

**Université de Nantes**  
**UFR STAPS**

Année universitaire 2011/2012

1<sup>ère</sup> session, 1er semestre

Année d'études : *Licence 2*  
Enseignant responsable : *F. Hug – M. Jubeau*

Durée de l'épreuve : *1 h 30*  
Documents autorisés : *aucun*

**UEC 33 connaissances scientifiques (2)**  
**EC 331 adaptations physiologiques à l'exercice (1)**

**Vous répondrez aux questions des deux enseignants sur 2 copies séparées**

**Sujet de Marc Jubeau (8 pts) :**

1 (CM) – Après avoir défini la  $VO_2$ , vous expliquerez les facteurs l'influençant. (2 points)

2 (CM) – Vous définirez l'hormone de croissance (type d'hormone, glande sécrétrice, fonctions principales). Vous expliquerez comment cette hormone évolue avec l'exercice et les critères déterminant sa libération. (2 points)

3 (TD) – Alban (75 kg) marche à 5 km/h contre une pente de 12%. On enregistre les valeurs des variables ventilatoires suivantes :

$VE = 76$  L/min

$FIO_2$  (constant) = 0,2093

$FEO_2$  (mesurée par l'analyseur d' $O_2$ ) = 0,1595

$FECO_2$  (mesurée par l'analyseur de  $CO_2$ ) = 0,0475

$VI = ?$

$FICO_2$  (constant) = 0,0003

Après avoir retrouvé la formule permettant de déterminer la  $VO_2$ , calculez la  $VO_2$  d'Alban lors de cet exercice de marche (en valeur absolue et en valeur relative). (4 points)

**Sujet de François Hug (12 pts) :**

1 (CM) - Qu'est ce qu'une Hypoxémie Induite à l'Exercice (HIE) ? Comment peut-elle être expliquée (donnez les deux hypothèses les plus courantes). (3 points)

2 (CM) – Quels sont les 3 déterminants du volume d'éjection systolique? (3 points)

3 (TD) - Deux élèves de terminale équipés d'un analyseur de gaz portable réalisent une épreuve triangulaire sur une piste d'athlétisme (épreuve de VAMEVAL, *i.e.* début à 8 km/h puis augmentation de la vitesse de 0,5 km/h par minute). L'un d'entre eux est demi-fondeur tandis que l'autre est sédentaire. Tracez l'évolution de la fréquence respiratoire, du débit ventilatoire, du volume d'éjection systolique et du quotient respiratoire en fonction de l'intensité de l'exercice (représentez les deux élèves sur le même graphique). (4 points)

4 (TD) – Remplissez le tableau suivant. (2 points)  
(n'oubliez pas de joindre cette feuille à votre copie)

	Sujet A	Sujet B
Age (années)	24	29
Massé (kg)	82	68
VO <sub>2</sub> max (L/min)	5,0	
VO <sub>2</sub> max (mL/min/kg)		72
VE <sub>fin d'exercice</sub> (L/min)	180	220
FC maximale théorique (bpm)		
FC de repos (bpm)	68	
Qc de repos (L/min)		5,3
VES (mL)	75	
Fr <sub>fin d'exercice</sub> (cycles/min)		58
VT <sub>fin d'exercice</sub> (L)	3	

**Université de Nantes**  
**UFR STAPS**

Année universitaire 2011/2012

1<sup>ère</sup> session, 1er semestre

Année d'études : Licence 2<sup>ème</sup> année

Durée de l'épreuve : 1h 30

Enseignant responsable : *Philippe Macquet, Julien Salliot, Lionel Helvig*

Documents autorisés : *aucun*

**UE 33 Connaissances scientifiques (2)**  
**EC 332 Histoire de l'encadrement de la jeunesse**

Sujet :

Question 1 (15 points) :

« L'enfance et la jeunesse sont devenues des enjeux des politiques publiques, bien au-delà de l'école. Elles sont aussi devenues les bénéficiaires d'une offre concurrentielle de loisirs, qui poussant chaque camp à la surenchère a bénéficié aux utilisateurs. » (Dominique Dessertine et Bernard Maradan , "Patronages catholiques, patronages laïques entre les deux guerres", Cahiers d'histoire, n° 47-1, 2002 )

Montrez comment cette citation traduit, dans le contexte qui est celui du début de la 3<sup>o</sup> République, l'émergence des structures qui prennent en charge la jeunesse.

Question 2 (5 points) :

Quelles transformations connaissent certains patronages en France dans le courant du 20<sup>e</sup> siècle ? Vous prendrez soin de justifier votre réponse en faisant référence à des exemples précis.

**Université de Nantes**  
**UFR STAPS**

Année universitaire 2011/2012

1<sup>ère</sup> session

Année d'études : Licence 2  
Enseignant responsable : T. Deschamps et J. Saury

Durée de l'épreuve : 1H30  
Documents autorisés : *aucun*

**UE 32 Connaissances scientifiques (1)**  
**EC 322 Approche cognitive des apprentissages**

**Sujet :** vous traiterez les deux questions suivantes :

**Question 1 :** La notion d'incertitude est étroitement liée à celle de quantité d'informations à traiter. Expliquez cette affirmation, et indiquez quelles incidences celle-ci peut avoir dans la compréhension de la performance sportive. (10 points).

**Question 2 :** La notion de « programme moteur » suppose-t-elle que les gestes techniques, une fois appris, soient chaque fois identiques ? (10 points).

**Université de Nantes**  
**UFR STAPS**

Année universitaire 2011/2012

1<sup>ère</sup> session, 1<sup>er</sup> semestre

Année d'études : L2

Enseignants responsables : C. Cornu, A.  
Nordez, L. Lacourpaille, N. Turpin

Durée de l'épreuve : 1h30

Documents autorisés : aucun

**UEF 33 – Connaissances scientifiques (1)**  
**EC 331 – Biomécanique du système neuromusculaire**

*CONSIGNES GENERALES*

**Partie QCM (barème 14/20):** les réponses sont à reporter sur la grille réponse ci-jointe.

**Partie exercice (barème 6/20) :** l'exercice est à traiter sur la copie anonymée

**Pour la partie QCM**

ATTENTION : UTILISEZ UNE ENCRE NOIRE OU BLEUE.

COCHEZ LA OU LES PROPOSITIONS EXACTES SUR LA GRILLE REPONSE.

En cas d'erreur de votre part, effacez la totalité de la case avec du blanc correcteur et indiquez dans le cadre situé sous votre signature le numéro de la case altérée par erreur.

DANS LE CADRE RESERVE AU CODE REGLEMENTAIRE REPORTEZ VOTRE NUMERO DE TABLE.

Section : inscrivez **STAPS**.

VOUS N'OUBLIEZ PAS D'INDIQUER VOS NOM, PRENOM SUR LA GRILLE REPONSE A L'EMPLACEMENT PREVU.

**IMPORTANT**

Ce sujet comporte **11** pages y compris celle-ci (+ 2 pages de formulaire)

Ce sujet comporte : **la partie QCM** 145 items, **la partie exercice**, le **formulaire**

L'utilisation de la calculatrice n'est PAS autorisée

BAREME QCM      réponse JUSTE = + 2 points  
réponse FAUSSE = - 1 point

**PARTIE QCM (pages 2 à 9 – 14 pts) – Grille réponse à remettre dans la copie anonymée**

**Pour toutes les questions suivantes, cochez la ou les affirmation(s) exacte(s)**

- 1- le coefficient de poisson est déterminé par le rapport entre la déformation transversale et la déformation longitudinale d'un matériau
- 2- le module d'élasticité (d'Young), rapport entre la contrainte et de la déformation correspondante, est constant pour les matériaux présentant une zone élastique linéaire
- 3- le module d'élasticité tangent caractérisé pour les matériaux présentant une zone plastique non linéaire dépend du niveau de contrainte appliquée
- 4- les épreuves de relaxation permettent de caractériser la résistance à la déformation d'un matériau
- 5- la viscosité est une caractéristique biomécanique dépendant de la température mais indépendante du temps d'application de la contrainte
  
- 6- les muscles ne sont pas sollicités au cours du maintien postural pendant lequel ils sont au repos
- 7- les muscles squelettiques peuvent servir de ligaments actifs afin de diminuer la congruence des articulations
- 8- les muscles produisent en se contractant de la chaleur utilisée pour produire de l'énergie mécanique
- 9- la chaleur produite par les muscles au repos permet aux réactions chimiques de se dérouler dans l'organisme dans des conditions optimales
- 10- le muscle a un rendement mécanique relativement faible d'environ 25%
  
- 11- au cours de la contraction, le calcium libéré par le réticulum sarcoplasmique lève l'inhibition du site de fixation de la myosine sur l'actine
- 12- l'hydrolyse de l'ATP entraîne le pivotement de la tête de myosine fixée à l'actine au cours de la contraction
- 13- l'ATP est responsable de la relaxation de la tête de myosine
- 14- toutes les têtes de myosine sont actives à chaque instant au cours de la contraction
- 15- la diminution de la concentration de calcium dans le réticulum sarcoplasmique entraîne la relaxation du muscle
  
- 16- la contractilité d'un muscle correspond à sa faculté de percevoir un stimulus et d'y répondre
- 17- l'excitabilité d'un muscle correspond à sa capacité de se contracter avec la force adéquate en fonction de la stimulation
- 18- l'extensibilité d'un muscle correspond à sa capacité à être étiré
- 19- l'élasticité correspond à la capacité des fibres musculaires à reprendre leur longueur de repos lorsqu'on les relâche
- 20- la compliance d'un muscle correspond à sa capacité à résister à l'étirement

- 21- la gradation de la force musculaire ne peut se faire que par sommation spatiale et sommation temporelle
- 22- la sommation temporelle s'explique par une augmentation de la quantité de calcium au niveau des protéines contractiles lors de la contraction
- 23- la sommation temporelle s'explique par une meilleure sollicitation des structures élastiques de transmission de la force
- 24- la sommation spatiale permet de retarder la fatigue musculaire en recrutant progressivement les unités motrices
- 25- le phénomène d'escalier résulte de l'amélioration de la cinétique calcique et d'une diminution du lactate produit pendant la contraction musculaire

Considérons les modalités de contraction musculaire. Selon vous :

- 26- le muscle est un générateur de force qui travaille en raccourcissement
- 27- une contraction excentrique est impossible à réaliser en condition isocinétique
- 28- un muscle qui s'allonge alors qu'il est stimulé travaille en concentrique
- 29- une contraction en condition isotonique caractérise une contraction isométrique
- 30- les gestes de la vie courante (ex : marche, montée et descente d'escalier ...) mettent en jeu les deux types de contractions excentriques et concentriques.

Le muscle squelettique a été modélisé par Hill (1938) qui propose un système mécanique composé :

- 31- d'une composante contractile et de 2 composantes élastiques uniquement
- 32- d'une composante contractile constituée d'une fraction active (ponts acto-myosine) et d'une fraction passive (tissu conjonctif et sarcolemme)
- 33- d'une composante élastique parallèle localisée au niveau des tendons
- 34- d'une composante élastique série chargée de la transmission de la force produite par la composante contractile
- 35- d'une composante élastique parallèle impliquée, à partir d'une certaine longueur, dans la transmission de la force générée par la composante contractile

Le comportement de la composante élastique parallèle :

- 36- caractérise le système musculaire à l'état passif
- 37- présente un caractère purement élastique
- 38- montre un phénomène d'hystérésis caractéristique d'une structure visco-élastique et influencé par la vitesse de déformation
- 39- décrit une relation tension-longueur de nature parabolique
- 40- doit être pris en compte à partir d'une certaine longueur du muscle

La tension maximale isométrique développée par le muscle (secousse isométrique) est une des caractéristiques du générateur de force. Selon vous, la secousse :

- 41- est obtenue par stimulation maximale unitaire du muscle
- 42- permet de déterminer le temps de contraction et le temps de  $\frac{1}{2}$  relaxation du muscle considéré
- 43- est identique lorsque l'on considère un même muscle quelles que soient les conditions de température et de fatigue
- 44- fusionne (sommation) lorsque l'intensité de la stimulation augmente pour donner un plateau tétanique plus ou moins parfait
- 45- a une amplitude maximale qui dépend du type de fibres musculaires constituant le muscle

La relation force-longueur isométrique du muscle isolé présente un tracé complexe à partir duquel on peut montrer :

- 46- que pour de faible longueur de muscle, la force produite est nulle alors que la stimulation est maximale
- 47- que la force développée par le muscle dépend uniquement de la stimulation
- 48- qu'il faut, à partir d'une certaine longueur de muscle, tenir compte de la relation tension-longueur passive de la composante élastique série
- 49- que la relation force-longueur de la composante contractile a une allure parabolique
- 50- que la quantité de tissu conjonctif du muscle influence le comportement de cette relation (force-longueur globale)

La relation force-vitesse concentrique du muscle isolé est telle que :

- 51- la vitesse de raccourcissement du muscle croît lorsque la force augmente
- 52- la vitesse maximale de raccourcissement du muscle est obtenue pour une charge nulle
- 53- on observe un gain de force avec l'augmentation de vitesse permettant de caractériser une « viscosité analogue » du muscle
- 54- on observe une perte de charge avec l'augmentation de vitesse liée à une mobilisation moins rapide de l'énergie chimique du muscle
- 55- pour une vitesse donnée, la force produite est supérieure à celle produite en condition excentrique

Une classification des unités motrices a été proposée sur la base de l'utilisation de la secousse musculaire, du téтанos et d'un index de fatigue (IF) (Burke). Selon vous :

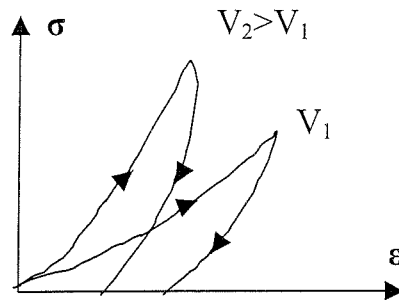
- 56- on peut distinguer les unités motrices lentes des unités motrices rapides uniquement en utilisant la secousse et le téтанos
- 57- l'index de fatigue (Burke) permet de distinguer les unités motrices lentes des unités motrices rapides
- 58- on distingue les unités motrices rapides et résistantes à la fatigue dont l'IF est inférieur à 25% des unités motrices rapides et fatigables dont l'IF est supérieur à 75%
- 59- les unités motrices lentes ont un IF supérieur à 75%
- 60- la force et la vitesse des unités motrices sont croissantes lorsque l'on considère les unités motrices lente, rapide résistante à la fatigue puis rapide fatigable

L'élasticité série du muscle est étudiée grâce à la méthode du quick-release (détente rapide). Cette technique :

- 61- suppose de placer le muscle à une longueur telle que la composante élastique parallèle n'intervient pas
- 62- nécessite une libération brutale du muscle préalablement stimulé en condition anisométrique
- 63- induit dans un premier temps (isométrique) une contraction de la composante contractile et donc un raccourcissement de la composante élastique série
- 64- induit dans un second temps (relâchement brutal) une détente imputable à la composante élastique série qui restitue l'énergie stockée préalablement
- 65- permet de calculer une raideur de la composante élastique série qui augmente linéairement avec la force



Le comportement du matériau testé sur la figure suivante est :



- 66- viscoélastique
- 67- viscoplastique
- 68- élastoplastique
- 69- élastique
- 70- aucune des réponses 66 à 69 n'est vraie

Le comportement viscoélastique implique :

- 71- une relation linéaire entre la contrainte et la déformation
- 72- une dissipation d'énergie lors d'un cycle d'étirement / relâchement
- 73- une dépendance à la vitesse de la sollicitation
- 74- un retour à l'état initial après relâchement de la contrainte
- 75- une indépendance vis à vis des sollicitations mécaniques antérieures du matériau

La relation Force/Vitesse du muscle isolé à été étudiée par A.V. Hill. Elle peut s'écrire sous la forme suivante :  $(P + a) (V + b) = (P_0 + a) b$ .

Où  $F$  : force produite ;  $F_0$  : force maximale développée ;  $V$  : vitesse de raccourcissement du muscle ;  $c_1$  et  $c_2$  respectivement constantes de force et de vitesse.

La relation linéarisée permettant le calcul de la vitesse maximale de raccourcissement du muscle est :

76- 
$$\frac{P_0 - P}{P_0 V} = \frac{a}{b P_0} + \frac{P}{b P_0}$$

77- 
$$\frac{P_0 - V}{P_0 P} = \frac{b}{a P_0} + \frac{P}{b V}$$

78- 
$$\frac{P_0 - P}{P V} = \frac{b}{a P_0} + \frac{P}{a P_0}$$

79- 
$$\frac{P - P_0}{P_0 V} = \frac{a}{b P_0} + \frac{P_0}{b P}$$

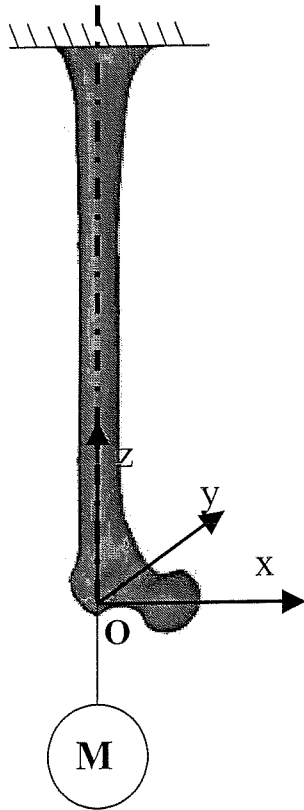
- 80- aucune réponse n'est vraie

Globalement, compte tenu de leurs localisations et de leurs propriétés biomécaniques,

- 81- les tendons ont un rôle d'amortisseur de la tension musculaire
- 82- les ligaments permettent de transmettre la force musculaire à l'os
- 83- les tendons permettent de renforcer la stabilité articulaire
- 84- les ligaments servent de guide mouvement au niveau de l'articulation
- 85- les tendons, grâce aux organes tendineux de Golgi, renseignent le système nerveux sur la position des membres dans l'espace

On réalise l'essai mécanique décrit sur la figure suivante : on suspend à un os une masse  $M=1000 \text{ kg}$ . On considère que  $g=10 \text{ m.s}^{-2}$  et que la section de l'os est circulaire et est égale à  $200 \text{ mm}^2$ .

La contrainte appliquée à l'os est de :



- 86-  $\sigma= 50 \text{ MPa}$
- 87-  $\sigma= 500 \text{ Pa}$
- 88-  $\sigma= 0,5 \text{ MPa}$
- 89-  $\sigma= 500 \text{ MPa}$
- 90-  $\sigma= 50 \text{ GPa}$

Un os présente une limite élastique  $\sigma_E=110 \text{ MPa}$  et une contrainte à rupture  $\sigma_R=130 \text{ MPa}$ . Au cours d'un test, on applique à cet os une contrainte de  $120 \text{ MPa}$ . L'os va-t-il :

- 91- Se déformer et se rompre
- 92- Se déformer et revenir à l'état initial
- 93- Se déformer et ne pas revenir à l'état initial
- 94- Ne pas se déformer
- 95- aucune des réponses (91 à 94) n'est exacte

Le tissu osseux

- 96- est constitué d'une matrice osseuse et des cellules osseuses
- 97- présente des sels de sodium notamment sous forme de cristaux d'hydroxy-apatite
- 98- présente des ostéoblastes responsables de la résorption osseuse
- 99- présente des ostéoplastes responsables de la résorption osseuse
- 100- présente des fibroblastes responsables de l'apposition de matière osseuse

L'os compact

- 101- est présent dans les os longs au niveau des épiphyses
- 102- est présent dans les os plats
- 103- est constitué d'ostéons, systèmes cylindriques de lamelles osseuses juxtaposés les uns aux autres
- 104- est constitué d'os lamellaire dont les travées osseuses délimitent des cavités contenant de la moelle osseuse
- 105- présente des travées orientées de façon à offrir une plus grande résistance aux tensions subies par l'os

S'agissant des propriétés biomécaniques du tissu osseux,

- 106- la raideur d'un os compact est supérieure à celle d'un os spongieux
- 107- pour un niveau de contrainte donnée, la déformation d'un os spongieux est inférieure à celle d'un os compact
- 108- pour un niveau de contrainte donnée, l'énergie stockée par l'os spongieux est inférieure à celle stockée par l'os compact
- 109- le module d'élasticité (Young) est plus faible pour l'os compact que pour l'os spongieux
- 110- la contrainte à la rupture en traction est plus élevée pour l'os compact que pour l'os spongieux

Considérons les différents types de contraintes,

- 111- une traction est induite par une force perpendiculaire à la surface de section d'un os long pouvant induire une diminution de sa section transversale
- 112- une compression dynamique induit une rupture osseuse à des niveaux de sollicitation plus faibles qu'une traction statique
- 113- les os porteurs (membre inférieur) ont des résistances à la compression plus élevées que les os des membres supérieurs
- 114- la flexion est une contrainte combinant une traction sur la convexité et une torsion sur la concavité d'une pièce osseuse
- 115- la flexion induit, par exemple dans la diaphyse d'un os long, une zone neutre au niveau de laquelle les contraintes combinées s'annulent I

Une fracture osseuse peut avoir lieu :

- 116- quand sa contrainte à la rupture est atteinte ou dépassée
- 117- pour des contraintes supérieures au niveau de contrainte à la rupture théorique si l'os a subi des sollicitations mécaniques antérieures
- 118- pour des niveaux de contraintes inférieures à la contrainte à la rupture théorique si les sollicitations sont répétées
- 119- si l'os fatigue, c'est à dire s'il répond moins bien à une stimulation électrique
- 120- si les muscles qui s'insèrent sur la pièce osseuse fatiguent et donc absorbent moins les contraintes qui s'y appliquent

D'un point de vue biomécanique,

121- les ostéons de l'os cortical, du fait de leur orientation transversale par rapport à l'axe longitudinal de l'os long permettent de lutter efficacement contre les contraintes de traction

122- l'orientation des fibres de collagène dans les lamelles osseuses des ostéons permet de lutter contre les contraintes de cisaillement

123- les travées osseuses de l'os spongieux s'organisent pour limiter les contraintes appliquées sur l'os

124- l'os spongieux, du fait de sa constitution anatomique spécifique, a un rôle d'amortisseur des contraintes

125- l'os spongieux a également un rôle de transmission des contraintes à l'os cortical

S'agissant de la forme macroscopique d'un os,

126- elle résulte des contraintes mécaniques qui s'appliquent sur le muscle

127- elle est définie pour résister au mieux aux contraintes mécaniques spécifiques

128- elle résulte de l'apposition de matière osseuse dans les zones de compression

129- elle résulte de la résorption osseuse dans les zones de flexion

130- elle est généralement remaniée sans modification globale de la masse osseuse

D'un point de vue biomécanique,

131- l'os, lorsqu'il est soumis à une contrainte de flexion, résiste moins bien à la compression qu'à la traction

132- le système ligamentaire joue un rôle important de précontrainte pour lutter contre les effets de la flexion

133- le système dynamique actif joué par les muscles agit en développant une force sur la convexité de la pièce osseuse afin de déplacer l'axe neutre des contraintes vers cette convexité

134- en plus des muscles, les membranes interosseuses viscoélastiques peuvent jouer un rôle dans la limitation des contraintes appliquées à une pièce osseuse

135- les tubérosités osseuses permettent de réduire le travail des muscles et donc de diminuer les précontraintes appliquées sur l'os

Le tissu osseux subit un remaniement

136- journalier d'environ 5 à 7% de sa masse

137- mettant en jeu des unités de remaniement constituées d'ostéoblastes et d'ostéoplastes

138- tel que la résorption osseuse est équivalente à l'apposition osseuse

139- tel que l'apposition de matière osseuse se déroule là où le calcium est le plus stocké

140- sous double contrôle nerveux et hormonal

Concernant le contrôle du remaniement osseux,

141- la parathormone stimule la résorption osseuse en activant les ostéoclastes

142- la calcitonine stimule l'apposition de substance osseuse en activant les ostéoblastes

143- les sollicitations mécaniques contrôlent l'activation de la calcitonine et de la parathormone

144- les sollicitations mécaniques produisent un courant électrique en déformant l'os

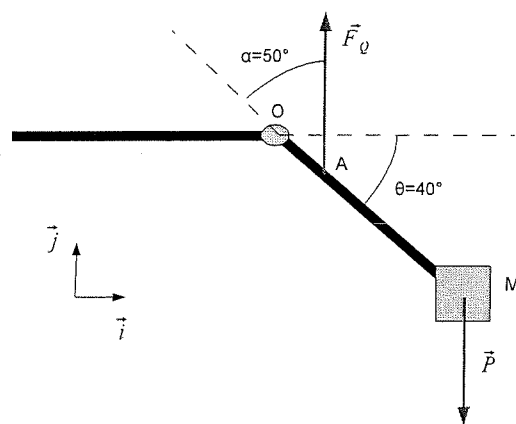
145- les sollicitations mécaniques déterminent le moment où le remaniement osseux doit avoir lieu

**PARTIE EXERCICE (p. 9 à 11, 6 pts) – Répondre à cette partie du sujet dans la copie anonymée**

Exercice (6pts)

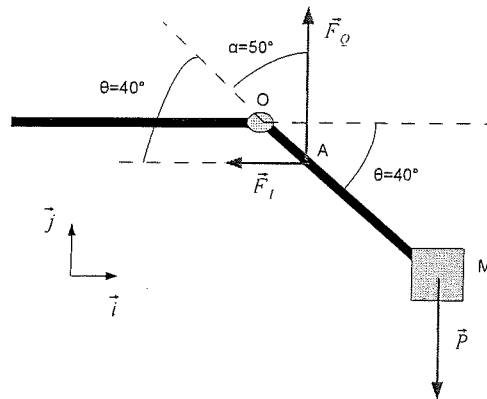
1/ Un sujet tente de maintenir une contraction isométrique avec une masse  $M=15\text{ kg}$  au bout de sa jambe à un angle  $\theta=40^\circ$  (cf figure). Pour cela, ses quadriceps produisent une force  $|\vec{F}_Q|=600\text{ N}$ . On considère qu'ils sont insérés au point A, et que  $\vec{F}_Q$  est verticale.

$\vec{F}_Q$  forme donc un angle de  $\alpha=50^\circ$  par rapport à l'axe de la jambe (cf figure ci dessous). On donne  $OA=0.1\text{ m}$ ;  $OM=0.5\text{ m}$ ;  $g=10\text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$ ;  $\cos(50)=0.6$ ;  $\sin(50)=0.8$ ;  $\tan(50)=1.2$ ;  $\cos(40)=0.8$ ;  $\sin(40)=0.6$ ;  $\tan(40)=0.8$ ;  $\sin(130)=0.8$ ;  $\cos(130)=-0.6$ ;  $\sin(140)=0.6$ ;  $\cos(140)=-0.8$ .



- Calculez le moment de la force  $\vec{F}_Q$  ( $M_{\vec{F}_Q/O}$ ) par rapport à O (centre de l'articulation du genou)
- Calculez le moment du poids  $\vec{P}$  ( $M_{\vec{P}/O}$ ) par rapport à O
- Que pouvez-vous conclure sur le régime de contraction réel pour les quadriceps ?

2/ Dans la partie précédente, la co-activation des ischio-jambier a été négligée. Cette co-activation est inévitable : lorsque les quadriceps produisent une extension de la jambe les ischio-jambiers sont légèrement activés et produisent ici une force  $|\vec{F}_I|=150\text{N}$ . Cette co-activation permet de réguler le mouvement, mais elle limite également la performance des quadriceps. On considère que les ischio-jambiers sont insérés au même endroit que les quadriceps (en A) et que la force produite par les ischio-jambiers est horizontale.



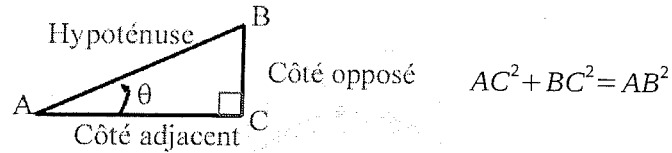
- Calculez le moment de la force  $\vec{F}_I$  par rapport à O ( $M_{\vec{F}_I/O}$ )
- Calculez la force  $\vec{F}_R = \vec{F}_I + \vec{F}_Q$
- Calculez le moment de la force  $\vec{F}_R$  par rapport à O ( $M_{\vec{F}_R/O}$ )
- Que pouvez-vous conclure sur le régime de contraction réel pour les quadriceps ?

# FORMULES DE BASE DE MATHÉMATIQUES

## Biomécanique du système neuromusculaire - Analyse posturale et mouvement (L2)

### 1- Géométrie en 2 dimensions

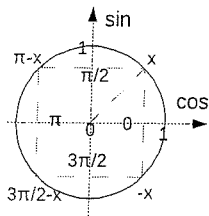
#### 1-1 Théorème de Pythagore (dans un triangle rectangle en C)



#### 1-2 Trigonométrie (dans un triangle rectangle en C)

$$\sin \theta = \frac{\text{côte opp}}{\text{hyp}} = \frac{BC}{AB} \quad \cos \theta = \frac{\text{côte adj}}{\text{hyp}} = \frac{AC}{AB} \quad \tan \theta = \frac{\sin \theta}{\cos \theta} = \frac{\text{côte opp}}{\text{côte adj}} = \frac{BC}{AC}$$

Moyen mnémotechnique : SOHCAHTOA



$$-1 \leq \sin x \leq 1$$

$$-1 \leq \cos x \leq 1$$

$$\sin(-x) = -\sin x$$

$$\sin(\pi - x) = \sin x$$

$$\sin(\pi + x) = -\sin x$$

$$\cos(-x) = \cos x$$

$$\cos(\pi - x) = -\cos x$$

$$\cos(\pi + x) = -\cos x$$

#### 1-3 Vecteurs

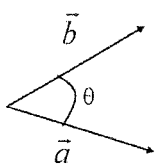
Soient deux points  $A \begin{pmatrix} x_A \\ y_A \end{pmatrix}$  et  $B \begin{pmatrix} x_B \\ y_B \end{pmatrix}$ , le vecteur  $\vec{AB}$  a pour coordonnées  $\vec{AB} \begin{pmatrix} x_B - x_A \\ y_B - y_A \end{pmatrix}$ .

Si  $\vec{AB} \begin{pmatrix} x \\ y \end{pmatrix}$ , on montre facilement avec le théorème de Pythagore que la norme du vecteur s'écrit :  $|\vec{AB}| = \sqrt{x^2 + y^2}$

Somme de 2 vecteurs :  $\vec{AB} \begin{pmatrix} x_{AB} \\ y_{AB} \end{pmatrix} + \vec{BC} \begin{pmatrix} x_{BC} \\ y_{BC} \end{pmatrix} = \vec{AC} \begin{pmatrix} x_{AB} + x_{BC} \\ y_{AB} + y_{BC} \end{pmatrix}$

Multiplication par un scalaire :  $k \vec{AB} \begin{pmatrix} k x_{AB} \\ k y_{AB} \end{pmatrix}$

Soient deux vecteurs  $\vec{a} \begin{pmatrix} a_x \\ a_y \end{pmatrix}$  et  $\vec{b} \begin{pmatrix} b_x \\ b_y \end{pmatrix}$  et  $\theta$  l'angle formé par ces deux vecteurs (ce qui s'écrit :  $\theta = \widehat{(\vec{a}, \vec{b})}$ ) :



Produit scalaire :  $\vec{a} \cdot \vec{b} = a_x b_x + a_y b_y = |\vec{a}| |\vec{b}| \cos \theta$

Produit vectoriel :  $\vec{a} \begin{pmatrix} a_x \\ a_y \end{pmatrix}$  et  $\vec{b} \begin{pmatrix} b_x \\ b_y \end{pmatrix}$  :  $\vec{a} \wedge \vec{b} = \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \\ a_x b_y - a_y b_x \end{pmatrix}$  et  $|\vec{a} \wedge \vec{b}| = |\vec{a}| |\vec{b}| \sin \theta$

Le résultat du produit vectoriel, est en toute rigueur, un vecteur. Mais en pratique, nous ne traiterons que des problèmes bidimensionnels, et nous pourrions considérer que le produit vectoriel est un scalaire (nombre). Nous disposons donc 2 méthodes pour le calculer :  $|\vec{a} \wedge \vec{b}| = |\vec{a}| |\vec{b}| \sin(\widehat{(\vec{a}, \vec{b})}) = a_x b_y - a_y b_x$

## 2- Fonction - dérivation - intégration

### 2-1 Calcul de la pente d'une droite (coefficient directeur)

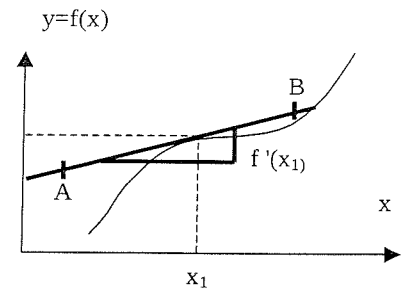
Soient deux points  $A \begin{pmatrix} x_A \\ y_A \end{pmatrix}$  et  $B \begin{pmatrix} x_B \\ y_B \end{pmatrix}$ , la pente de la droite passant par A et B est  $a = \frac{y_B - y_A}{x_B - x_A}$



## 2-2 Dérivation

Soit  $f'(x)$  la dérivée de  $f$  par rapport à  $x$  :  $f'(x) = \lim_{\Delta x \rightarrow 0} \frac{f(x + \Delta x) - f(x)}{\Delta x}$

On dit que  $f'(x_1)$  est la pente de la tangente à la courbe représentative de  $f$  en  $x_1$ , ou encore le nombre dérivé en  $x_1$



### 2-2 Dérivées de fonctions usuelles

$f(x)$	$f'(x)$	Opérations sur les dérivées
$k$	$0$	$(f+g)' = f' + g'$
$x$	$1$	$(kf)' = kf'$ , si $k$ est une constante
$x^2$	$2x$	$(fg)' = f'g + fg'$
$ax^n$	$anx^{n-1}$	$\left(\frac{f}{g}\right)' = \frac{f'g - fg'}{g^2}$
$\frac{1}{x^n} = x^{-n}$	$-\frac{n}{x^{n+1}} = nx^{-n-1}$	$(f \circ g)' = (g' \circ f)f'$
$\sqrt{x} = x^{1/2}$	$\frac{1}{2\sqrt{x}} = \frac{1}{2}x^{-1/2}$	$(e^f)' = e^f f'$
$\cos x$	$-\sin x$	
$\sin x$	$\cos x$	
$e^x$	$e^x$	

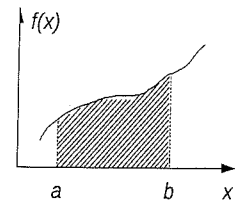
Exemple : si  $p(t), v(t), a(t)$  sont respectivement la position, la vitesse et l'accélération en fonction du temps, on

a :  $v(t) = p'(t) = \dot{p}(t) = \frac{dp(t)}{dt}$  et

$a(t) = v'(t) = \dot{v}(t) = \frac{dv(t)}{dt} = p''(t) = \dot{p}'(t) = \frac{d^2 p(t)}{dt^2}$

## 2-3 Intégration

L'intégrale de  $f$  entre  $a$  et  $b$  se note :  $\int_a^b f(x) dx = [F(x)]_a^b = F(b) - F(a)$  où  $F(x)$  est la primitive de  $f(x)$ . L'intégrale de  $f$  entre  $a$  et  $b$  représente l'aire sous la courbe représentative de  $f$  en fonction de  $x$  (aire hachurée sur la figure à droite).



## 2-4 Primitives usuelles

$f(x)$	$F(x)$ , $k$ étant une constante à déterminer	$f(x)$	$F(x)$
$0$	$k$	$1$	$x+k$
$a$ , constante	$ax+k$	$x$	$\frac{x^2}{2}+k$
$x^n$	$\frac{1}{n+1}x^{n+1}+k$	$\frac{1}{x^2} = x^{-2}$	$-\frac{1}{x}+k$
$\frac{1}{x}$	$\ln x+k$	$\sin x$	$-\cos x+k$
$\cos x$	$\sin x+k$	$e^x$	$e^x+k$

Exemple : si  $p(t), v(t), a(t)$  sont respectivement la position, la vitesse et l'accélération en fonction du temps,

on a :  $p(t) = \int_0^t v(t) dt = V(t) - V(0)$  et

$v(t) = \int_0^t a(t) dt = A(t) - A(0)$ , où  $V(t)$  et  $A(t)$  sont les

primitives de la vitesse et de l'accélération