ces filaments d'actine se rencontrent au centre de la bande A

De la même façon, la largeur de la bande I diminue au fur et à mesure qu'une longueur plus importante de filaments d'actine recouvre les filaments de myosine. De plus, la longueur qui sépare le bout de la zone H de la ligne Z la plus proche, soit, la longueur d'un filament d'actine demeure constante.

=> la longueur des 2 types de filaments ne se modifie pas pendant le raccourcissement car les 2 groupes de filaments glissent les uns contre les autres.

Ce mécanisme de glissement des filaments les uns contre les autres se produit grâce à l'existence des ponts transversaux. Chaque tête de myosine est capable de se lier temporairement à un site complémentaire d'une molécule d'actine,

formant des ponts transversaux entre les filaments d'actine et les filaments de myosine.

Les mouvements de la tête des molécules de myosine sur les molécules d'actine entraînent les filaments d'actine à l'intérieur des filaments de myosine. Cette réaction répétée plusieurs fois par un grand nombre de têtes permet le rapprochement des 2 extrémités du sarcomère.

La structure de ce système permet de comprendre pourquoi un muscle ne peut développer tout le temps la même force contractile : S'il est trop étiré, les ponts d'actine-myosine se construisent incomplètement ; s'il est trop raccourci, il ne dispose plus de la même réserve de contraction.

– Étude physique de la contraction musculaire

4 propriétés fondamentales du muscle :

➤ Excitabilité

La contraction d'un muscle nécessite une excitation dont l'intensité doit être suffisante ; cette excitation doit répondre à 2 exigences :

- Atteindre un seuil : le seuil d'excitation appelé rhéobase
- Atteindre le seuil d'excitation en un temps très court mais d'une durée suffisante.

Il existe un rapport entre la durée de l'excitation et le seuil d'excitation, c'est la chronaxie = temps nécessaire de passage de courant, pour obtenir une contraction lorsqu'on excite le muscle avec un courant électrique d'intensité double de l'intensité du seuil. Cela permet de définir un muscle à chronaxie basse, qui est dit rapide, et un muscle à chronaxie élevée, qui est dit lent.

➤ Contractilité

Lorsque le seuil d'excitation a été atteint, l'importance de la contraction croît jusqu'à un maximum avec l'intensité de l'excitant, parce qu'un nombre de plus en plus grand de fibres musculaires est alors mobilisé. La contraction est maximale lorsque toutes les fibres du muscle sont atteintes par un influx nerveux.

Il existe 3 régimes de contraction musculaire :

- **Isométrique** (= à longueur constante) = lorsqu'un muscle se contracte sans changer de longueur = effort statique. En cas de fracture osseuse, lorsqu'un membre doit être immobilisé, pour éviter une trop grande fonte musculaire, on peut procéder à des contractions isométriques
- **Anisométrique** : la contraction musculaire est associée à un déplacement des extrémités du muscle, 2 possibilités :
 - Les extrémités du muscle se rapprochent l'une de l'autre car le ventre se raccourcit : C'est la contraction concentrique
 - Les extrémités du muscle s'éloignent l'une de l'autre : c'est la contraction excentrique.
- **Pliométrique** : Plus qu'un mode de contraction pur, il s'agit de la combinaison de 2 modes : La contraction concentrique est immédiatement précédée d'une contraction excentrique. Le muscle est ainsi préalablement étiré avant de pouvoir effectuer son raccourcissement (nombreux gestes sportifs). Intérêt principal de ce régime : capable de développer un niveau de force que l'on ne peut atteindre lors d'un régime de contraction isolé.

La notion de force maximale développée par le muscle diffère sensiblement selon le régime de contraction :

Force Max Excentrique > Force Max Isométrique > Force Max Concentrique

La secousse musculaire :

C'est la réponse mécanique d'une fibre à un potentiel d'action isolé : à une excitation brève, le muscle répond par une contraction brusque.

L'étude de la secousse musculaire permet d'évaluer les capacités du muscle à répondre à une excitation donnée, et ce, à partir d'un enregistrement graphique de la contraction : le myogramme.

=> Lors d'une secousse anisométrique, 3 paramètres différents de la secousse isométrique :

- le temps de latence est plus long = intervalle entre le moment où le potentiel d'action est émis et le moment où la tension commence à augmenter.
- Le temps de contraction est plus court
- Le temps de relaxation est plus court = temps qui s'écoule entre le moment où la tension musculaire est maximale et où elle est devenue nulle.

Les périodes d'excitabilité d'une fibre musculaire peuvent durer de 1 à 2 ms, la secousse musculaire peut durer 100 ms.

Pour connaître les périodes d'excitabilité d'une fibre musculaire, il est possible de déclencher un 2^{ème} potentiel d'action aux différents temps de la réponse musculaire :

- *Pendant la phase de latence*, une 2^{ème} excitation est inefficace : c'est la période réfractaire.
- *Pendant la phase de contraction*, une 2^{ème} excitation égale à la 1^{ère} provoque une contraction plus forte : les effets des 2 excitations s'ajoutent, il y a sommation.
- *Pendant la phase de relâchement*, et avant que le muscle ne soit totalement relâché une 2^{ème} excitation égale à la 1^{ère} provoque de nouveau une contraction musculaire dont l'intensité est plus grande, il y a encore sommation.

La sommation : c'est l'augmentation de la réponse contractile d'une fibre musculaire à un 2^{ème} potentiel d'action envoyé au cours de la réponse contractile produite par un potentiel d'action précédent.

Le téτανos : la contraction d'une fibre musculaire peut être maintenue si la fibre est stimulée de façon répétitive, à une fréquence suffisante pour que les relâchements ne soient pas complets entre les stimuli.

Lorsque la contraction est ainsi maintenue sous l'effet de stimulations répétées, elle prend le nom de téτανos = contraction musculaire obtenue par sommation maximale. Le téτανos peut être de 2 types :

- Le téτανos imparfait, au cours duquel la fusion des secousses n'est pas totale car la fibre musculaire se relâche un peu entre chaque stimulus ; la fréquence des stimulations est basse.
- Le téτανos parfait, au cours duquel la fréquence des stimulations est élevée et produit un état de contraction musculaire sans oscillation.

➤ Élasticité

Le muscle possède la propriété de se laisser étirer par traction, puis de revenir à sa position initiale lorsque la traction cesse : le muscle est dit élastique. L'élasticité musculaire est considérée comme parfaite car le muscle retrouve sa longueur 1^{ère} après allongement : il n'existe pas d'allongement résiduel.

➤ Tonus musculaire

Le tonus musculaire évite à l'être humain d'être une « poupée de chiffon » : il existe un fond de contraction musculaire permanente. Des influx nécessaires au maintien du tonus arrivent continuellement dans les muscles. En effet, il existe dans

le muscle, des récepteurs appelés fuseaux neuromusculaires, qui ont pour rôles d'informer le SNC de la situation du muscle et en particulier de son degré d'étirement. Ce sont des fibres nerveuses sensibles issues des fuseaux neuromusculaires, qui sont chargées de transmettre les messages.

– Métabolisme énergétique musculaire

L'ATP est l'intermédiaire énergétique de la fibre musculaire. Pour effectuer son travail contractile, elle consomme de l'énergie chimique et la transforme en énergie mécanique.

Selon l'effort musculaire fourni, les sources d'ATP sont différentes : dans un 1^{er} temps, la fibre musculaire capte l'ATP disponible mais cette réserve est médiocre et ne constitue pas une réserve énergétique à long terme. Par la suite, à mesure que le travail augmente, la fibre musculaire a recours à d'autres substances comme la phosphocréatine, le glucose et les graisses.

– Deux types de fibres musculaires squelettiques

Ce qui les différencie :

- Leur vitesse de raccourcissement qui dépend de la vitesse avec laquelle elles métabolisent l'ATP
- L'équipement enzymatique dont elles disposent pour métaboliser l'ATP.

□ Fibres musculaires rouges ou fibres lentes ou de type I

Particularités : Peu riches en myofibrilles

Riches en sarcoplasme et sarcosomes

Abondamment irriguées (apport acides gras + glucose) +

Riches en myoglobine et oxygène associé => coloration rouge + potentiel oxydatif (= aérobie)

La myoglobine peut être libérée des cellules musculaires lors d'exercices musculaires violents ou de traumatismes importants.

Les motoneurons qui les innervent ont une vitesse de conduction de l'influx nerveux peu importante, mais un seuil d'activation très bas => contraction lente mais qui débute immédiatement, même pour les contractions de faible intensité.

Ce sont des fibres peu fatigables et qui sont particulièrement sollicitées dans les exercices aérobies et de longue durée.

➤ Fibres musculaires blanches ou fibres rapides ou de type II

Particularités : Moins riches en sarcoplasme, en sarcosomes

Peu de myoglobine et sont entourées par peu de capillaires (moins bien irriguées).

Riches en myofibrilles

Réserves importantes de glycogène

Elles sont spécialisées dans le métabolisme de l'ATP par la voie de la glycolyse anaérobie (anaérobie lactique) et produisent des contractions musculaires rapides et de forte intensité. Par contre elles sont assez rapidement fatigables et correspondent à des efforts brefs et intenses.

On distingue cependant à l'intérieur de ce groupe, 2 subdivisions :

- Les fibres IIa : elles possèdent le potentiel oxydatif le plus important de toutes les fibres rapides et présentent de ce fait une résistance plus élevée à la fatigue.
- Les fibres IIb : ce sont des fibres rapides pures. Elles ont un grand diamètre et la plus grande vitesse de contraction. Elles utilisent presque exclusivement les ressources énergétiques anaérobies et présentent une faible résistance à la fatigue.

➤ **Fibres musculaires de transition**

D'autres types de fibres musculaires parfois évoqués (Fibres IIab, Fibres IIc) semblent davantage correspondre à des étapes de transition d'un type de fibre à un autre. Les fibres musculaires ont en effet la particularité de pouvoir évoluer d'un type à un autre et ce, en fonction de la nature du travail auquel le muscle est le plus fréquemment soumis (=facteur génétique). Cette adaptation semble d'ailleurs être essentiellement due à la qualité de l'innervation motrice des fibres musculaires.

=> On ne peut en aucun cas dissocier les phénomènes qui se produisent au sein de la fibre musculaire de ceux qui les provoquent : la commande nerveuse

A l'intérieur du muscle, les fibres musculaires ne sont ni isolées ni indépendantes. Elles sont regroupées en unité motrice (= 1 motoneurone qui innerve plusieurs fibres) :

- Toutes les fibres d'une même unité motrice ont les mêmes propriétés et sont donc de même type.
- Toutes les fibres d'une même unité motrice sont activées pratiquement en même temps lorsque le motoneurone correspondant est stimulé.
- Les unités motrices sont souvent regroupées à l'intérieur d'une même structure plus étendue, ce qui donne à la contraction musculaire un caractère homogène. Lorsque l'intensité de cette contraction augmente, il semble y avoir un recrutement progressif des unités motrices, on parlera alors de contraction intramusculaire.

II – Les muscles lisses

Ils n'ont pas de bande transversale striée comme les muscles squelettiques. Leur innervation est assurée par le SN Autonome, ils ne sont donc pas sous le contrôle de la volonté.

– Structure de la fibre musculaire lisse

La fibre musculaire lisse est une cellule fusiforme qui contient un seul noyau. Son diamètre, env 5 à 10 μ m est beaucoup plus petit que celui des fibres squelettiques. Le cytoplasme contient des filaments orientés parallèlement à l'axe longitudinal de la fibre. On trouve 3 types de filaments :

- Filaments épais de myosine
- Filaments minces d'actine, fixés soit à la membrane plasmique, soit à des structures cytoplasmiques appelées corps denses
- Filaments intermédiaires qui constituent le squelette de la cellule.

Les cellules musculaires lisses sont groupées les unes contre les autres, si bien qu'il est difficile d'en distinguer le contour.

– Contractilité de la fibre musculaire lisse

La contraction des muscles lisses s'effectue par un mécanisme de glissement des filaments les uns sur les autres, comparable à ce que l'on observe dans le muscle strié.

La contraction de la fibre lisse est plus lente : une secousse qui dure une fraction de seconde dans le muscle strié peut durer plusieurs secondes dans le muscle lisse.

– Activité électrique du muscle lisse

Il se contracte sous l'effet d'un influx nerveux qui crée un potentiel d'action se propageant d'une cellule à l'autre. 2 sources possibles du potentiel d'action :

- Une activité électrique spontanée de la fibre musculaire
- Un influx nerveux apporté par un neurone moteur du SN Autonome (végétatif).

➤ Activité électrique spontanée

Certaines fibres lisses produisent spontanément des potentiels d'action en l'absence d'influx nerveux ou hormonal. La membrane plasmique se dépolarise alors spontanément et progressivement jusqu'à atteindre un potentiel seuil qui va se propager aux autres cellules. On appelle ce potentiel un « potentiel pacemaker ».

➤ Activités électriques et neurotransmetteurs

Les fibres musculaires lisses n'ont pas de plaque motrice spécialisée. Lorsque l'axone d'un neurone pénètre dans un muscle lisse, il s'arborise et chacune de ses terminaisons axonales contient des petits renflements appelés varicosités. Chacune de ces varicosités contient des vésicules qui, sous l'action du potentiel d'action, libère le neurotransmetteur dans l'espace qui les sépare des fibres lisses environnantes (fig. 10.16).

La concentration du neurotransmetteur diminue à mesure qu'il s'éloigne de son point de libération. La réponse des fibres musculaires dépend du nombre de sites récepteurs qui vont capter le neurotransmetteur. L'amplitude de la réponse du muscle lisse à une stimulation dépend en partie de la distance qui sépare les varicosités nerveuses de la surface de la fibre musculaire (fig. 10.17).

– Classification des muscles lisses

Cette classification est réalisée en fonction de l'excitabilité de la membrane de la fibre musculaire et de la propagation de l'influx nerveux d'une fibre à l'autre.

On distingue :

- Les muscles lisses unitaires : ils possèdent une membrane qui propage le potentiel d'action d'une fibre à l'autre et qui peut aussi faire apparaître des potentiels d'action spontanés. On trouve ce type de fibre dans le tractus intestinal, dans l'utérus, autour des vaisseaux sanguins de petit diamètre
- Les muscles lisses multi-unitaires, où chaque fibre répond indépendamment des cellules voisines à un stimulus. Ces muscles ont une innervation très riche, on les trouve autour des grosses voies aériennes des poumons, des grosses artères.

Myologie

Objectifs

- Connaître l'anatomie du muscle squelettique
- Connaître les différents muscles
- Leurs origines et insertions
- Leurs actions

Introduction

3 types de muscles dans le corps humain

- Le muscle cardiaque ou myocarde
- Les muscles lisses (tube digestif, parois des vaisseaux sanguins, voies respiratoires, il ne sont pas attachés au os du squelette).
- Les muscles squelettiques ainsi nommés car ils sont attachés aux os du squelette.

Les muscles squelettiques

Un muscle squelettique est constitué de faisceaux musculaires formés eux-mêmes d'un ensemble de fibres musculaires. Chaque muscle est inséré sur l'os par l'intermédiaire de tendons constitués essentiellement de tissu fibreux, élastique et solide.

Organisation anatomique

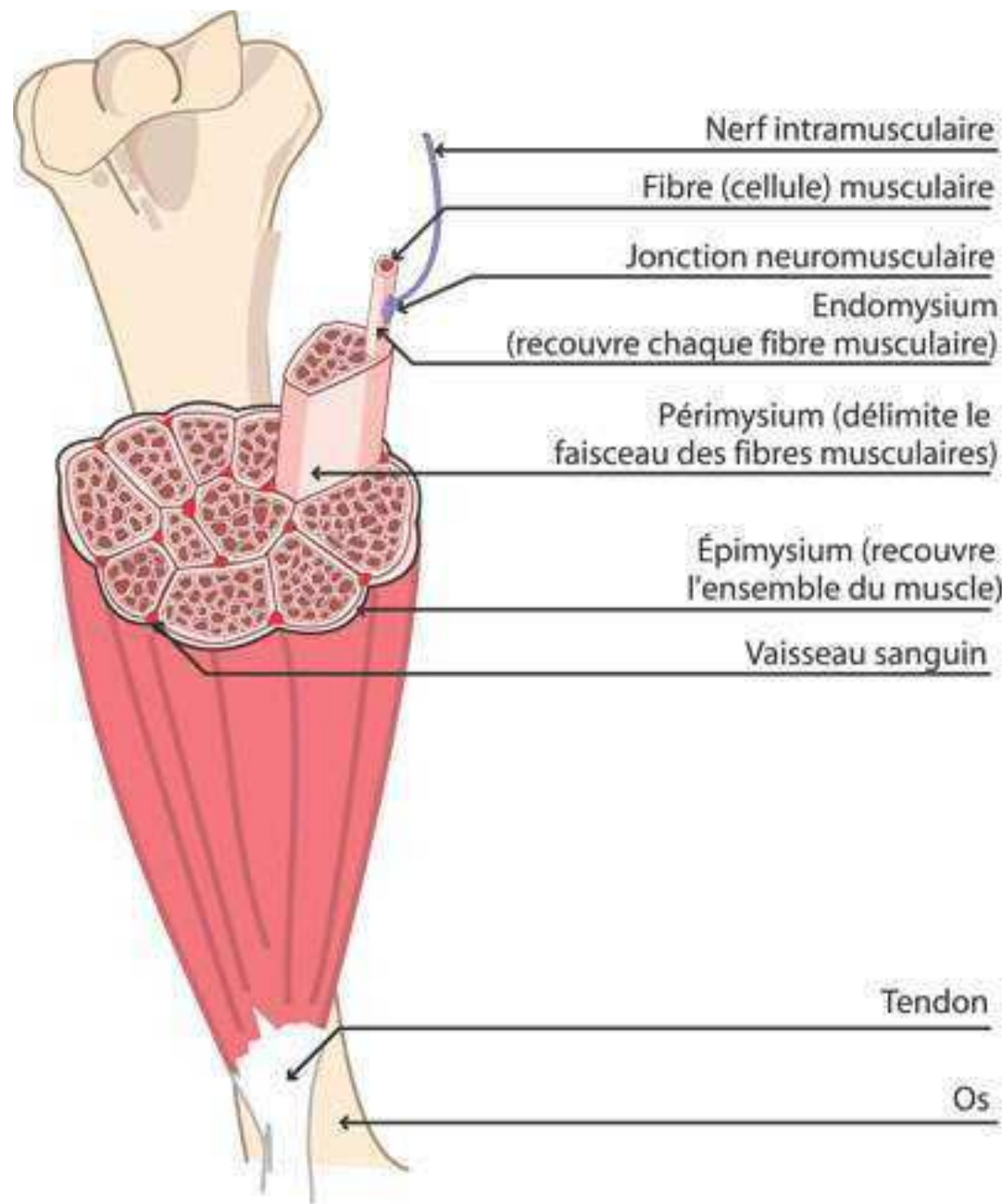
Tissus conjonctifs:

Épimysium (enveloppe du muscle entier).

Périmysium ((enveloppe un faisceau musculaire).

Endomysium (enveloppe une fibre).

Ces différents tissus conjonctifs peuvent être vu comme une structure élastique de soutien de l'architecture musculaire. Ils se rejoignent aux extrémités des muscles pour former un tendon.



Organisation anatomique (suite).

Les fibres musculaires:

Fibres musculaire

Myofibrille

Sarcomère

Myofilament

Actine

Myosine

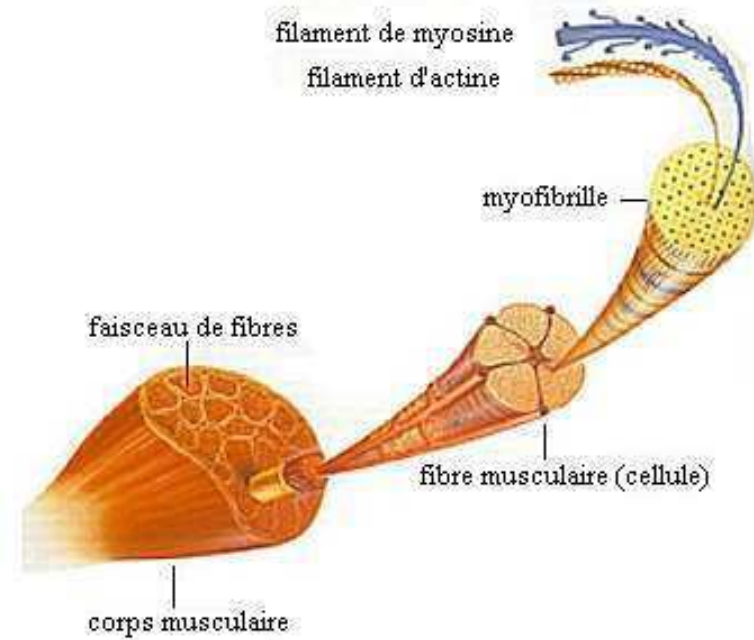
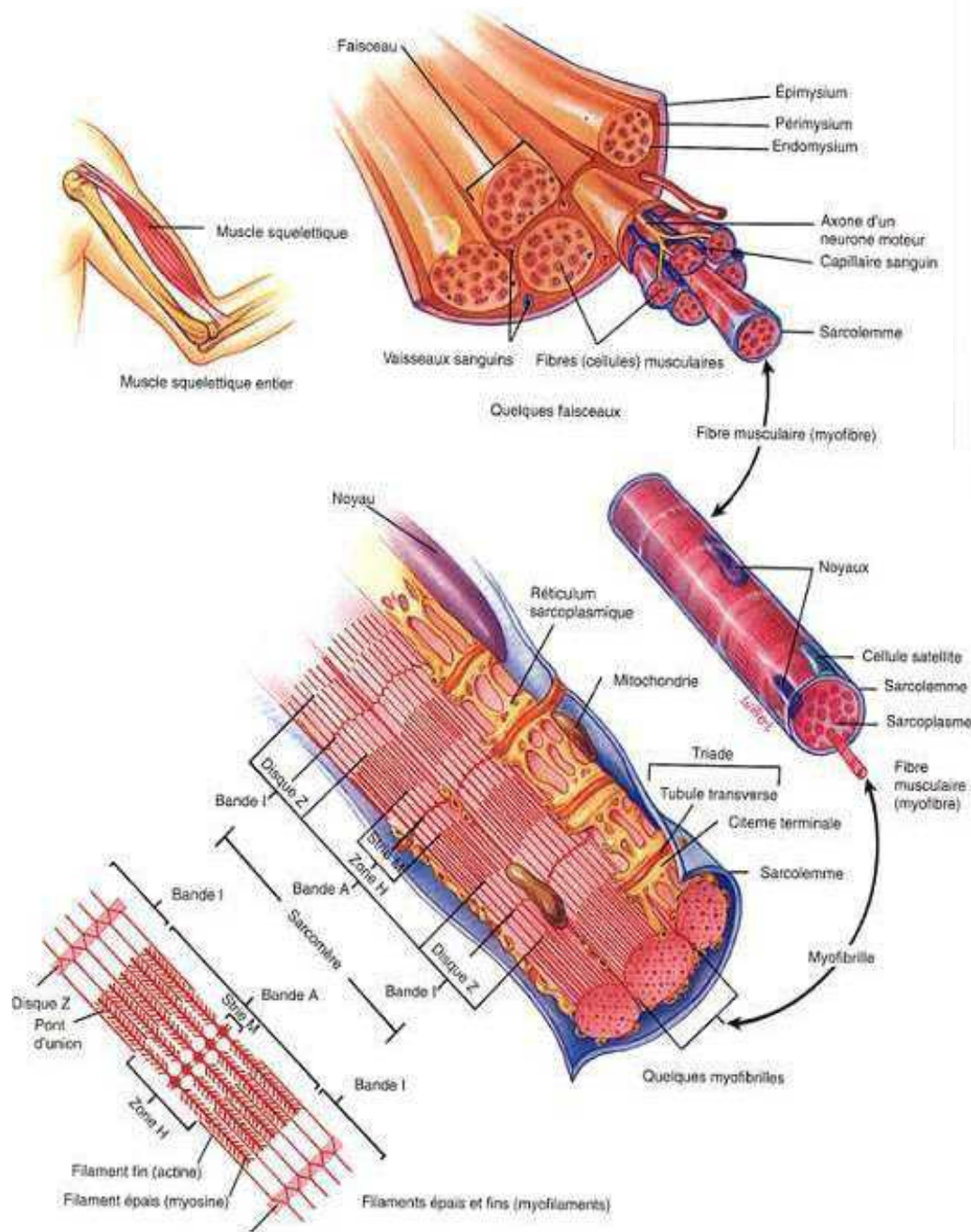
Les sarcomères

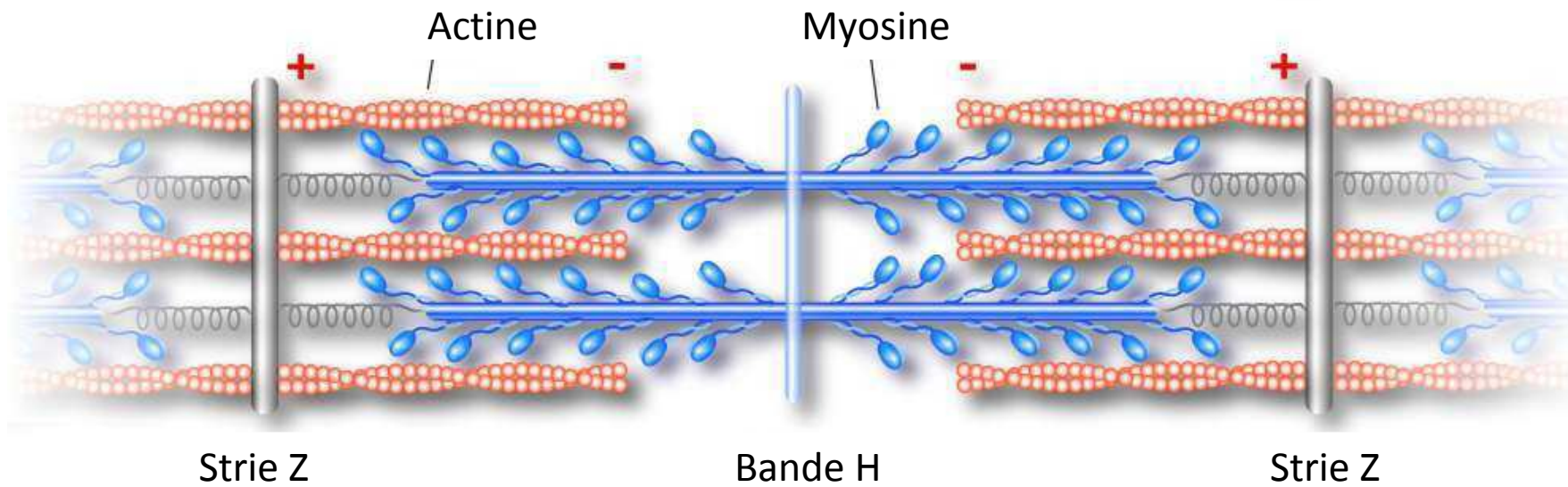
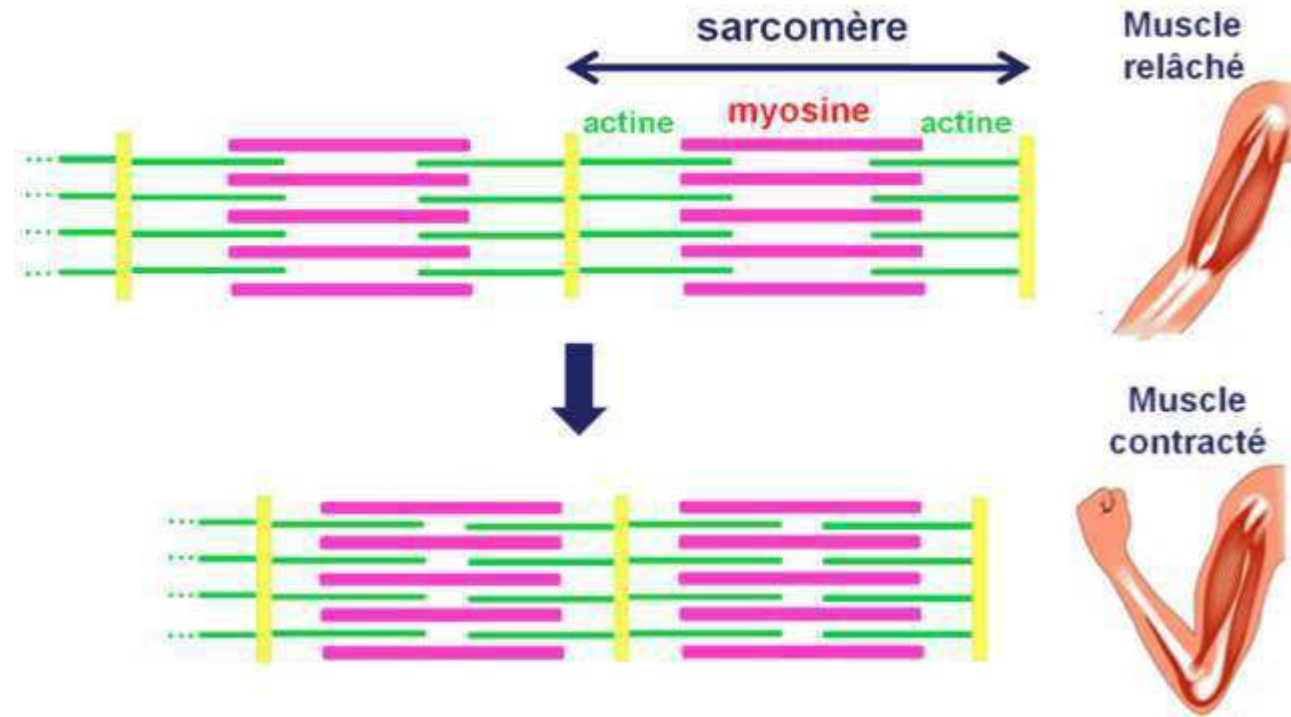
Le sarcomère est l'unité de base des myofibrilles des muscles striés (compartiment). Les sarcomères sont des agencements de plusieurs protéines composés de trois systèmes différents de filaments.

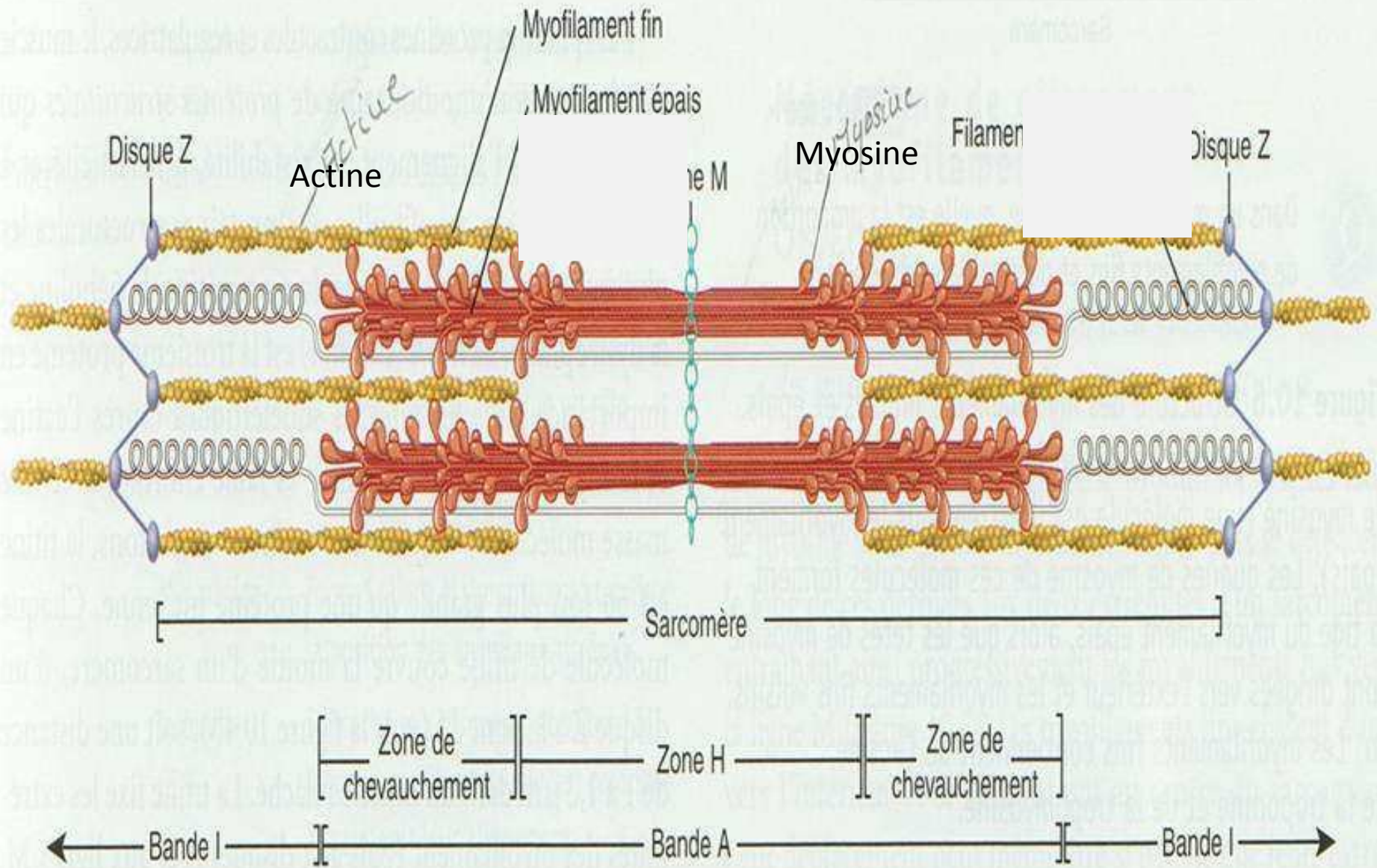
Le système de filaments épais est formé à partir d'une protéine appelée myosine.

Le système de filaments minces est fait de monomères d'actine.

Le système élastique de filaments est composé d'une protéine géante, la titine. Cette protéine est enchâssée sur le myofilament épais, et va jusqu'à la ligne Z.







(b) Myofilaments

Le couple:

Muscles agonistes / muscles antagonistes

La mobilisation d'une articulation nécessite la mise en jeu coordonnée de groupes musculaires que l'on appelle AGONISTES et ANTAGONISTES.

Le muscle AGONISTE est le muscle responsable du mouvement. C'est le muscle moteur

Le muscle ANTAGONISTE est le muscle qui permet de faire le mouvement contraire de cette même articulation. Durant l'action du muscle agoniste le muscle antagoniste est relâché.

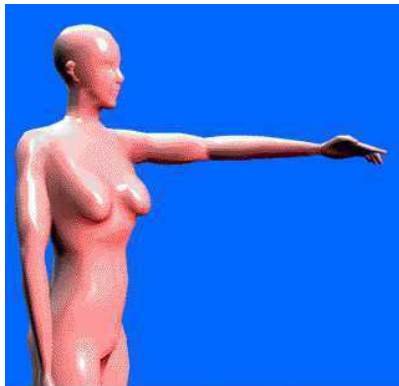
Muscles par mouvements

l'épaule et les membres supérieurs

- Les membres supérieurs
- Épaule
- Bras
- Coude
- L'avant bras
- Le poignet
- La main

Mouvements de l'épaules

Mouvements du bras par rapport à l'omoplate



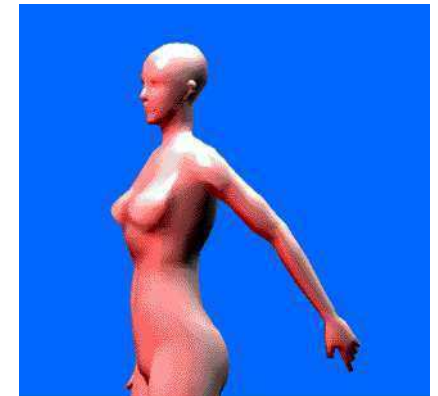
a n t é p u l s i o n

Antéimpulsion

Deltoïde antérieur
Grand pectoral
Coraco-brachial
(biceps brachial et
sous scapulaire)

Réimpulsion

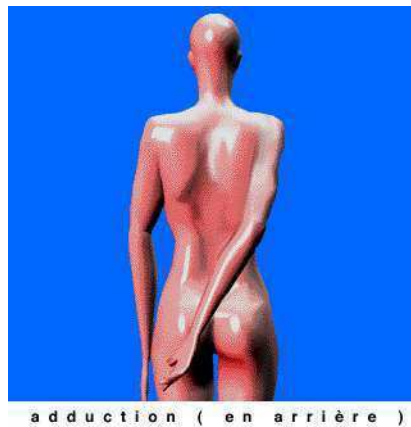
Deltoïde postérieur
Grand dorsal
Grand rond



r é t r o p u l s i o n

Mouvements de l'épaules

Mouvements du bras par rapport à l'omoplate



Adduction

Grand pectoral
Grand rond
Grand dorsal

Abduction

Deltoïde
Sus-épineux
(sous-épineux, long biceps).



Mouvements de l'épaules

Mouvements du bras par rapport à l'omoplate



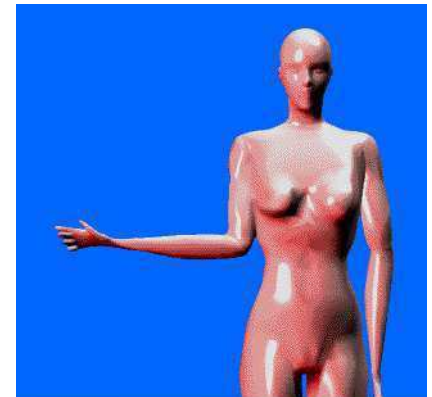
rotation interne

Rotation interne

Grand pectoral
Grand rond
Grand dorsal
Sous scapulaire
Deltoïde antérieur

Rotation externe

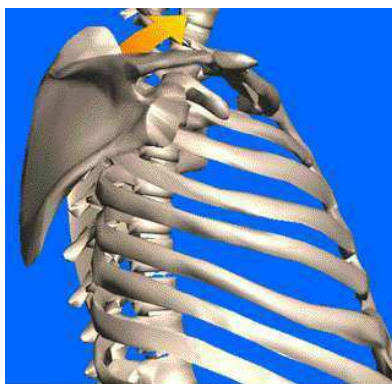
Deltoïde postérieur
Sous-épineux
Petit rond



rotation externe

Mouvements de l'épaules

Actions musculaires sur l'omoplate scapulo-thoracique

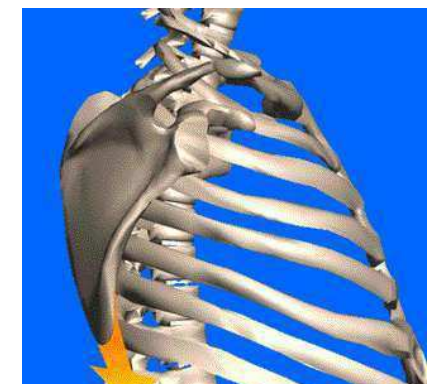


Élévation

Trapèze supérieur
Rhomboïde
Angulaire

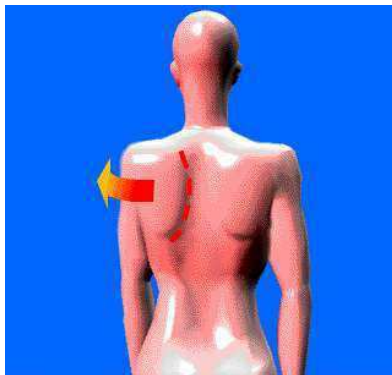
Abaissement

Trapèze inférieur
Grand dentelé

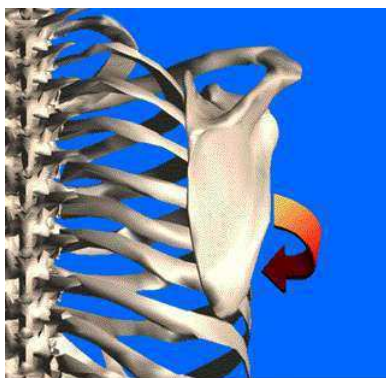


Mouvements de l'épaules

Actions musculaires sur l'omoplate scapulo-thoracique

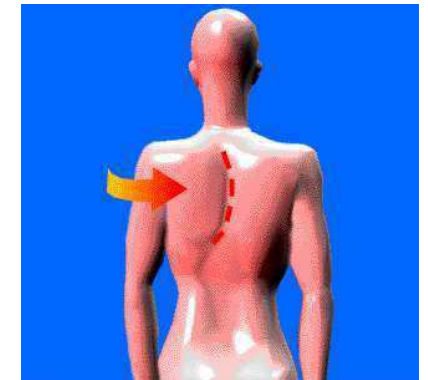


abduction de l'épaule

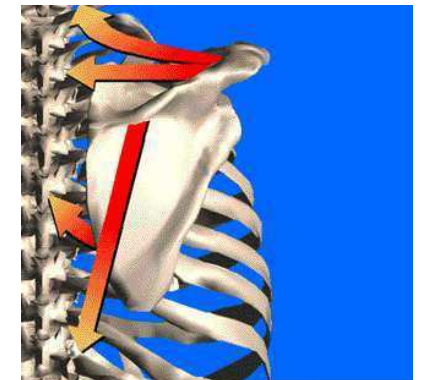


abduction

Abduction	Adduction
Grand dentelé	Trapèze Rhomboïde



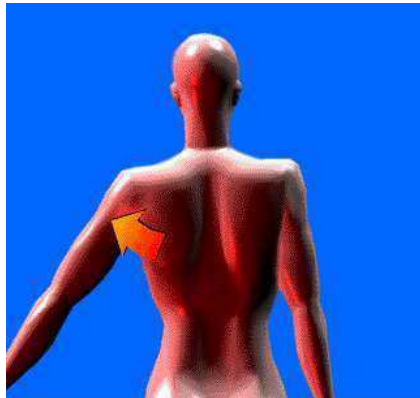
adduction de l'épaule



adduction

Mouvements de l'épaules

Actions musculaires sur l'omoplate scapulo-thoracique



sonnette externe



sonnette externe

Sonnette externe

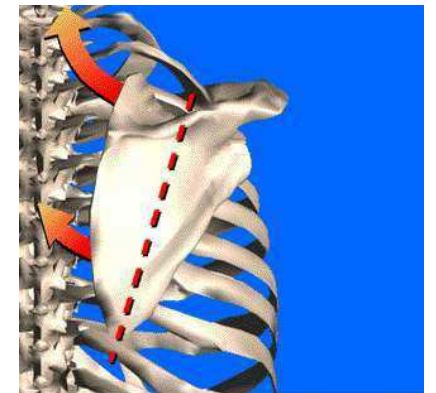
Grand dentelé
Trapèze supérieur
Trapèze inférieur

Sonnette interne

Rhomboïde
Angulaire



sonnette interne



sonnette interne

Muscles par mouvements

Actions musculaires au niveau du coude

Flexion



Biceps brachial
Brachial antérieur
(fléchisseur direct)
Long supinateur
Rond pronateur

Extension

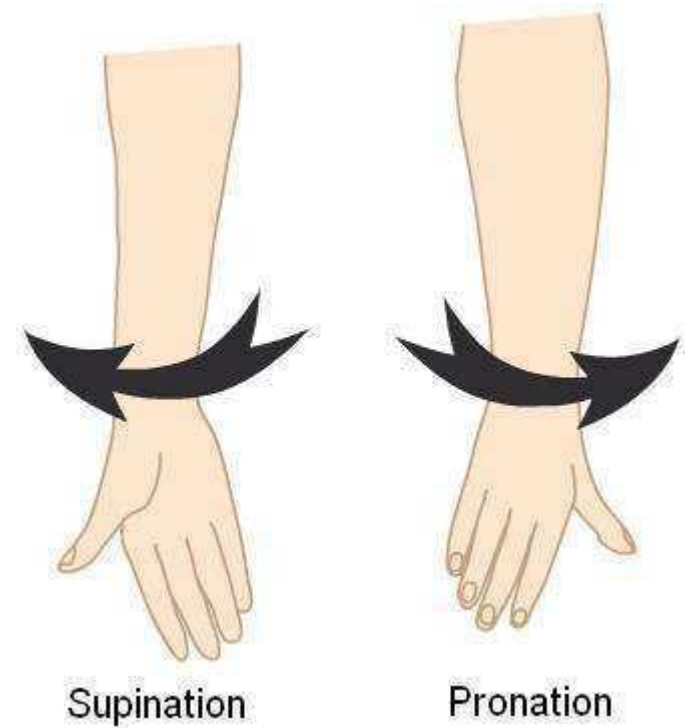


Triceps brachial
Anconé

Muscles par mouvements

Actions musculaires au niveau du coude

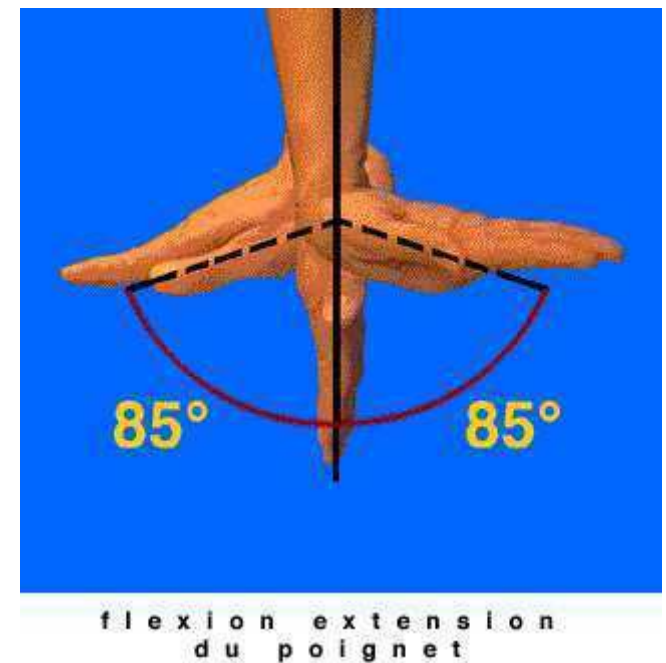
Pronation	Supination
Rond pronateur Carré pronateur	Biceps brachial (puissant) Long supinateur Court supinateur



Muscles par mouvements

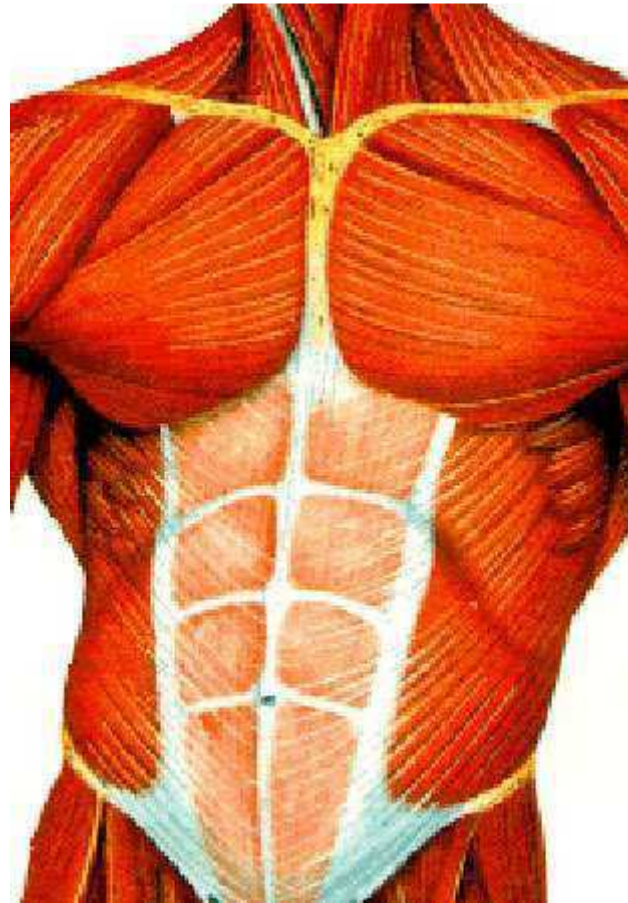
Actions musculaires au niveau du poignet

Flexion	Extension
Cubital antérieur	Le cubital postérieur
Petit palmaire	Le premier radial
Grand palmaire	Le deuxième radial



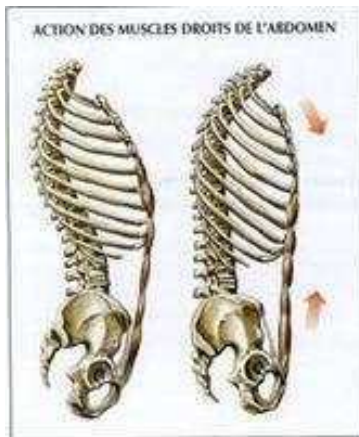
Les muscles par mouvements

les muscles du tronc chaîne antérieure et postérieure



Muscles par mouvements

Actions musculaires au niveau du tronc en flexion et en extension



Flexion

Petit oblique
Grand oblique
Grand droit de l'abdomen

Extension

Ilio-costal
Long dorsal
Transversaire épineux
Inter épineux



Muscles par mouvements

Actions musculaires au niveau du tronc en flexion et en extension



Flexion latérale

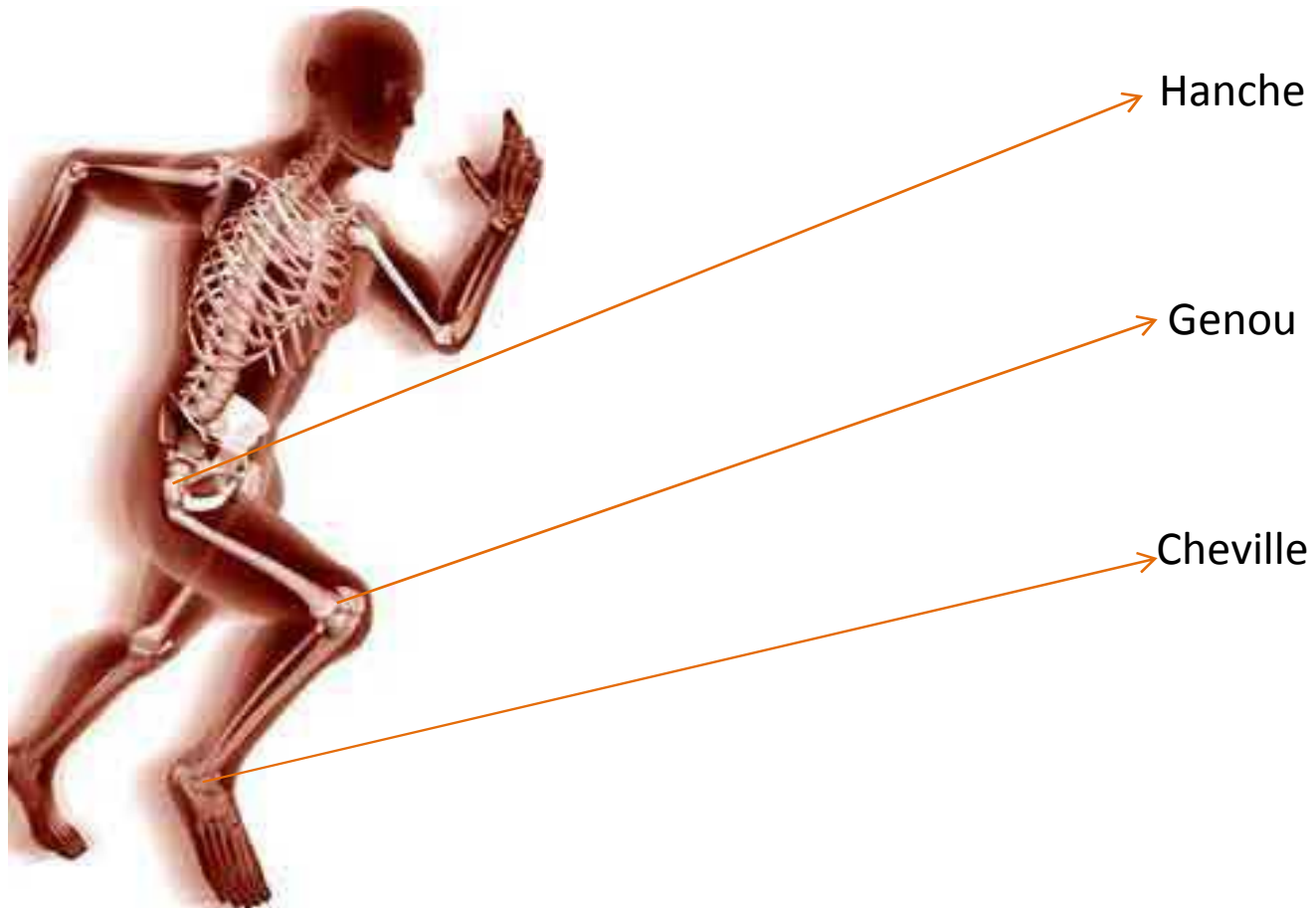
Petit oblique
Grand oblique
Ilio-costale
Carré des lombes

Rotation

Ilio-costal
Grand oblique
Petit oblique



Les muscles par mouvements les membres inférieurs

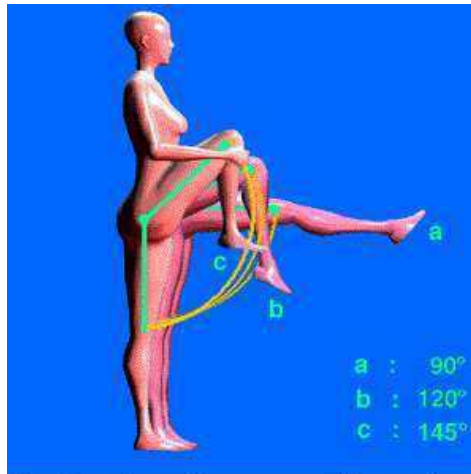


Muscles par mouvements

Actions musculaires sur la hanche

Flexion

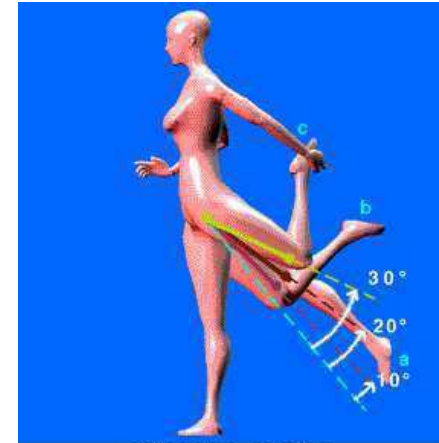
Extension



flexion hanche: - a: actif tendu
b: actif fléchi - c: passif fléchi

Psoas
Iliaque
Droit antérieur
Tenseur du fascia lata
Petit et moyen fessier
(fibres antérieures)
Couturier
Petit et moyen adducteur
Pectiné
Droit interne

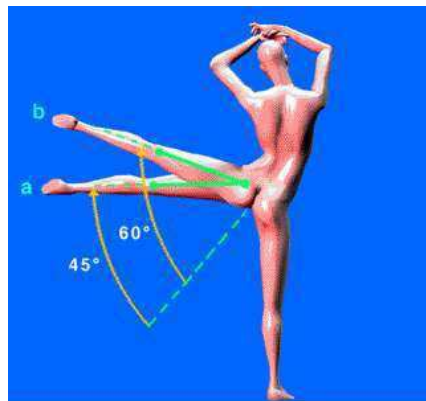
Grand fessier
Long biceps
Demi-membraneux
Demi-tendineux
Moyen fessier
(Fibres postérieurs)
Grand adducteur
(fibres postérieurs)



extension hanche
a: actif tendu - b: actif genou fléchi
c: passif genou fléchi

Muscles par mouvements

Actions musculaires sur la hanche



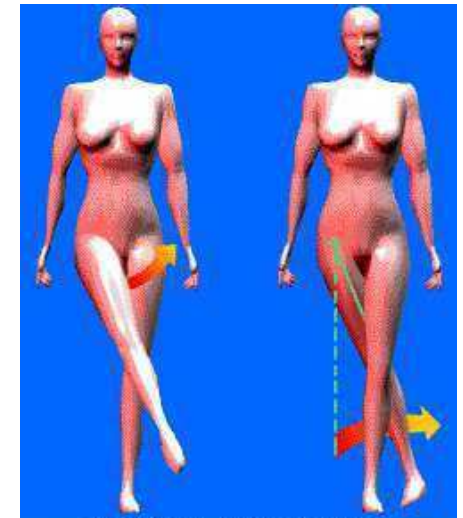
abduction pure de la hanche
a: sujet normal 45°- b: sujet entraîné 60°

Abduction

Moyen fessier
Petit fessier
Deltoïde fessier
Pyramidal
Obturateurs interne et externe
Jumeaux de la hanche (supérieur et inférieur)
Couturier

Adduction

Grand adducteur
Moyen adducteur
Petit adducteur
Pectiné
Droit interne
Psoas
Iliaque
Long biceps
Plan profond du grand fessier

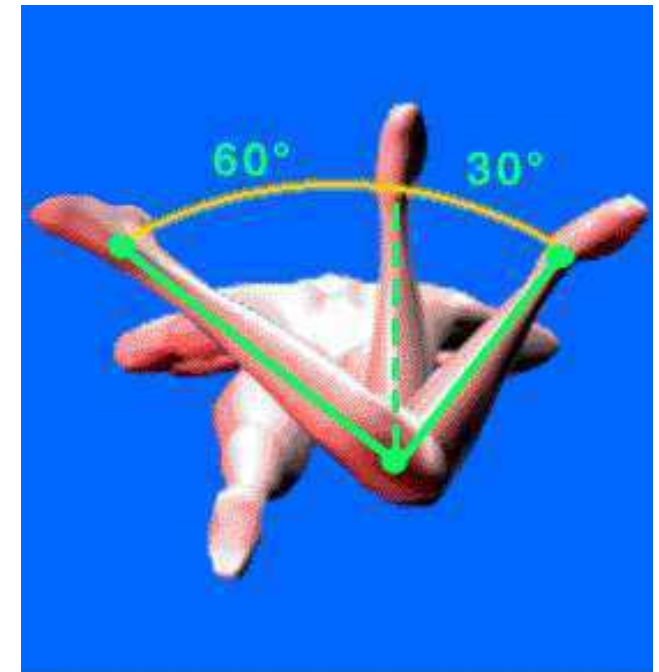


adduction de la hanche
a: avec flexion de hanche
b: avec extension de hanche

Muscles par mouvements

Actions musculaires sur la hanche

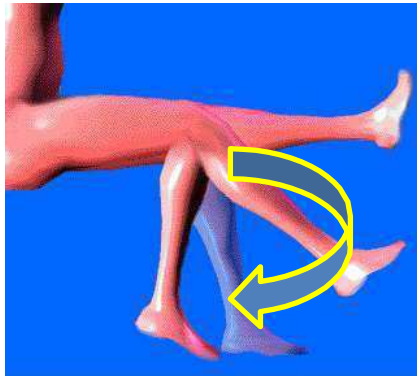
Rotation interne	Rotation externe
Moyen fessier	Pyramidal
Petit fessier	Obturateurs interne et externe
Tenseur du fascia-lata	Jumeaux
	Carré crural
	Grand fessier
	Long biceps
	Adducteurs



rotation de hanche à plat ventre
a: externe 60° - b: externe 30°

Muscles par mouvements

Actions musculaires sur le genou



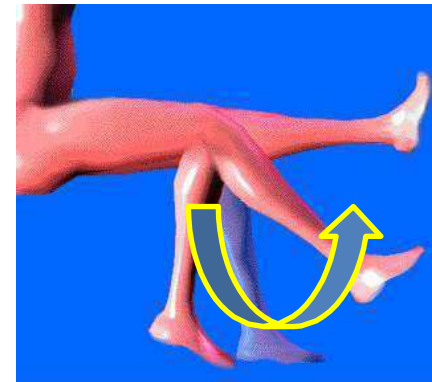
flexion extension du genou

Flexion

Demi-tendineux
Demi-membraneux
Long biceps
Couturier
Droit interne
Jumeau interne et externe

Extension

Quadriceps
(Crural, droit antérieur, vaste interne et externe)

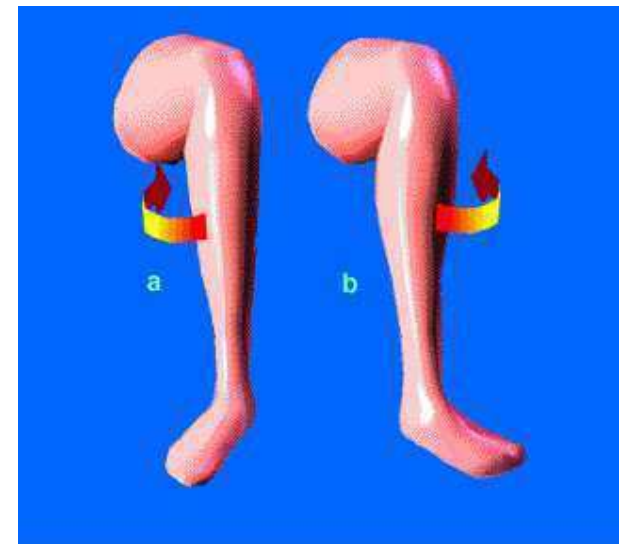


flexion extension du genou

Muscles par mouvements

Actions musculaires sur le genou

Rotation interne	Rotation externe
Couturier	Tenseur du fascia lata
Demi-tendineux	Fibres superficielles du grand fessier
Demi-membraneux	Long et court biceps
Droit interne	
Poplité	

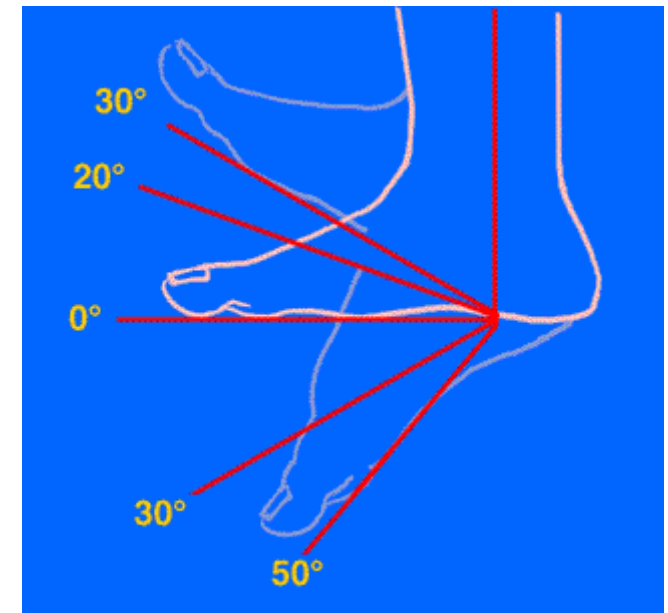


- a : rotation externe
- b : rotation interne

Muscles par mouvements

Actions musculaires sur la cheville





Flexion dorsale	Flexion plantaire
Jambier antérieur	Long péronier latéral
Extenseur propre du 1 ^{er} orteil	Court péronier latéral
Extenseur commun des orteils	Triceps sural
Péronier antérieur	Fléchisseurs propre du 1 ^{er} orteil
	Jambier postérieur
	Fléchisseur commun des orteils





dorsiflexion de la cheville

Muscles de l'épaule



Coiffe des rotateurs

Partie	Muscle	Illustration	Origine	Terminaison	Action
Antérieur	Sous scapulaire		Fosse sous scapulaire	Trochin(humérus)	Rotateur interne Du bras
Postérieur	Sus-épineux		Fosse sus-épineuse	Trochiter	Abduction du bras
	Sous-épineux		Fosse sous-épineuse	Trochiter	Rotation externe Abduction du bras
	Petit rond		Fosse sous-épineuse	Trochiter	Rotation externe du bras

Muscles superficiels de l'épaule


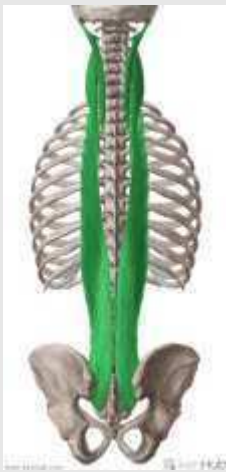
Partie	Muscle	Illustration	Origine	Terminaison	Action
Postérieur	Grand		Bord externe de l'omoplate	Coulisse bicipital	Rétropulsion Adduction Rotation interne Du bras
Postérieur	Deltoïde postérieur		Épine de l'omoplate	Tubérosité deltoïdienne De l'humérus	Abduction et rétropulsion
Latéral	Deltoïde Faisceau latéral		Acromion	Tubérosité deltoïdienne De l'humérus	Abduction
Antérieur	Deltoïde antérieur		Clavicule	Tubérosité deltoïdienne De l'humérus	Abduction et Antépulsion

Muscles du thorax



Partie	Muscle	Illustration	Origine	Terminaison	Action
Superficiel	Grand pectoral		Moitié médiale de la clavicule sur les 6 cartilages costaux du Sternum la 7 ^e côte	Sur la crête externe de la coulisse bicipitale.	Antépulsion Adduction Rotation interne Du bras
Profond	Petit pectoral		Partie distale 3,4,5 côte	Apophyse Coracoïde	Abaissement de l'omoplate Élévation des côtes.(respiration)
	Grand dentelé		Face profonde de l'omoplate (face antérieur)	Face externe des 10 premières côtes	Abduction et sonnette externe de l'omoplate Fixateur de l'omoplate
	Sous clavier		Face inférieure de la clavicule	1 ^e côte	Abaissement de La clavicule





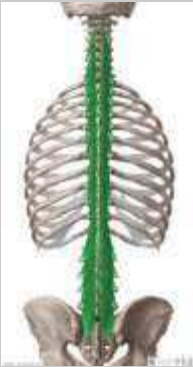
Muscles profonds du dos

Partie	Muscle	Illustration	Origine	Terminaison	Action
Postérieur	Ilio costal		<p>a/Ilio costal des lombes:Face postérieure de la crête iliaque.</p> <p>Partie</p> <p>b/Ilio costal du thorax: 6 dernières côtes</p> <p>c/Ilio costal du cou: 3^e à 6^e côtes.</p>	<p>a/7 dernières côtes.</p> <p>b/6 premières côtes et l'apophyse transverse de C7.</p> <p>c/Apophyses transverses C4 à C6.</p>	Extension de la colonne Vertébrale
	Long dorsal		Apophyse épineuse S1 L5, face Postérieure de la crête Iliaque	3 ^e à 12 ^e côte et apophyse Transverse de T1 à T12	Extension de la colonne Vertébrale



Muscles profonds du dos (suite)

Partie	Muscle	Illustration	Origine	Terminaison	Action
Postérieur	Le petit complexe		Apophyses articulaire T3 à C4. Apophyse transverse T1 à T5	Apophyse Mastoïde.	Extension Flexion latérale et rotation de la colonne cervicale
	Le transversaire du cou		Apophyses transverses T1 à T5	Apophyses transverses C2 à C6	Extension Flexion latérale et rotation de la colonne cervicale




Muscles profonds du dos (suite)

Partie	Muscle	Illustration	Origine	Terminaison	Action
Postérieur	Inter épineux		Apophyses épineuses de la colonne	Apophyses épineuses de la colonne	Extension des vertèbres
	Inter transversaire		Apophyses Transverses de la colonne	Apophyses Transverses de la colonne	Inclinaison Latéral des vertèbres
	Transversaire épineux		Apophyses Transverses de la colonne	Apophyses épineuses de la colonne	Extension des vertèbres Inclinaison Latéral des vertèbres




Muscles superficiel du dos suite

Partie	Muscle	Illustration	Origine	Terminaison	Action
Postérieur	Splénius de la tête		Apophyses épineuses C6 à C7	Apophyse mastoïde	Extension Flexion latérale et rotation de la colonne cervicale
	Splénius du cou		Apophyses épineuses T4 à T6	Apophyses Transverses C1 à C4	Extension Flexion latérale et rotation de la colonne cervicale


Muscles superficiel du dos suite

Partie	Muscle	Illustration	Origine	Terminaison	Action
Postérieur	Rhomboïde partie inférieure		Bord interne de L'omoplate	Apophyses Épineuse C7 à D4	Adduction Sonnette interne de l'omoplate
	Rhomboïde partie supérieure		idem	idem	idem
	L'angulaire de L'omoplate		Angle supérieur De L'omoplate	Apophyses Transverses C1 à C4	Élève L'omoplate Sonnette interne


Muscles antérieurs et latéraux du cou

Partie	Muscle	Illustration	Origine	Terminaison	Action
Antérieur et Latéral	Scalène Antérieur		Apophyses Transverses C3 à C7	Première côte	Flexion latérale de la colonne cervicale et élévation de la première côte
	Scalène Moyen		Apophyses Transverses C2 à C7	Première côte	Flexion latérale de la colonne cervicale et élévation de la première côte
	Scalène Postérieur		Apophyses Transverses C4 à C6	Deuxième côte	Élévation de la 2 ^e côte

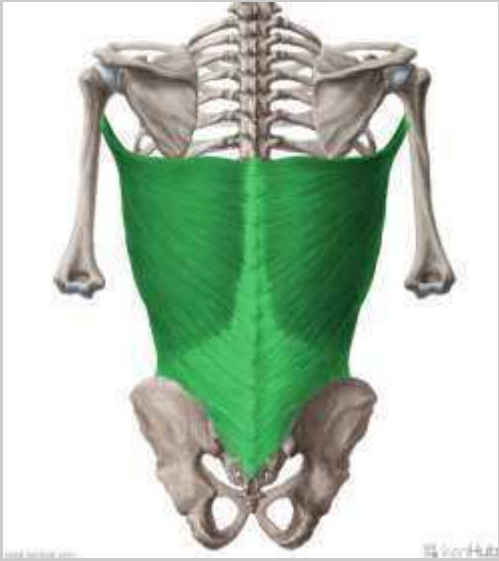
Muscles antérieurs et latéraux du cou

Partie	Muscle	Illustration	Origine	Terminaison	Action
Antérieur et Latéral	Sterno-cleïdo- occipito- mastoiïdien		Tiers central de la clavicule et du sternum	Apophyse mastoiïdienne	Flexion, flexion latérale te rotation de la colonne cervicale



Muscles superficiel du dos

Partie	Muscle	Illustration	Origine	Terminaison	Action
Postérieur	Trapeze partie Supérieur		Protubérance de l'os occipital. Apophyses épineuses C1 à T10	Bord Postérieur de La clavicule	Élévation et sonnette interne de l'omoplate
	Partie Moyenne			Épine de L'omoplate	Adduction de l'omoplate
	Partie Inférieur			Partie interne de l'omoplate	Abaissement et Sonnette externe de l'omoplate


Muscles superficiel du dos suite

Partie	Muscle	Illustration	Origine	Terminaison	Action
Postérieur	Grand dorsal		Crête iliaque, crête sacrée, apophyses épineuses D7 à L5, face postérieurs des 4 Dernières côtes	La coulisse bicipitale	Rotation interne, adduction et rétropulsion du bras



Muscles du bras

Partie	Muscle	Illustration	Origine	Terminaison	Action
Antérieur	Coraco-brachial		apophyse coracoïde	Face externe de l'humérus	Antépulsion et adduction du bras
	Biceps brachial		Courte portion Apophyse coracoïde	Tubérosité bicipitale	Flexion et supination du coude
			Longue portion Tubercule Supra glénoïdal de L'omoplate	Tubérosité bicipitale	Flexion et supination du coude




Muscles du bras suite

Partie	Muscle	Illustration	Origine	Terminaison	Action
Antérieur	Brachial antérieur		Tiers distal de La face antérieure de l'humérus	Apophyse coronoïde du Cubitus	Flexion du coude
	Long Supinateur		Tiers inférieur du bord externe de l'humérus	Apophyse styloïde	Flexion du coude Supination de l'avant bras




Muscles du bras suite

Partie	Muscle	Illustration	Origine	Terminaison	Action
Postérieur	Triceps brachial		<p>Longue portion: partie inférieure de la glène de l'omoplate.</p> <p>Le vaste externe: sur la face postérieure de l'humérus</p> <p>Le vaste interne: de la face postérieure de l'humérus</p>	Face supérieur de l'olécrane (cubitus)	Extension du coude (longue portion adduction et rétropulsion du bras).
	Anconé		Face postérieur de l'épicondyle (en dehors de l'humérus).	Face postérieur du cubitus	Extenseur du coude



Muscles de l'avant bras extenseurs du poignet

Partie	Muscle	Illustration	Origine	Terminaison	Action
Postérieur	Cubital postérieur		Épicondyle	Base du 5 ^e métacarpien	Extension du poignet et inclinaison cubital
	Premier radial		Bord externe de l'humérus (partie inférieure)	Second métacarpien	Extension du poignet, inclinaison et adduction radiale
	Deuxième radial		Épicondyle	3 ^e métacarpien	Extension du poignet


Muscles de l'avant bras fléchisseurs du poignet

Partie	Muscle	Illustration	Origine	Terminaison	Action
Antérieure	Cubital antérieur		Épitrachée, olécrane, bord postérieur du cubitus	Os pisiforme	Flexion du poignet
	Petit palmaire		Épitrachée	Ligament annulaire antérieur du carpe	Flexion du poignet et inclinaison cubitale
	Grand palmaire		Épitrachée	2 ^e métacarpien	Flexion du poignet

Muscles de l'avant bras pronateur


Partie	Muscle	Illustration	Origine	Terminaison	Action
Antérieur	Rond pronateur		Épitrachée	Face externe du radius	Pronation de l'avant bras
	Carré pronateur		Face antérieure du cubitus (situation quart inférieur)	Face antérieure du radius (situation quart inférieur)	Pronation direct

Muscle de l'avant bras supinateur

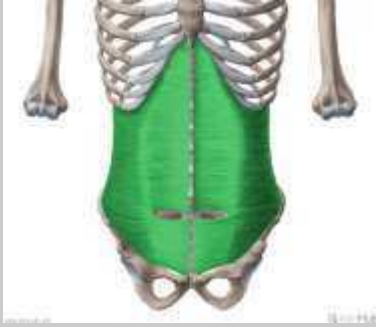


Partie	Muscle	Illustration	Origine	Terminaison	Action
Antérieure	Court supinateur		Épitrôchlée	Face externe du radius	Supinateur de l'avant bras

* Long supinateur vue ci-dessus




Muscle de l'abdomen

Partie	Muscle	Illustration	Origine	Terminaison	Action
Antérieure	Grand droit De l'abdomen		les côtes 5-6-et 7 de l'appendice xiphoïde du sternum	le pubis	Fléchisseur direct du tronc. Rapproche le sternum du pubis et entraîne le bassin en rétroversion



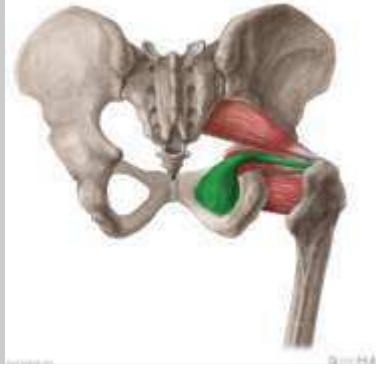
Muscle de l'abdomen

Partie	Muscle	Illustration	Origine	Terminaison	Action
Latérale	Transverse		Sur la face profonde des 7 dernières côtes, sur les 5 vertèbres lombaires, sur la crête iliaque, sur l'arcade fémorale.	Aponévrose antérieure qui rejoint celle du transverse opposé au niveau de la ligne blanche de l'abdomen.	Réduit le diamètre abdominale. (rentre le ventre)
	Grand oblique		Sur les 7 dernières Côtes. Sur la crête iliaque. L'arcade crurale.	Les deux aponévroses se rejoignent en avant au niveau de la ligne blanche .	S'il agit des deux côtés à la fois : Fléchisseurs avant du tronc. Rotation du tronc et flexion latérale.
	Petit oblique		Arcade fémorale Crête iliaque Aponévrose lombaire	4 dernières côtes Cartilages costaux, Le sternum, en bas du pubis, en avant de la ligne blanche	S'il agit des deux côtés à la fois : Fléchisseurs avant du tronc. Rotation du tronc et flexion latérale.



Muscle du bassin

Partie	Muscle	Illustration	Origine	Terminaison	Action
Antérieure	Carré des lombes		La 12 ^e côte et la 5 ^e vertèbre lombaire	Crête iliaque	Inclinaison latérale du tronc. Muscle expirateur
	Psoas		côté des vertèbres D.12 à L. 5	petit trochanter	Flexion de la hanche. Action lordosante
	Ilaque		Bord antérieur de l'os iliaque.	Petit trochanter	Flexion de la hanche. Antéversion du bassin.




Muscles de profonds la hanche (pelvi-trchantériens)

Partie	Muscle	Illustration	Origine	Terminaison	Action
Postérieure	pyramidal		Face antérieur du sacrum	Grand trochanter	Rotation externe du fémur. Rétroversion du bassin
	Carré crural		Face externe de l'ischion	Face postérieure du grand trochanter	Rotation externe du fémur. Rétroversion du bassin
	Obturateur Interne		Face interne de l'iliaque	En avant sur le grand trochanter	Rotation externe du fémur. Rétroversion du bassin


Muscles de profonds la hanche (pelvi-trchantériens)

Partie	Muscle	Illustration	Origine	Terminaison	Action
Postérieure	Jumeau de la hanche Supérieur		Échancrure sciatique	Grand trochanter	Rotation externe du fémur. Rétroversion du bassin
	Jumeau de la hanche Inférieur		Échancrure sciatique	Grand trochanter	Rotation externe du fémur. Rétroversion du bassin
Antérieure	Obturateur externe		Face externe De l'iliaque	Grand trochanter	Rotation externe, flexion et adduction du fémur.

Muscles de la hanche

Partie	Muscle	Illustration	Origine	Terminaison	Action
Postérieure	Grand fessier		Face postérieure du sacrum et du coccyx et sur la fosse iliaque externe	Crête externe de la ligne âpre du fémur	Extension de la hanche. Rétroversion du bassin. Rotation externe.
Latérale	Moyen fessier		Partie moyenne de la fosse iliaque	Face externe du grand trochanter.	Abduction de la hanche.
	Petit fessier		Fosse iliaque externe	Face antérieur du grand trochanter	Abduction de la hanche. Antéversion du bassin. Rotation interne du fémur.



Muscles de la hanche

Partie	Muscle	Illustration	Origine	Terminaison	Action
Latérale	Tenseur du fascia-lata		Épine antéro-supérieure de l'iliaque	Tubercule de gerdy. (en dessous du plateau tibial).	Flexion, abduction et rotation interne de la hanche .

Muscles antérieur de la cuisse

Partie	Muscle	Illustration	Origine	Terminaison	Action
Antérieure	Couturier		Épine antéro-supérieure de l'iliaque	La patte d'oie. (sous le plateau tibiale Partie interne)	Flexion, abduction et rotation interne de la hanche . Flexion et rotation interne du tibia.
	Droit antérieur		Épine antéro-inférieure de l'iliaque	Tendon rotulien. (Tubérosité antérieur du tibia)	Extension du genou.



Muscles antérieur de la cuisse

Partie	Muscle	Illustration	Origine	Terminaison	Action
Antérieure	Crural		2/3 proximaux de la face antérieure du fémur	Tendon rotulien. (Tubérosité antérieure du tibia)	Extension du genou.
	Vaste interne Vaste externe	 V.I V.E	V.I À l'arrière du fémur sur la lèvre externe la ligne âpre. V.E À l'arrière du fémur sur la lèvre externe la ligne âpre.	Tendon rotulien. (Tubérosité antérieure du tibia)	V.I Extension du genou. Rotation interne du genou. V.E Extension du genou. Rotation interne du genou.


Muscles internes de la cuisse

Partie	Muscle	Illustration	Origine	Terminaison	Action
interne	Droit interne		Pubis	Patte d'oie	Adduction, rotation interne de la hanche. Flexion du genou, rotation interne de la jambe.
	Grand Adducteur		Pubis et tubérosité ischiatique	Ligne âpre	Adduction, rotation interne de la hanche.



Muscles internes de la cuisse

Partie	Muscle	Illustration	Origine	Terminaison	Action
interne	Moyen adducteur		Pubis	1/3 central de la ligne âpre	Adduction, rotation interne de la hanche.
	Petit adducteur		Pubis	1/3 central de la ligne âpre	Adduction, rotation interne de la hanche.



Muscles internes de la cuisse

Partie	Muscle	Illustration	Origine	Terminaison	Action
interne	Pectiné		Face supérieur du pubis	Ligne pectiné du fémur. (Au dessus de la ligne âpre).	Adduction, rotation interne de la hanche.



Muscles postérieurs de la cuisse

Partie	Muscle	Illustration	Origine	Terminaison	Action
Postérieur	Demi membraneux		Tubérosité ischiatique	Partie interne du plateau tibial	Extension, adduction, rotation interne de la hanche. Flexion du genou, rotation interne de la jambe
	Demi tendineux		Tubérosité ischiatique	Patte d'oie	Extension, adduction, rotation interne de la hanche. Flexion du genou, rotation interne de la jambe


Muscles postérieurs de la cuisse

Partie	Muscle	Illustration	Origine	Terminaison	Action
Postérieur	Long biceps fémoral		Tubérosité ischiatique (ischio)	Tête du péroné	Extension, adduction, rotation externe de la hanche. Flexion du genou
	Court biceps fémoral		Ligne âpre	Tête du péroné	Flexion du genou, rotation interne de la jambe.

Muscles postérieurs de la jambe

Partie	Muscle	Illustration	Origine	Terminaison	Action
Postérieur	Poplité		Condyle externe du fémur	Face postérieure du tibia	Flexion du genou, rotation interne du tibia.
	Jumeaux		Au-dessus des condyles du fémur.	Calcanéum	Flexion plantaire


Muscles postérieurs de la jambe

Partie	Muscle	Illustration	Origine	Terminaison	Action
Postérieur	Soléaire		À l'arrière du tibia et du péroné	calcanéum	Flexion plantaire
	Jambier postérieur		Face postérieure du tibia	Bord interne du scaphoïde (os naviculaire)	Flexion plantaire et inversion du pied, adduction du pied

Muscle externe de la jambe

Partie	Muscle	Illustration	Origine	Terminaison	Action
Externe	Court péronier Latéral		Partie inférieure du péroné.	Base du 5 ^e métatarsien	Relève le bord externe du pied. (pronateur).

Muscle antérieurs de la jambe

Partie	Muscle	Illustration	Origine	Terminaison	Action
Antérieur	Jambier antérieur		Face externe du tibia	1 ^{er} cunéiforme, 1 ^{er} métatarsien.	Flexion dorsal du pied.
	Péronier antérieur		Face interne du péroné	5 ^e métatarsien	Flexion dorsal du pied



Physiologie de base

Chapitre 3 : Système respiratoire

Le sang se charge en oxygène au niveau des poumons, le transporte à toutes les cellules du corps. Il se charge en gaz carbonique qu'il va rejeter au niveau pulmonaire. Cette étape circulatoire vitale amène à l'étude de la 2^{ème} grande fonction : la fonction respiratoire.

Rendue possible par l'existence de l'appareil respiratoire pulmonaire, elle permet le transport de l'air jusqu'aux alvéoles pulmonaires où se déroulent les véritables échanges gazeux.

I - Anatomie de l'appareil ventilatoire

1.1 - constitution

= cage thoracique + voies aériennes + diaphragme + 2 poumons

□ Cage thoracique

- Enceinte délimitée par des structures osseuses. Elle est creuse et fermée en bas par le diaphragme
- Elle est déformable et élastique : peut être comprimée et gonflée
- Elle renferme : poumons + cœur...A l'intérieur : d'une plèvre (double feuillets) tapisse les côtes et entoure les poumons. Ces 2 feuillets peuvent glisser l'un sur l'autre : ils solidarisent les poumons et la cage thoracique => déformation de l'un => déformation de l'autre.

➤ Voies aériennes = VA

Rôles : Filtrent, épurent et réchauffent l'air avant son entrée dans les poumons.

Reflexes défensifs (= Eternuement, toux, apnée)

- **VA supérieures (qui ne sont pas comprises dans la cage thoracique) =**
 - **Nez** = fosses nasales : elles réchauffent et humectent l'air =siège de l'odorat. Elles renferment des glandes sécrétant un mucus qui agglomère les poussières
 - **Bouche**
 - **Pharynx** (derrière la bouche et le nez, il communique avec) = carrefour des voies digestives et respiratoires
 - **Larynx** (en avant du pharynx), il forme la « saillie de la pomme d'Adam ». Il a la forme d'une boîte constituée de cartilages, très mobile, il participe à la déglutition (il est obstrué par la glotte pendant la déglutition). Il contient les cordes vocales = organe de la phonation.

○ **VA inférieures =**

- **Trachée** : elle prolonge le larynx, formée d'anneaux cartilagineux incomplets fermés en arrière par une membrane contre l'œsophage. Ces anneaux permettent de la maintenir béante. Elle a des cils versatiles ainsi englués dans un mucus, permettant de retenir les poussières de l'air inspiré et de les repousser vers le larynx. La trachée se divise en 2 bronches souches : 1 droite et 1 gauche
- **Système bronchique** : les 2 bronches souches sont extra pulmonaires, elles pénètrent dans les poumons au niveau du hile (=petite dépression d'un organe par où sortent et entrent les vaisseaux, les nerfs et des canaux). Elles ont la même structure que la trachée mais ses anneaux de cartilage sont complets.
Système trachéo bronchique = 23 subdivisions

○ **Les VA ont 2 propriétés : elles sont très irriguées, très contractiles**



○ Situés dans la cage thoracique, ils reposent en bas sur le diaphragme et leur sommet dépasse légèrement la 1^{ère} cote.

○ Le poumon droit est plus volumineux et présente 3 lobes tandis que le poumon gauche n'en a que 2 et est marqué par l'empreinte cardiaque. Chaque poumon est recouvert d'un sac à double paroi : la plèvre. Elle est formée de 2 feuillets : l'interne adhère aux poumons, l'externe à la cage thoracique et au diaphragme. L'espace entre les 2 délimite une cavité virtuelle, vide d'air mais contenant un peu de liquide dit pleural, facilitant les glissements. La plèvre permet de solidariser les poumons à la cage thoracique et joue un rôle important dans la mécanique respiratoire.

○ Élément unitaire = alvéole = niveau terminal de l'arborescence trachéo bronchique (= 300 à 400 millions)

1 alvéole = 1,3 mm² => surface d'échange = 85 m²

○ Le réseau capillaire des poumons est le plus dense de l'organisme

- Surfactant pulmonaire = substance qui permet l'élasticité pulmonaire, le déploiement des alvéoles et évite le dessèchement.

1.2 - La circulation au niveau pulmonaire

L'artère pulmonaire pénètre avec la bronche dans le hile. Elle se ramifie en suivant les subdivisions de l'arbre bronchique jusqu'à donner de fins capillaires qui pénètrent dans les minces cloisons alvéolaires.

Puis de courtes racines veineuses ramènent le sang hématosé aux circuits veineux, qui après avoir suivi les ramifications artérielles et bronchiques vont constituer les 2 veines pulmonaires qui sortent des poumons.

= C'est la petite circulation

Les poumons reçoivent les vaisseaux nourriciers : les artères provenant de l'aorte et veines bronchiques.

II - Le cycle ventilatoire

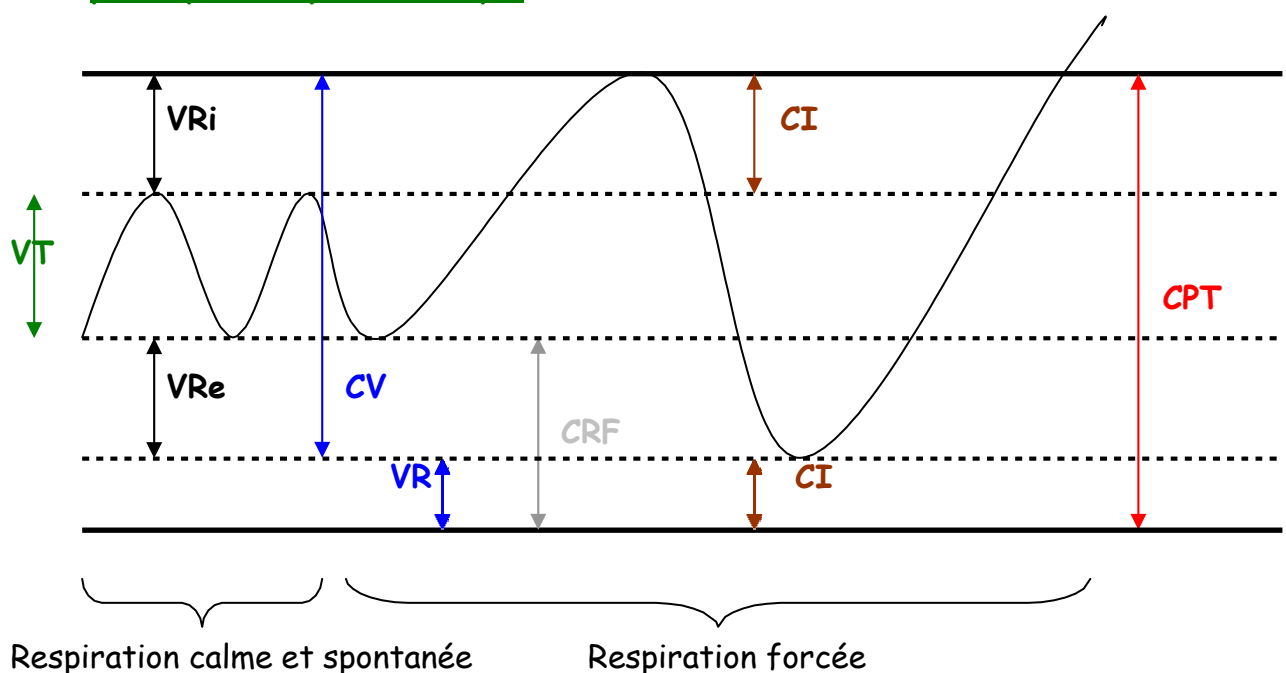
Un cycle ventilatoire = 2 phases

1 = inspiration = l'air entre dans les poumons = dilatation de la cavité thoracique, contraction et donc abaissement du diaphragme

2 = expiration = l'air sort des poumons, retrait de la cage thoracique et relâchement du diaphragme

Spirométrie = technique qui permet d'étudier les volumes d'air mobilisé

- Paramètre de ventilation pulmonaire statique (qui ne prend pas compte du temps)



VT = Volume courant = 0,5 l en respiration calme spontanée

VRi = Volume de Réserve Inspiratoire = 2,5 à 3,5 l = Volume d'air qui entre dans les poumons au cours d'une inspiration forcée après une inspiration normale.

VRe = Volume de Réserve Expiratoire = 1,5 l = Volume d'air que l'on peut chasser des poumons au cours d'une expiration forcée après une expiration normale.

VR = Volume Résiduel = 1,3 l (il augmente selon l'âge) = C'est le volume d'air restant dans les poumons après une expiration forcée

CV = Capacité Vitale = 5 à 7 l selon taille et âge = $VRi + VT + VRe$ = c'est le volume d'air brassé au cours d'un cycle respiratoire maximum

CRF = Capacité Résiduelle Fonctionnelle = 2,5 L = $VRe + VR$ = C'est le volume d'air restant dans les poumons après une expiration normale

CI = Capacité Inspiratoire = 3 à 4 L = $VR + VRi$

CPT = Capacité Pulmonaire Totale = 5 à 6 L = $CV + VR$ = C'est le volume d'air dans les poumons après une inspiration forcée

Ce schéma montre bien que les poumons ne sont jamais complètement vides et VR se renouvelle au cours de plusieurs cycles.

Si on augmente les dépenses énergétiques \Rightarrow VT augmente et on pioche alors dans les volumes de réserve.

La ventilation augmente linéairement avec VO_2 jusqu'à 50 %

- Paramètre de ventilation pulmonaire dynamique

➤ Débit ventilatoire

$V^*e = V^*T \times N$ avec N = nb de cycles par minute (au repos = 10 à 15, à l'exo = 40 à 60 cycles / min)

$V^*T = 0,5$ L (jusqu'à 4L)

$\Rightarrow 6$ à $7,5$ l/min $\ll V^*e \ll 100$ à 120 l/min

□ Volume Expiratoire Maximale Seconde = VEMS

Il est normal si $VEMS / CV > 0,75$

□ Ventilation Maximale / Minute = VMM

= de 120 à 400 L = 70 % VMM à l'effort. Elle a un rôle prédictif pour savoir si un sportif ou un individu est endurant ou non.

III - La mécanique ventilatoire

- **Rythme respiratoire** : fréquence respiratoire

Chez l'adulte au repos = 16 à 18 cycles respiratoires par minute.

Chez nouveau né = 40 à 50

15 à 20 ans = 20

- **Respiration eupnéique** (eupnée) = circulation de l'air dans les poumons de façon calme et spontanée

- **Tachypnée ou Polypnée** = augmentation de la fréquence ventilatoire au dessus de la normale = 12 à 15 cycles / min

≠ **Bradypnée** = Baisse de la fréquence ventilatoire en dessous de la normale

- **Hyperventilation** = augmentation du débit ventilatoire par augmentation de N et/ou de VT. Donc, l'hyperventilation peut correspondre ou non à la tachypnée.

= ventilation alvéolaire ➤ aux besoins =/= hypoventilation

- **Dispnée** = gêne respiratoire = ventilation irrégulière et peu profonde

Orthopnée : dyspnée très accentuée : quand on arrive à ventiler qu'assis ou debout mais pas couché.

- **Apnée** = non respiration qui peut être réflexe ou volontaire

L'apnée d'effort : lors d'efforts de soulever très importants (haltérophilie), on note un blocage respiratoire momentané associé à une violente contraction abdominale.

Que se passe-t-il ?

Ces efforts de soulever réclament des contractions musculaires brèves et puissantes. Il y a d'abord une inspiration profonde suivie d'une fermeture de la glotte et d'une contraction des muscles abdominaux. La pression abdomino-thoracique interne augmente considérablement. L'ensemble thorax abdomen forme une cavité close et rigide, car l'air ne peut être expulsé. Les muscles des bras et du dos peuvent alors avoir une insertion fixe qui s'appuie sur un bloc très rigide. Ainsi, ils permettent des efforts intenses développant une plus grande puissance.

D'autre part, les compressions au niveau

D12-L1 diminuent de 50%

L5-S1 diminuent

} Grâce à l'hyperpression
de 30%

thoraco-abdominale => de Tension des spinaux baisse de 50%

diminutions efforts sur

le rachis

Mais ces efforts doivent être et ne peuvent être que brefs. En effet, il y a des perturbations circulatoires importantes : hyperpression dans le système veineux céphalique et diminution du retour veineux au cœur. C'est pourquoi, lors du

relâchement qui suit l'effort, le sang s'engouffre dans la cavité auriculaire, réalisant « un coup de bélier ».

Il faut aussi une intégrité des muscles de la sangle abdominale : possibilité de faire une hernie lors du soulèvement de la charge.

Ce phénomène d'effort intervient aussi dans la miction (uriner), la défécation, le vomissement et l'accouchement.

- Les muscles ventilatoires

Pour faire varier Volume des poumons, il faut générer une variation de pression

Inspiration = Phénomène actif

Expiration = Phénomène passif (= relâchement des muscles inspiratoires)

□ Muscles inspiratoires

- Diaphragme : en forme de coupole, il ferme la cage thoracique vers le bas et sépare tout ce qu'elle contient des viscères abdominaux. Il permet d'écartier les côtes.
- Muscles élévateurs de côtes : Scalène, petit dentelé postérieur et supérieur, costaux, intercostaux externes.
- Pour une inspiration forcée : grand et petit pectoral, grand dorsal, grand dentelé et sterno-cléido-mastoïdien.

□ Muscles expiratoires

- Pour une ventilation calme et spontanée, pas de muscle expiratoire : seul le relâchement du diaphragme et des muscles intercostaux externes permettent l'expiration.
- Pour une expiration forcée : muscles abdominaux + muscles intercostaux internes + petit dentelé postérieur et inférieur, triangulaire du sternum et carré des lombes

➤ 3 types de ventilation : Ventilation thoracique, costale et abdominale

Le mieux est d'associer les 2 pour être capable de modifier le volume dans les 3 plans : Horizontal, vertical et en profondeur

- Le cycle Inspiration / Expiration

1 = Situation de départ = fin d'une expiration calme = il reste 2,5 L dans les poumons

2 = INSPIRATION = phénomène actif qui résulte de la différence entre la pression extérieure (atmosphérique) et la pression interne (intra pulmonaire). La baisse de pression intra pulmonaire est le résultat de l'augmentation de volume de la cage thoracique sous l'action des muscles inspireurs : contraction (abaissement) => augmentation volume cage et poumons => baisse pression => Entrée d'air dans les poumons (env 0,5 L) jusqu'à égalisation des pressions

3 = EXPIRATION = phénomène passif Diaphragme se relâche => baisse volume cage thoracique => pression augmente => sortie de l'air = expiration calme.

L'expiration peut être forcée

IV - Les échanges gazeux

Double débit : VO_2 entrant et VCO_2 sortant

L'oxygène issu de l'air inspiré passe dans le sang veineux au niveau des poumons. Le sang veineux se débarrasse de son CO_2 .

	O_2 %	CO_2 %	N_2 %
Air inspiré	20,93	0,03	79,04
Air expiré	16	4,3	79,07
Différence	- 4,93	+ 4,27	+ 0,66
100 ml sang veineux	15	53	1
100 ml sang artériel	20	49	1
Différence	+ 5	- 4	0

Même variation dans l'air inspiré et expiré que dans le sang veineux et artériel
Ce sont les organes qui consomment l' O_2 et fabrique le CO_2 et non les poumons

ATTENTION : on ne tient pas compte de l' H_2O comprise dans l'air ambient = utilisation de gaz déshydraté

Tout volume entrant ne parvient pas aux alvéoles => Il existe au niveau des voies aériennes :

- Un espace mort anatomique (EMA) = zone dans laquelle se trouve de l'air ne participant pas aux échanges
- Un espace mort physiologique (EMP) = EMA + lieu de mauvaise perfusion

Toute fin d'expiration = gaz alvéolaire ayant subi des échanges
C'est l'air contenu dans EMA qui sort en premier

Le transfert de ces gaz entre les alvéoles pulmonaires et les capillaires sanguins (échanges alvéolo-capillaire) s'appelle l'hématose. La qualité de cet échange peut être améliorée par l'entraînement.

De plus, Température basse → augmentation de l'affinité de Hb pour l' O_2 → on chasse le CO_2 (effet Haldane)

Le passage de l'oxygène du sang vers les cellules ou du gaz carbonique des cellules vers le sang se fait selon un mécanisme semblable à l'hématose

□ Fonctionnement in vivo

= Echange entre sang et tissus qui travaillent. Ils sont favorisés par :

- Augmentation de la température (réaction métabolique => chaleur)
- Augmentation de la pression en CO_2 (déchets aérobie)
- Baisse du pH (produit du métabolisme anaérobie)

L'oxygène va servir à brûler les aliments qui sont dans le sang, à leur faire subir à nouveau des transformations et libérer l'énergie indispensable à la vie cellulaire. Dans le cas de la cellule musculaire, l'oxygène va servir, entre autre, à la transformation des sucres dans la contraction musculaire aérobie.

L'oxygène est utilisé également pour resynthétiser le glycogène, à partir de l'acide lactique produit pendant une contraction musculaire anaérobie.

V - Transport des gaz par le sang

5.1 - « Transporteur »

Les globules rouges (ou érythrocytes) ont pour fonction essentielle le transport de l' O_2 et du CO_2 entre les poumons et les tissus. Ce transport est assuré par l'hémoglobine (Hb) et l'anhydrase carbonique.

- Transport de l' O_2 par le sang

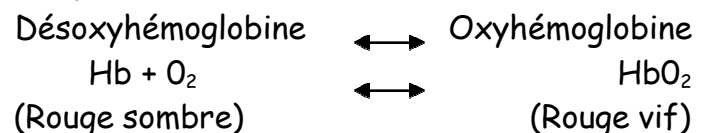
	Sang Artériel	Sang Veineux
Pression O_2 (mmHg)	100	40
Contenu O_2 en ml/100 ml de sang	21	14

□ Transport sous forme dissoute dans le plasma

Elle correspond à 1,5 % de l' O_2 total du sang artériel.

➤ Transport sous forme combinée

- 15 g de Hb fixe 20 ml d' O_2
- La combinaison avec l' O_2 est réversible, on aura :



- 1 globule rouge = 280 millions de molécules d'Hb, donc nombre de molécules d' O_2 / GR > 1 milliard

- Pouvoir oxyphorique = capacité à fixer de l' O_2 = volume max d' O_2 qu'un Hb peut fixer = 1,39 ml d' O_2

- HbCO = carboxyhémoglobine = fixation irréversible car Hb a beaucoup d'affinité pour CO
- Saturation de Hb / O₂ = 97 % artériel
= 70 % veineux

- Transport du CO₂ par le sang

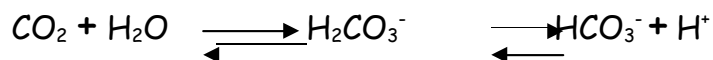
	Sang Artériel	Sang Veineux
Pression CO ₂ (mmHg)	40	46
Contenu CO ₂ en ml/100 ml de sang	49	54

▢ Transport sous forme dissoute

Elle correspond à 5 % du CO₂ total du sang artériel

➤ Transport sous forme combinée

- Sous forme de bicarbonate (90%) :



= Réaction réversible très déplacée vers la gauche (←)

Dans GR, on trouve 1 enzyme, l'anhydrase carbonique, qui catalyse la réaction
(→)

- Dérivés carbaminés et carbhémoglobine (5%) :

= quand CO₂ se fixe sur les radicaux NH₂ des protéines de l'Hb (mais pas sur l'hème)

La présence de CO₂ sur l'Hb va agir sur l'affinité que celle-ci a pour l'O₂ =

EFFET HALDANE → fixation du CO₂ sur Hb favorisée par la désoxygénation (il fonctionne dans les 2 sens)

VI - La régulation de la ventilation pulmonaire

La respiration est automatique, elle fonctionne de façon autonome. Mais il existe un contrôle humoral et nerveux de ce fonctionnement.

- Le contrôle humoral se fait à partir de la composition chimique du sang qui irrigue les centres bulbaires responsables de l'automatisme respiratoire. Ces centres bulbaires sont sensibles à l'augmentation de la teneur en CO_2 du sang.
- Les excitations des terminaisons nerveuses du nerf vague entraînent une modification du rythme respiratoire. Ces terminaisons sont excitées par le CO_2 contenu dans le sang et par des variations de la pression artérielle.

➔ On s'aperçoit que le CO_2 est l'excitant essentiel des centres respiratoires. L'augmentation du taux de CO_2 détermine une augmentation du rythme respiratoire qui a pour conséquence et pour effet de diminuer le taux de CO_2 dans le sang. Par conséquent, on ne peut pas dissocier le fonctionnement de l'appareil circulatoire et de l'appareil respiratoire.

- Au repos

Il comprend à la fois le système mécanique et chimique

Ventilation = mouvement mécanique

Respiration = chimique, au niveau tissulaire

- La régulation de la ventilation est soumise à une régulation par le système nerveux central (SNC)

2 types de ventilation :

- Volontaire : sous la dépendance du cortex. La volonté peut agir sur fréquence, amplitude, arrêt...
- Automatique : sous la dépendance d'une zone proche du cervelet = jonction entre cerveau et moelle épinière = régulation medullo pontique.

- Les muscles de la ventilation sont commandés par SNC puisque c'est lui qui commande la ventilation. Les muscles respiratoires sont innervés par les racines cervicales des nerfs C4 à C8 et par les racines dorsales de D1 à D7

Rôle de leur activité : maintenir le pH, la pression partielle d' O_2 dans le sang et la pression partielle de CO_2 dans le sang, à des valeurs quasi constantes.

Si [O_2] baisse par rapport à la normale => Hypoxémie → Hyperoxie

Si [CO_2] augmente par rapport à la normale => Hypercapnie → Hypocapnie

Récepteurs : ils sont sensibles aux variations chimiques du milieu (chémo-récepteurs, chimio-récepteurs) et aux variations mécaniques du milieu (mécano-récepteurs ou encore récepteurs sensibles aux variations de pression = baro-récepteurs et aux variations volume = volu-récepteurs)

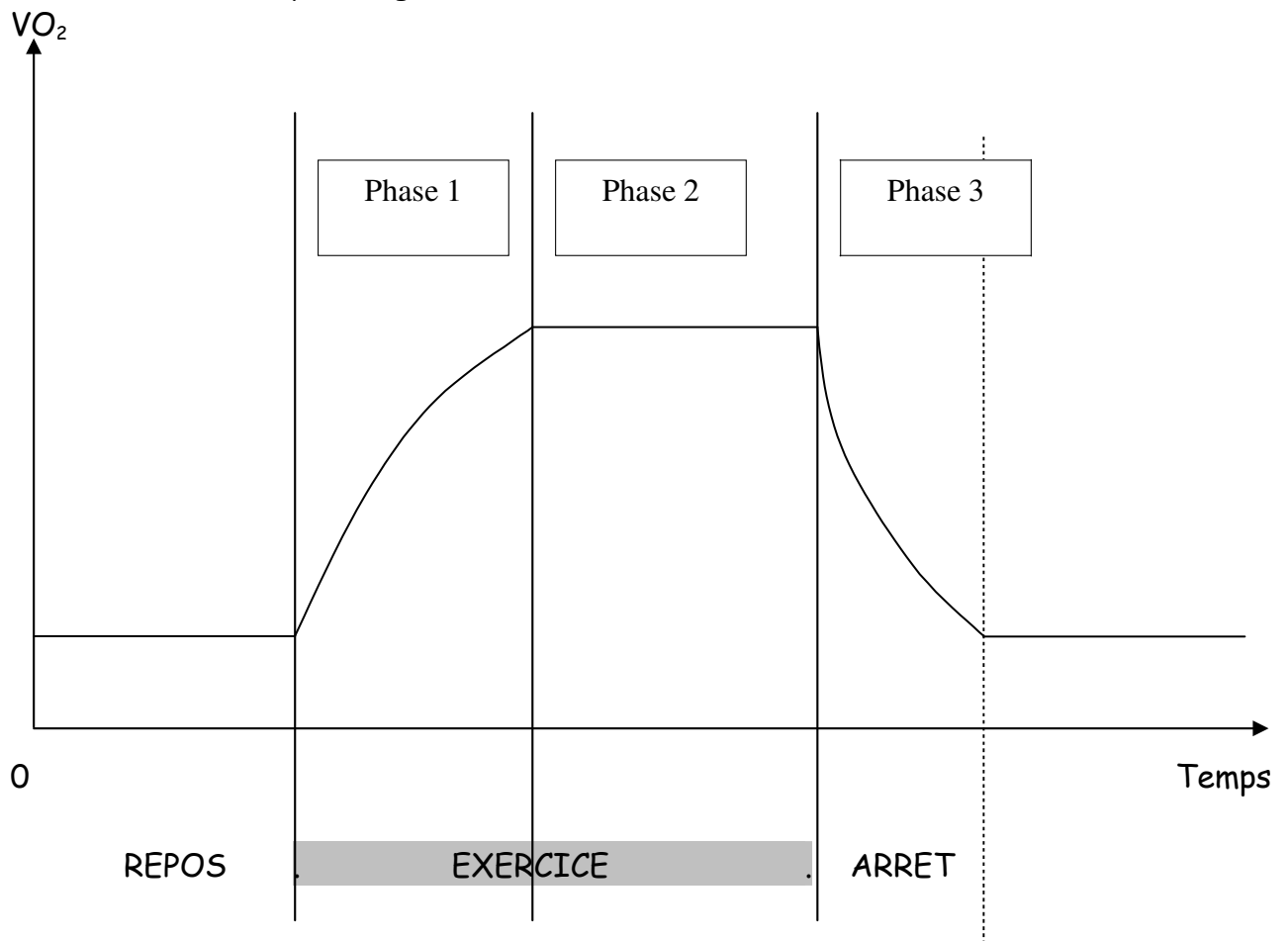
Système de transmission : A chaque récepteur correspond une afférence au SNC.

Système de commande : jonction entre cerveau et moelle épinière = régulation medullo pontique (SNA autonome)

Système effecteur : Muscles inspiratoires et expiratoires

- Adaptations respiratoires à l'exercice : la dette d'oxygène

Volume d'O₂ utilisé par l'organisme en 1 min



(VO₂ = consommation d'oxygène correspondant au volume d'oxygène utilisé par l'organisme en une minute.)

3 phases :

1 = Une phase d'accrochage ou d'installation en début d'exercice au cours de laquelle la consommation augmente rapidement mais progressivement pour répondre aux accrûs de l'organisme. Il existe un décalage entre la consommation d'O₂ qui est progressive et les besoins en O₂ qui sont eux, immédiats. Ce décalage est proportionnel à l'intensité du travail fourni.

2 = Une phase d'état stable, atteinte plus ou moins vite en fonction de l'intensité de l'exercice et du degré d'entraînement du sujet, qui traduit un équilibre entre l'apport et les besoins en O₂ de l'organisme (= 2^{ème} souffle). Elle reflète une activité strictement aérobie, sans manque d'O₂, et ne peut s'installer que si les capacités d'oxygénation de l'individu s'ajustent à l'intensité de l'exercice.

Il existe un seuil anaérobie lactique au-delà duquel le système cardio-pulmonaire ne peut plus assurer l'équilibre avec les besoins, ce qui provoque un manque d'O₂, un travail anaérobie.

3 = Une phase de récupération, à l'arrêt de l'exercice, durant laquelle la consommation d'O₂ revient progressivement et ce, au bout d'un temps plus ou moins long, à sa valeur de repos. Malgré l'arrêt de l'exercice, l'organisme consomme donc une quantité d'O₂ plus importante qu'au repos pendant un certain temps.

On appelle « dette d'oxygène » la quantité d'oxygène qui, pendant la récupération, est consommée en excès par l'organisme par rapport à la consommation de repos.

➤ Pourquoi cette dette ?

➤ Pour un exercice d'intensité très faible, cette consommation supérieure peut être simplement due à la quantité de CO₂ momentanément présente dans la circulation après l'exercice, ce qui active la respiration. Celle-ci redeviendra normale dès que la teneur en CO₂ sera redescendue à la normale. Dans ce cas, on ne parle pas vraiment de dette de CO₂.

➤ Pour un exercice plus intense, un manque d'O₂ est apparu, créant des conditions de travail anaérobie :

- Soit au cours de l'accrochage lorsque les réserves d'O₂ ne suffisent pas à assurer les besoins
- Soit durant tout l'exercice si la puissance demandée est supérieure aux capacités d'oxygénation (effort de type anaérobie lactique ou alactique)
- Soit au cours de certaines phases de l'exercice si celui-ci comporte des accélérations, des ruptures de rythme (efforts intermittents). Dans ce cas la récupération peut se faire partiellement au cours des phases modérées de l'exercice.

- L'O₂ consommé en excès au cours de ces phases de récupération est utilisé pour :
 - Reconstituer les réserves d'O₂ locales
 - Reconstituer les réserves de créatines phosphates après les efforts anaérobies alactiques
 - Eliminer l'acide lactique produit par les efforts anaérobies lactiques. Cette élimination se fait au niveau du cœur, du foie, ou dans le muscle lui-même où l'acide lactique peut être soit retransformé en glycogène soit totalement transformé en CO₂ et H₂O.

- La dette d'O₂ décroît à l'issue de l'exercice selon 2 phases :
 - Une phase rapide qui correspond au remboursement des réserves alactiques qui dure environ 2 minutes
 - Une phase lente qui correspond à la reconstitution du glycogène utilisé et à l'élimination de l'acide lactique. il faut parfois plus d'1 heure pour éliminer complètement l'acide lactique consécutif à un effort anaérobie maximum (un 400m par exemple). Toutefois, le maintien d'un exercice de faible intensité pendant le repos, ou tout apport supplémentaire d'O₂ accélère son élimination.

- Selon les objectifs de l'entraînement, le sportif peut donc s'arrêter complètement, la récupération est dite passive, ou maintenir une légère activité, la récupération devient active. Si l'on reprend l'exercice suivant alors que les réserves utilisées sont :
 - Totalemment reconstituées, la récupération est complète
 - Partiellement reconstituées, la récupération est incomplète.

ANATOMIE

Chapitre 1 : Introduction et généralités

I - Références

- Position de référence
 - Les plans et axes
 - Les plans et axes

II - Ostéologie

- Planche polycopiée du squelette
 - Rôles du squelette
 - Différents types d'os
- Os longs
- Os courts
- Os plats
- Os irréguliers

III - Articulations et mouvements

- Articulations de grande mobilité : les Diarthroses (6)
 - Arthroïdes
 - Articulations condyliennes
 - Enarthroses
 - Articulations trochléennes
 - Articulations en selle (par emboîtement réciproque)
 - Articulations trochoïdes (ou à pivot)
 - Articulations peu mobiles : les Amphiarthroses
 - Articulations immobiles : Les Synarthroses

3.5 - Les actions et mouvements articulaires

- Au niveau de la ceinture scapulaire et des membres supérieurs
- Au niveau de la ceinture pelvienne et des membres inférieurs
- Au niveau du rachis

IV - Myologie

- Planche anatomique
 - Différents types de muscles
- Muscles squelettiques ou rouges, ou striés
- Muscles lisses

- Le muscle cardiaque

- Les systèmes de jonction

- Les tendons ou ligaments actifs
- Les ligaments passifs
- Les aponévroses

- Les différents modes de contraction musculaire

- Notion de muscle agoniste et antagoniste
- Contraction anisométrique
- Contraction pliométrique
- Contraction isométrique

I - Références

- Position de référence

= Sujet debout, pieds légèrement écartés, bras le long du corps, paume de mains vers l'avant

- Les plans et axes

3 plans auxquels correspondent 3 axes :

- Plan frontal : plan vertical séparant le corps en 2 parties antérieure et postérieure.
Axe sagittal (horizontal) : de l'avant vers l'arrière.

Il permet de déterminer les mouvements dans le plan frontal => Adduction et Abduction

- Plan sagittal : plan vertical qui sépare le corps en 2 parties gauche et droite. On détermine ainsi des éléments internes et externes (pouces)
Axe transversal qui lui est perpendiculaire => mouvements de flexion et d'extension

- Plan transversal horizontal qui sépare le corps en 2 parties supérieure et inférieure
Axe vertical qui lui est perpendiculaire => mouvements de rotations internes, externes et gauches, droites, pronation.

- Les plans et axes

Médian : situé sur la ligne médiane du corps

Interne / Externe : Situé près/loin de la ligne médiane du corps

Antérieur / Postérieur : Situé en avant / en arrière

Supérieur / Inférieur : Situé près de la partie supérieure / Inférieure du corps

Proximal / Distal : Près / Loin du centre du corps

Superficiel / Profond : Près de la surface externe du corps / Situé en profondeur vers l'intérieur du corps.

II - Ostéologie

- Planche polycopiée du squelette

Le squelette est une armature mobile qui constitue le support rigide du corps dont les pièces osseuses harmonieusement articulées entre elles servent de leviers pour les tractions des muscles.

- Rôles du squelette

Le squelette a une double fonction :

➤ **Mécanique** : les pièces osseuses qui le constituent forment une armature rigide qui sert de support aux insertions des muscles et des ligaments.

Certains os assurent la protection des organes qu'ils renferment (os du crâne, côtes, rachis = squelette axial), d'autres supportent le poids du corps (os du bassin, fémur, tibia, calcaneum).

Tous servent de leviers rigides sur lesquels vont agir les muscles de manière à provoquer une importante variété de mouvements.

➤ **Biologique** : l'os doit sa rigidité à ses composants minéraux (2/3), en même temps, il possède une certaine élasticité, grâce à ses composants organiques (1/3). Ces 2 qualités sont indispensables à la solidité de l'os (si trop rigide = casse, si trop souple = déformable). Ces proportions varient selon l'âge, chez l'enfant, la proportion de matière organique est importante (os souples), tandis que chez le vieillard, la proportion de matière minérale domine et les os deviennent cassants.

De plus, les os constituent une banque de calcium nécessaire à la vie des cellules.

Enfin, ils fabriquent des éléments sanguins : les globules rouges dans la moelle rouge.

- Différents types d'os

● Os longs

Os allongés tels que les phalanges et les os des membres. Ils servent essentiellement de leviers pour les mouvements.

Diaphyse : Partie centrale formée d'un os compact, dense, dur et solide. Au milieu, le canal médullaire qui contient la moelle osseuse.

Épiphyse : Extrémités proximale et distale (la plus éloignée du tronc). Les épiphyses sont formées d'un os compact qui renferme un os spongieux. La partie de l'épiphyse qui s'articule est le cartilage articulaire.

Ligne épiphysaire : Aussi appelée cartilage de conjugaison pendant l'enfance, elle sépare la diaphyse de l'épiphyse. C'est l'endroit où l'os pousse durant la croissance.

Périoste : Tissu qui entoure l'os (sauf au niveau de l'articulation). Dans certains cas, c'est une membrane qui fait jonction entre l'os et les muscles.

- Os courts

Ils ont une forme plus ou moins cubique. Ce sont des os spongieux entourés d'os compact
Exemple : os des poignets

- Os plats

Ils ont une forme mince et aplatie, plus ou moins courbée. Ils sont constitués de 2 couches d'os compact et d'os spongieux au milieu
Exemple : os du crâne, sternum

- Os irréguliers

Ils ont une forme irrégulière
Exemple : vertèbres, iliaques

III - Articulations et mouvements

L'articulation de 2 ou plusieurs os permet différents types de mouvements. Le nom donné à l'articulation est fonction de l'amplitude et du type de mouvement possible. Les articulations sont donc groupées en 3 catégories en fonction de l'amplitude des mouvements réalisés.

- Articulations de grande mobilité : les Diarthroses (6)

- Arthrodies

Mouvements de glissements dont les amplitudes sont limitées : Carpes et tarses

- Articulations condyliennes

Type d'articulations dans lesquelles les os permettent le mouvement dans 2 plans sans rotation associée : Radius et cubitus sur les os du carpe.

- Enarthroses

Les surfaces articulaires sont sphériques => mouvement dans tous les plans + rotation : Épaule et hanche

- Articulations trochléennes

Constituées par un cylindre de rotation creusé d'une gorge permettant une grande amplitude de mouvement dans une seule direction : coude et genou.

- Articulations en selle (par emboîtement réciproque)

Elle n'existe qu'au niveau du pouce et comporte 2 courbures, donc 2 axes, permettant en principe le mouvement que suivant 1 axe à la fois.

- Articulations trochoïdes (ou à pivot)

Avec un mouvement de rotation sur son axe : articulation radio-cubitale

- Articulations peu mobiles : les Amphiarthroses

Comme celles de la colonne vertébrale où le mouvement est possible entre les corps vertébraux grâce à la déformation des disques. Chaque articulation voit son

amplitude et son type de mouvement limités par la configuration osseuse. Quelques articulations ont plusieurs mouvements, tandis que d'autres sont très limitées. Le type et l'amplitude du mouvement sont identiques chez tous les sujets mais la liberté, l'amplitude et la puissance des mouvements sont limités par les ligaments et les muscles.

- Articulations immobiles : Les Synarthroses

C'est le cas des os du crâne, de l'ilion, de l'ischion et de la symphyse pubienne.

3.5 - Les actions et mouvements articulaires

● Au niveau de la ceinture scapulaire et des membres supérieurs

- **Antépulsion** = Ouverture de l'angle bras/tronc de l'arrière vers l'avant = Flexion horizontale
- **Rétropulsion** = Fermeture de l'angle bras/tronc de l'avant vers l'arrière = Extension horizontale
- **Abduction** = Elévation du bras sur le côté : Mouvement d'écartement par rapport à l'axe du tronc. = Omoplate s'éloigne de la colonne vertébrale.
- **Adduction** = Abaissement du bras sur le côté : Mouvement de rapprochement des membres par rapport à l'axe du tronc
- **Elévation** (=/= abaissement) = Grandissement de l'épaule et élévation de l'omoplate
- **Rotation interne** = L'axe de l'os se rapproche du corps : pour l'avant bras, lorsque la main tourne vers l'avant.
- **Rotation externe** = L'axe de l'os s'éloigne du corps : pour l'avant bras, lorsque la main tourne vers l'arrière.
- **Sonnette interne / Externe** = Rotation vers le bas / vers le haut
- **Flexion du coude** = Fermeture de l'avant bras sur le bras : rapprochement des os
- **Extension du coude** = Ouverture de l'avant bras par rapport au bras : l'extension étend en séparant les os.
- **Circumduction** = mouvement circulaire d'une articulation, combinaison de plusieurs mouvements : flexion ou extension associée à l'abduction ou l'adduction (Epaule, Hanche)

● Au niveau de la ceinture pelvienne et des membres inférieurs

- **Rétroversion** = Bascule du haut du bassin vers l'arrière, pubis vers l'avant
- **Antéversion** = Bascule du haut du bassin vers l'avant, pubis vers l'arrière (cambrure

lombaire, lordose)

- **Abduction** = Elévation de la jambe sur le côté
- **Adduction** = Abaissement de la jambe sur le côté
- **Fermeture** = Flexion de hanche
- **Ouverture** = Extension de hanche
- **Rotations internes et externes** = Rotation du fémur
- **Flexion du genou** = Fermeture de la jambe sur la cuisse
- **Extension du genou** = Ouverture de la jambe par rapport à la cuisse
- **Flexion plantaire** = Mouvement de la sole (dessous du pied) vers le bas :
pointe de pied tendue.
- **Flexion dorsale** = Mouvement du bout du pied en direction de la face
antérieure du tibia : pieds flex
- **Eversion** = Elle amène la sole plantaire vers l'extérieur, l'appui se faisant sur
le bord interne du pied.
- **Inversion** = Elle amène la sole plantaire vers l'intérieur, l'appui se faisant sur
le bord externe du pied.

● Au niveau du rachis

- **Flexion du tronc** = Enroulement vertébral en courbe concave avant
- **Extension du tronc** = Courbe concave arrière
- **Inclinaison** =
- **Rotations** =
- **Cyphose** = Courbure de la colonne vertébrale : Courbe concave avant
- **Lordose** = Courbure de la colonne vertébrale : Courbe concave arrière

- Myologie

- Planche anatomique

- Différents types de muscles

Le système musculaire humain, qui représente environ 2/3 du poids du corps, est composé de différentes sortes de muscles :

● Muscles squelettiques ou rouges, ou striés

Au nombre de 400 environ, ils constituent à eux seuls à peu près la moitié du poids total du

corps. Ces muscles sont dit volontaires.

Muscles qui s'attachent au squelette osseux, d'aspects striés.

Ils ont plusieurs fonctions :

- Créer les mouvements
- Maintenir la posture
- Stabiliser les articulations

● Muscles lisses

Les muscles lisses sont situés sous la peau, les organes internes (viscères), l'appareil locomoteur, les principaux vaisseaux sanguins et l'appareil excréteur. Ils se contractent de façon involontaire par stimulation du système nerveux autonome.

● Le muscle cardiaque

C'est également un muscle strié mais il n'obéit pas à la volonté

- Les systèmes de jonction

Les muscles s'insèrent sur les os :

- Soit directement sur l'os par continuité des fibres musculaires et du périoste
- Soit par l'intermédiaire d'un tendon (muscles longs)
- Soit par l'intermédiaire d'une lame aponévrotique (carré des lombes)

● Les tendons ou ligaments actifs

Ils servent d'attache du muscle à l'os

Fonction :

- Stabiliser l'articulation
- Limiter l'amplitude de l'articulation et du mouvement
- Amélioration du rendement musculaire
- Sensibilité proprioceptive

Ils sont de couleur blanche, d'aspect plutôt large et épais. Ils sont peu vascularisés mais abondamment innervés, ce qui leur permet de fournir des informations précises sur la charge tractée ainsi que sur la position du membre auquel il est attaché.

● Les ligaments passifs

Ils s'insèrent entre 2 os.

Fonction :

- Limiter l'amplitude de l'articulation et du mouvement
- Ils permettent la sensibilité proprioceptive : les tendons, capsule et ligaments sont très riches en récepteurs nerveux sensitifs qui perçoivent la vitesse, le mouvement, la position de l'articulation et d'éventuelles douleurs et étirements. Ils transmettent en permanence ces informations au cerveau qui donne en réponse des ordres moteurs aux muscles, c'est la sensibilité proprioceptive (la proprioception)

● Les aponévroses

C'est une membrane de consistance fibreuse enveloppant les muscles et constituant une séparation entre eux. Parfois quand l'aponévrose engaine les muscles et les sépare des organes voisins, le mot fascia est employé.

Il existe des aponévroses d'intersection et des aponévroses d'insertion

- Les différents modes de contraction musculaire

- **Contraction isométrique** : Contraction constante statique, sans changement de longueur du muscle

- **Contraction anisométrique** : Contraction avec changement de longueur du muscle
 - Excentrique = en freinage, éloignement des insertions musculaires
 - Concentrique = action motrice, rapprochement des insertions musculaires, le ventre musculaire se raccourcit.

- **Contraction pliométrique** = Plus qu'un mode de contraction, il s'agit de la combinaison du mode de contraction concentrique et de l'excentrique
= Succession très rapide d'une contraction excentrique et d'une contraction concentrique = mise en jeu du réflexe myotatique et utilisation de l'élasticité musculaire.

- **Notion de muscle agoniste et antagoniste**
Dans un mouvement, le muscle qui crée l'action motrice est dit agoniste. Le muscle qui crée le mouvement opposé est l'antagoniste.
Quand l'agoniste se contracte, il y a relâchement de l'antagoniste. La bonne souplesse de l'antagoniste permet une meilleure performance en force de l'agoniste.

Chapitre 2 : Les principaux muscles

Pour chaque muscle, nous verrons :

- L'origine = partie la moins mobile sur laquelle l'os prends appui
- La terminaison = Partie la plus mobile sur laquelle l'os se rattache
- Les actions
- Quelques observations
- Les exercices de renforcement correspondant et leurs consignes

I - Les muscles de la ceinture scapulaire

Os essentiellement mis en jeu dans la ceinture scapulaire = omoplate + clavicule

- Face antérieure

- Petit pectoral

- Face postérieure

- Trapèze
- Angulaire de l'omoplate
- Petits et Grands Rhomboïdes

- Grand dentelé

II - Les muscles de l'épaule

La structure de l'épaule qui est une énarthrose à surfaces sphériques permet de très nombreux mouvements qui peuvent être combinés. Les muscles de l'épaule se distinguent facilement de ceux de la ceinture scapulaire car ils s'insèrent sur l'humérus ou sur le complexe radio-cubital.

L'articulation de l'épaule est une région fréquemment traumatisée car les structures ligamentaires ne sont pas suffisamment solides pour la protéger de manière adéquate. La faiblesse musculaire, habituelle à l'épaule, est une autre cause importante des traumatismes. Les lésions de la coiffe des rotateurs (= sus-épineux + sous-épineux + petit rond et sous-scapulaire) sont fréquentes.

Os de l'articulation de l'épaule : Omoplate + Clavicule + Humérus

- Face postérieure

- Face antérieure

II - Les muscles des membres supérieurs

- Muscles du bras

- Muscles de l'avant bras

III - Les muscles de la ceinture pelvienne

- Face antérieure

- Face postérieure

IV - Les muscles des membres inférieurs

- Muscles de la cuisse

- Muscles de la jambe