

19/08/2021

# *BIOMECHANIQUE MUSCULAIRE*



*Les Cahiers du iaido / JF Debacq*

# ***Biomécanique Musculaire***

## **I. INTRODUCTION :**

La biomécanique est l'application des lois de la mécanique aux problèmes de biologie, de physiologie et de médecine. Elle traite des relations existantes entre les structures et les fonctions à tous les niveaux d'organisation du vivant. La biomécanique caractérise les réponses spatio-temporelles des matériaux biologiques, qu'ils soient solides, fluides ou viscoélastiques, à un système imposé de forces et de contraintes internes et externes. Elle étudie donc le comportement des fluides biologiques, la résistance des matériaux (cartilage, os), la motricité et la locomotion, de l'unité cellulaire à l'organisme dans son entité.

## **II. GENERALITES :**

### **A. PROPRIETES DU MUSCLE :**

- ✚ La tonicité : c'est un état de contraction minimal et permanent même lorsque le muscle est au repos.
- ✚ L'excitabilité : c'est la capacité du muscle à produire une réponse mécanique à une stimulation électrique. Cette stimulation peut être d'origine intrinsèque par l'intermédiaire d'un nerf moteur, ou extrinsèque par l'application d'un courant sur le corps ou le tendon.  
In situ, une différence de potentiel chemine le long du nerf moteur et abouti au muscle où il devient potentiel d'action par le biais de neuro transmetteurs entraînant une réponse mécanique (raccourcissement) par activation des ponts actine myosine.
- ✚ La contractilité : c'est la capacité qu'a le muscle à reprendre sa longueur initiale quel que soit le type de contraction (concentrique, excentrique, isométrique) qu'il vient d'effectuer.
- ✚ L'élasticité : c'est la capacité qu'a le muscle à se déformer sous l'action d'une contrainte et à récupérer sa forme initiale lorsque cette dernière cesse.

### **B. TROIS TYPES DE CONTRACTIONS MUSCULAIRES :**

- ✚ Concentrique : la force musculaire développée est supérieure à la charge soulevée. Cela nécessite que l'un des deux segments sur lequel s'insère le muscle soit libre et mobile. L'on obtient alors un rapprochement des deux insertions.

- ✚ Excentrique : la force musculaire développée est inférieure à la charge imposée. Cela nécessite également que l'un des deux segments sur lequel s'insère le muscle soit libre et mobile. L'on obtient alors un éloignement des deux insertions.
- ✚ Isométrique : la force développée est égale à la charge imposée, aucun déplacement segmentaire n'est réalisé, les deux insertions musculaires ne s'éloignent pas et ne se rapprochent pas malgré l'intensité de la contraction.

### **C. DEUX TYPES DE FORCES :**

- ✚ Forces extérieures :

Ce sont les forces développées par l'ensemble des contraintes extérieures qui s'appliquent sur le squelette (pesanteur, réaction d'appui au sol.....).

- ✚ Forces intérieures :

Ce sont les forces développées par les muscles sur le squelette lui garantissant maintien et déplacement.

### **D. LES MUSCLES ET L'ARTICULATION:**

Ce sont des organes fait de tissus conjonctif contractile. Les muscles rouges ou squelettiques à contraction volontaire servent à mouvoir l'appareil locomoteur en faisant fonctionner les articulations. Un muscle croisant une articulation est dit mono articulaire, deux articulations bi articulaires et croisant plusieurs articulations poly articulaires.

Cependant, ils peuvent être des moyens de contentions actifs limitateurs d'amplitude articulaire lorsqu'ils sont antagonistes d'un mouvement.

## **III. RAPPELS MECANIQUES :**

### **A. LES FORCES :**

#### *1) Définition :*

Une force est une action mécanique capable de provoquer la déformation d'un corps, de faire varier son mouvement, ou de neutraliser l'action d'une autre force. On définit deux actions, l'une statique agissant sur la variation de forme d'un objet, l'autre dynamique agissant sur le mouvement de l'objet.

#### *2) Caractéristiques :*

Une force est caractérisée par : sa direction, son sens, son intensité, son origine.

La direction est la droite sur laquelle va s'exercer la force.

Son sens est celui vers lequel elle entraîne le point d'application.

Son intensité est son importance et s'exprime en Newton.

Son origine est le point d'application de la force.

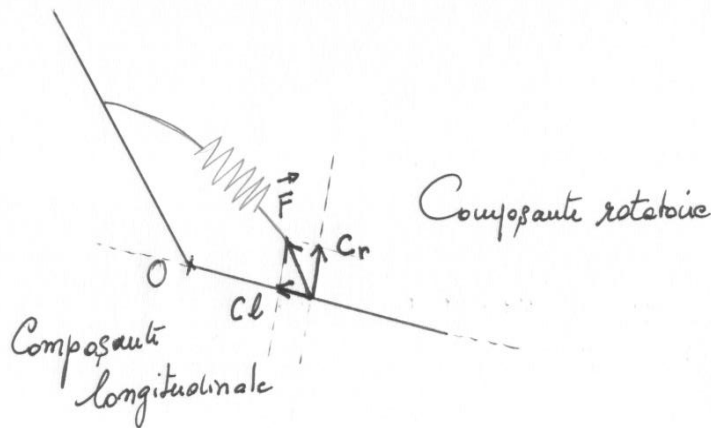
### 3) Représentation d'une force :

Sa représentation se fait par un segment fléché appelé vecteur ( $F$ ) dont l'origine est le point d'application de la force, la direction est celle de la force, le sens est celui de la force, et la longueur proportionnelle à la valeur de la force.

Sa décomposition se fait au niveau d'une insertion musculaire et définit le vecteur  $F$  comme la diagonale d'un parallélogramme délimité par d'un côté, la composante linéaire ou longitudinale ( $C_l$ ) et de l'autre, la composante rotatoire ( $C_r$ ).

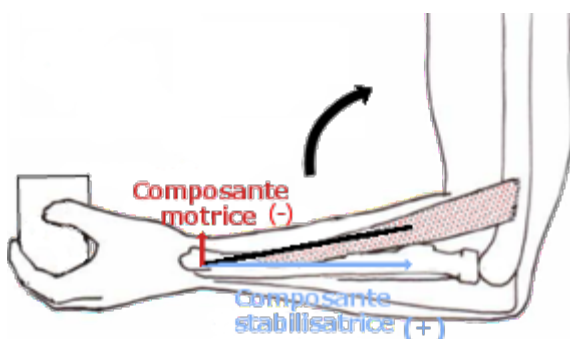
La composante linéaire passe par le point d'origine de la force et le centre articulaire ou axe du mouvement.

La composante rotatoire passe par le point d'origine de la force et est perpendiculaire à la composante linéaire.



Décomposition d'une force.

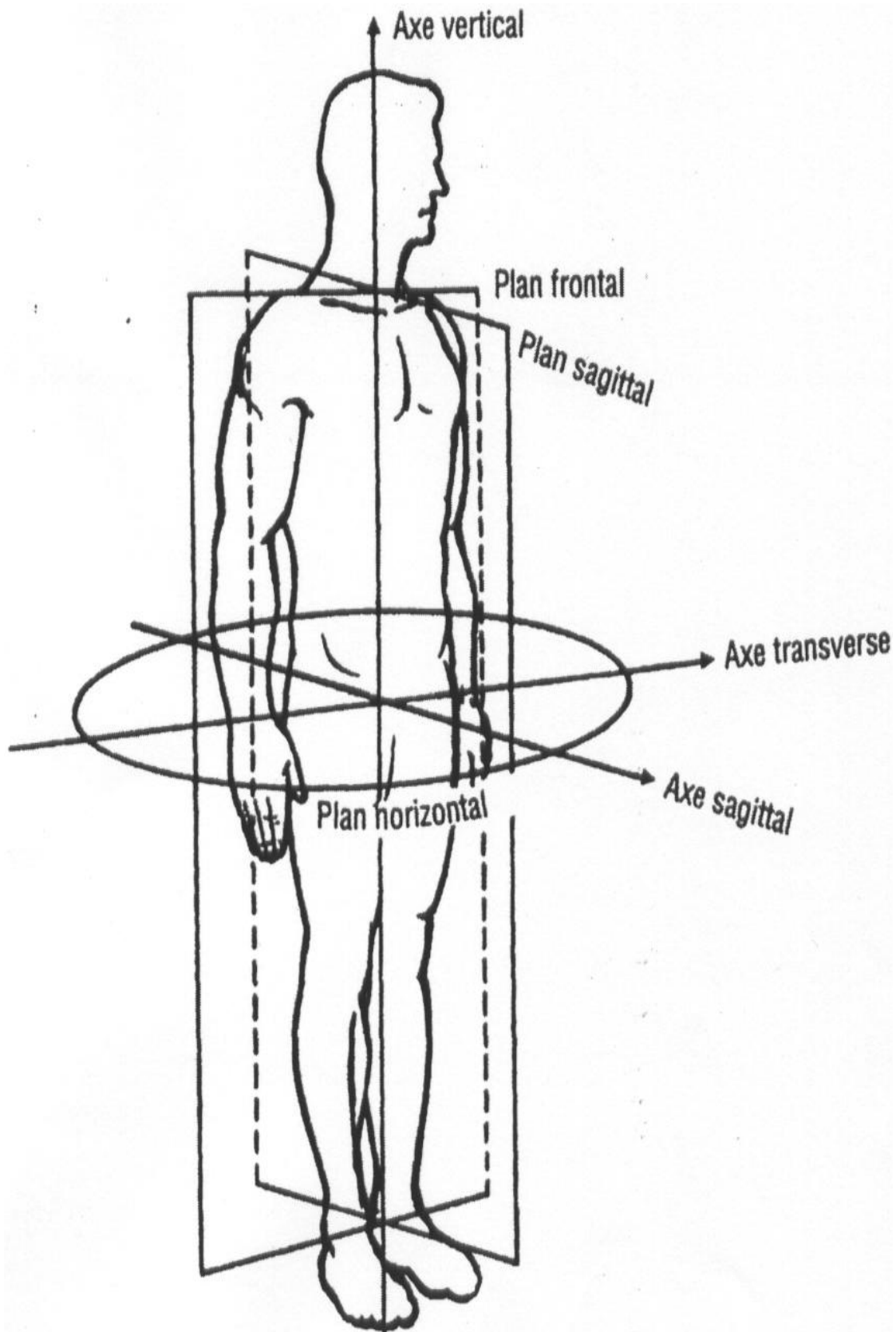
Nb : composante longitudinale ou composante stabilisatrice ou composante coaptatrice  
Composante rotatoire ou composante motrice



Exemple de décomposition de force appliqué au muscle brachio radial en chaîne ouverte  
<http://calamar.univ-ag.fr/uag/staps/cours/anat/new/biom.htm>

Pour l'étude mécanique d'une amplitude articulaire, il convient donc de définir :

- Un centre ou axe du mouvement qui sera en général le centre de l'articulation concernée. Cet axe pourra être selon les mouvements, sagittal ou antéro postérieur, transversal, ou vertical.
- Un plan dans lequel s'effectuera le mouvement. Ce plan pouvant être sagittal, frontal, ou horizontal.



*Les différents plans et axes de mouvement*

#### 4) *Moment et couple :*

Moment d'une force :

C'est le produit entre l'intensité de la force et son bras de levier.

$MF = I \times d$  (exprimé en Newton.mètres).

Couple de force :

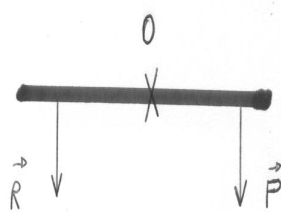
C'est un système de deux forces d'origines différentes agissant dans un même plan, d'intensités égales et de sens contraires.

### **B. POULIES ET LEVIERS :**

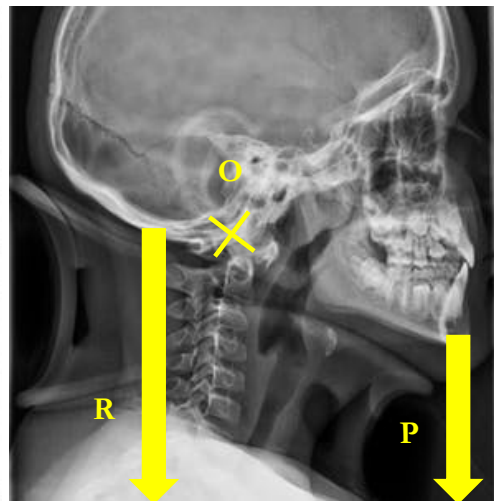
#### 1) *Les leviers :*

Il existe trois types de leviers qui sont :

Le levier inter appuis, où le point d'appui O se situe entre la puissance P et la résistance R. C'est le cas de la tête posée sur les vertèbres cervicales et des articulations inter apophysaires vertébrales.



Levier inter appuis.



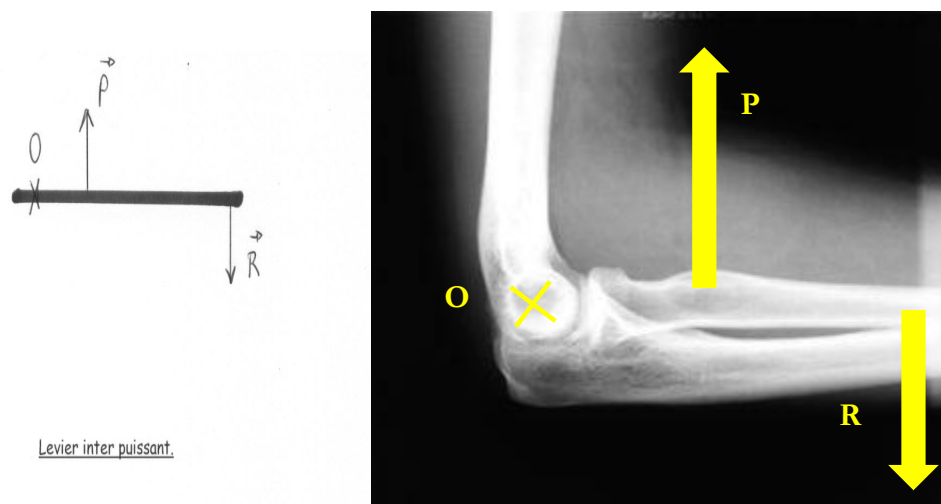
*Levier inter appuis*

Le levier inter résistant, où la résistance R se situe entre le point d'appui O et la puissance P. C'est le cas lors de la cheville lorsqu'elle travaille en flexion plantaire en chaîne fermée.



*Levier inter résistant*

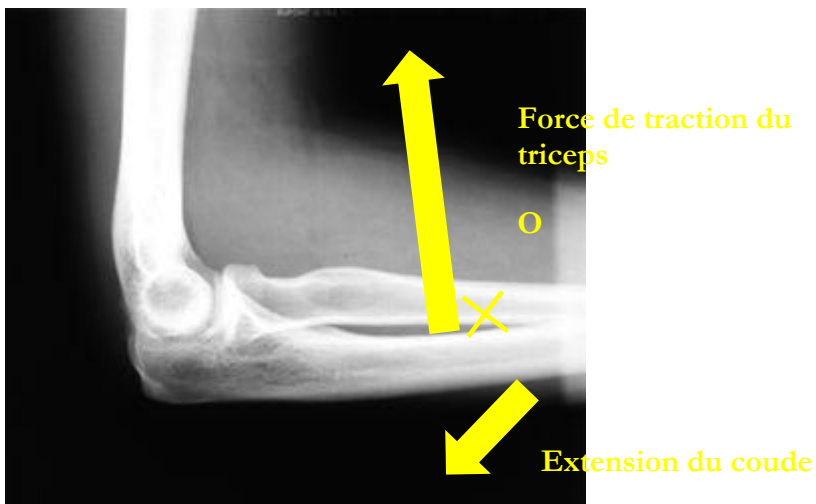
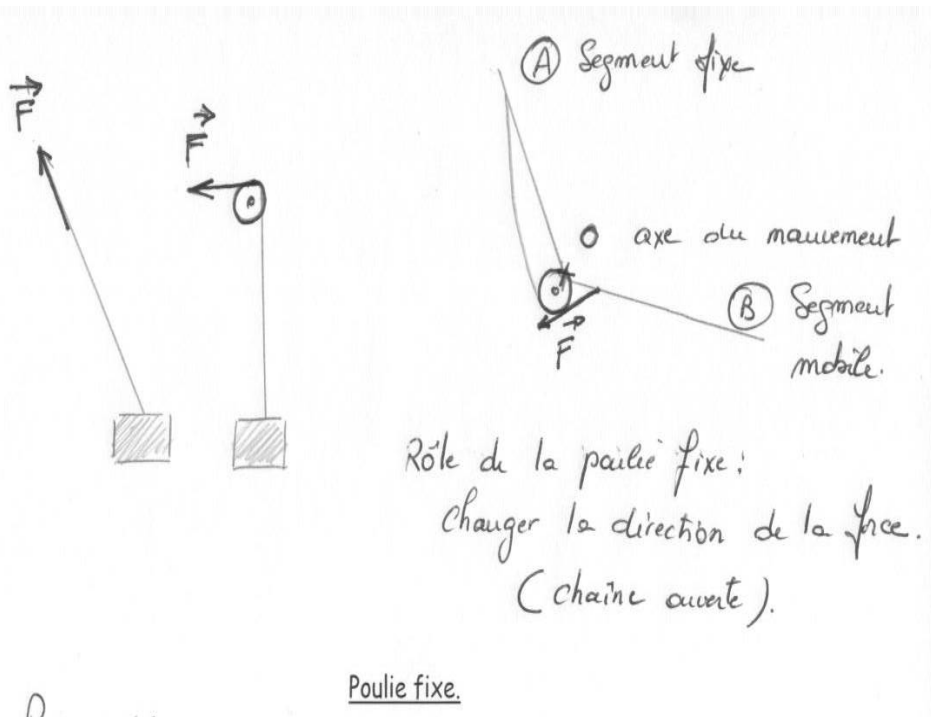
Le levier inter puissant, où la puissance P se situe entre le point d'appui O et la résistance R. C'est le cas de la flexion de coude contre résistance.



*Levier inter puissant*

## 2) Les poulies :

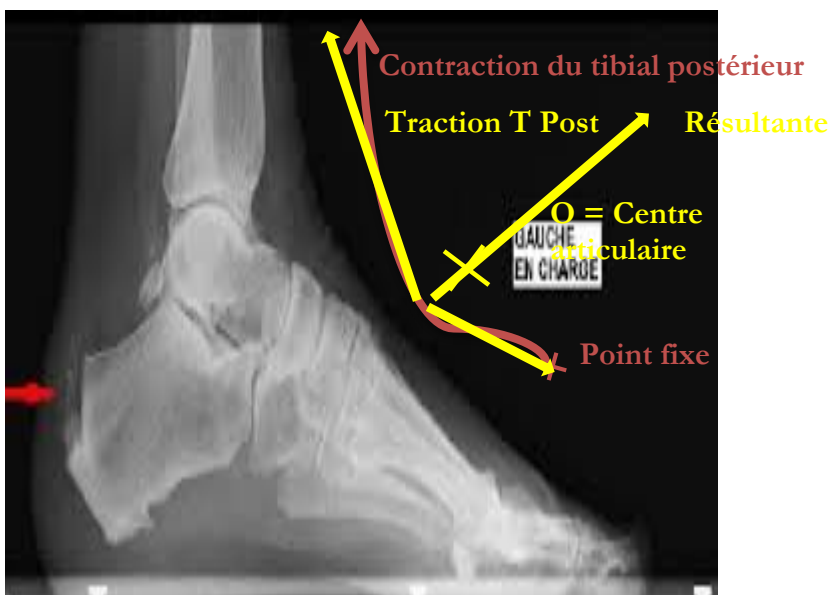
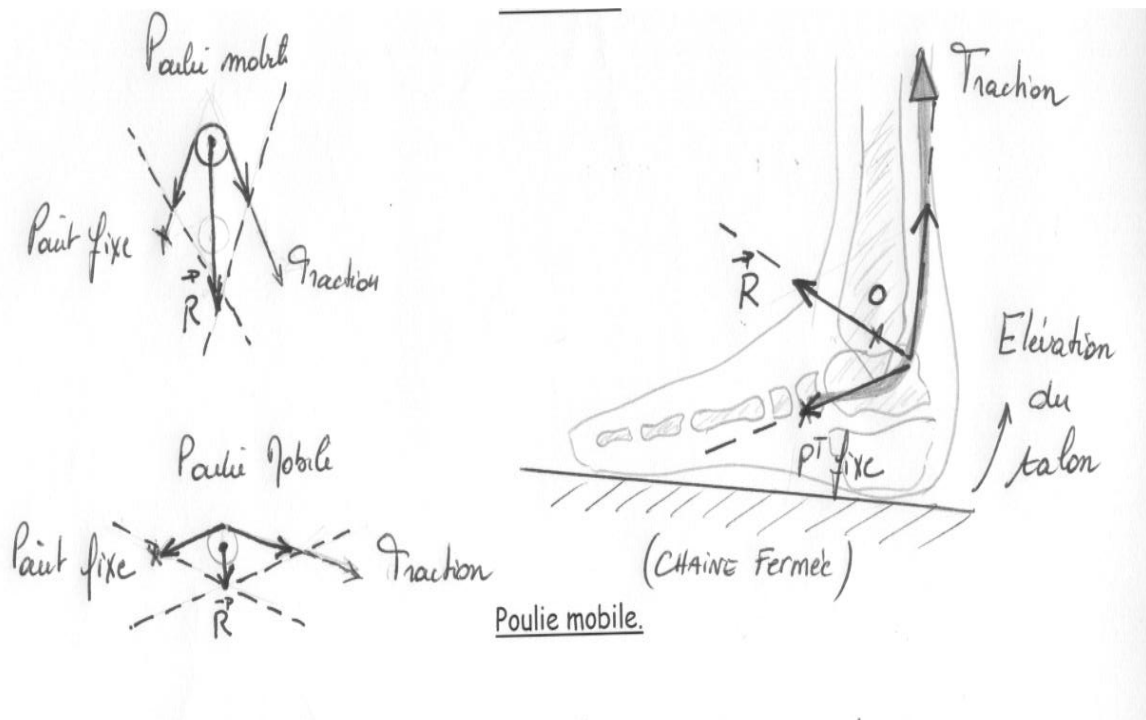
Fixe



*Poulie fixe, le centre articulaire ne bouge pas*

*Contraction du triceps brachial qui engendre une extension du coude en chaîne ouverte*

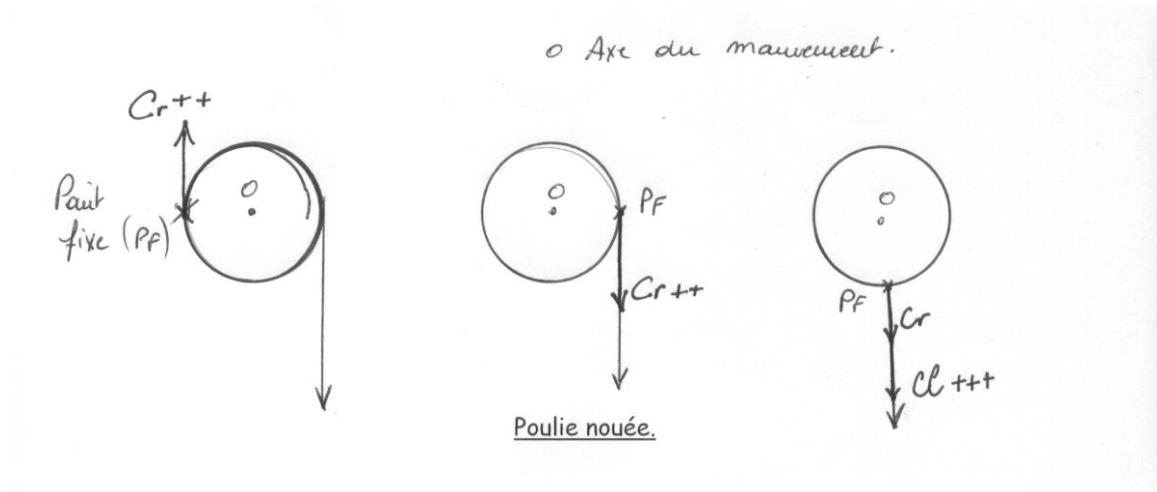
Mobile



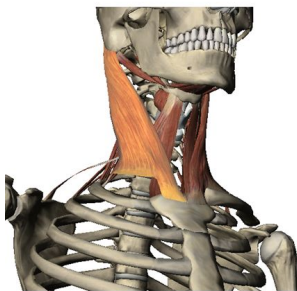
*Poulie mobile, le centre articulaire se déplace*

*Contraction du tibial postérieur en chaîne fermée, élévation sur la pointe des pieds*

## Nouée



## Sternocléidomastoïdien



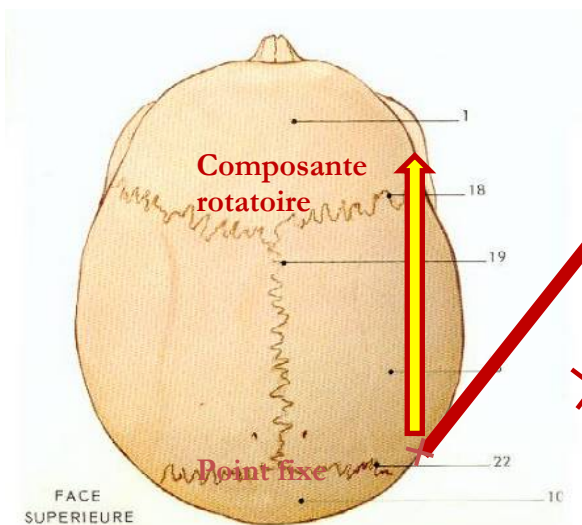
Insertion proximale :  
manubrium (partie  
supérieure) bord  
supérieur du 1/3  
médial de la clavicule

Action(s) : amène la tête à l'épaule,  
rotation de la tête + flexion des vertèbres  
cervicales, aide dans l'élévation du thorax

Insertion distale : surface latérale  
du processus mastoïde proche de  
l'os occipital

Vue  
antérieure

<http://slideplayer.fr/slide/10454916/>



Contraction du sternocléidomastoïdien

X O = Centre articulaire vertical, axe du mouvement

*Poulie nouée*

*Contraction du sternocléidomastoïdien, rotation controlatérale de la tête*

## BIBLIOGRAPHIE

- ❖ Physiologie du sport et de l'exercice.  
J. H. Wilmore, D. L. Costill. Ed. De Boeck Université.
- ❖ Ostéologie et arthrologie fascicules 1 et 2.  
G. Olivier. Ed. Vigot.
- ❖ Myologie angéiologie névrologie topographie fascicules 3 et 4.  
C. Libersa. Ed. Vigot.
- ❖ Les parois du tronc fascicule 5.  
R. Depreux. Ed. Vigot.
- ❖ La cavité thoracique fascicule 6.  
R. Depreux. Ed. Vigot.
- ❖ Anatomie.  
Basmajian. Ed. Maloine S.A.
- ❖ Système nerveux central.  
G. Braillon. Ed. Doin.
- ❖ Traumatologie du sport.  
J. Genety, E. Brunet Guedj. Ed. Vigot.
- ❖ Musculation et entretien musculaire du sportif.  
E. Viel, H. Neiger, M. Esnault. Ed. Chiron sport collection APS.
- ❖ Les feuillets d'anatomie fascicules 3, 4, 6, 8, 9.  
J. Brizon, J. Castaing. Ed. Maloine S.A.
- ❖ Le site des neurobranchés.  
[Neurobranches.chez-alice.fr/systner/muscle/phenomolec1](http://Neurobranches.chez-alice.fr/systner/muscle/phenomolec1).
- ❖ Nutri-site.  
[www.nutri-site.com/tests](http://www.nutri-site.com/tests).
- ❖ Secourisme, position latérale de sécurité.  
[www.distrimed.com/conseils/page\\_pos\\_lat\\_de\\_securite](http://www.distrimed.com/conseils/page_pos_lat_de_securite).  
Source : Observatoire National du Secourisme.
- ❖ Guide des étirements du sportif.  
C. Geoffroy. Ed. Collection sport+.



## Conclusion

● La Biomécanique étudie le comportement des fluides biologiques, la résistance des matériaux (cartilage, os), la motricité et la locomotion, de l'unité cellulaire à l'organisme dans son entité

● Biomécanique musculaire :

- Propriétés du muscle : tonicité, excitabilité, contractilité, élasticité.
- Trois types de contractions musculaires : concentrique, excentrique, isométrique.
- Deux types de forces : forces extérieures, contraintes extérieures qui s'appliquent sur le squelette, et forces intérieures développées par les muscles sur le squelette.

● Biomécanique musculaire des membres inférieurs :

- Conçus pour la locomotion et la propulsion.
- Elles sont stables et mobilisées par de grosses masses musculaires, mono ou poly articulaires
- 90% des pathologies de corps musculaires sont situées aux membres inférieurs

● Biomécanique musculaire des membres supérieurs :

- Conçus pour la préhension (main de force et de précision)
- 75% des pathologies tendineuses siègent au niveau des membres supérieurs

● Biomécanique musculaire du tronc :

- Conçus pour favoriser le maintien de la posture.
- Ils permettent d'assurer un compromis entre mobilité et stabilité
- Masses musculaires cordiformes ou en nappes, elles contribuent au maintien de la posture, au gainage, à la respiration