

# BTS PROTHÉSISTE ORTHÉSISTE

## SCIENCES APPLIQUÉES – U. 3

SESSION 2008

---

Durée : 3 heures  
Coefficient : 3

---

**Matériel autorisé :**

- Calculatrice conformément à la circulaire N°99-186 du 16/11/1999

**Dès que le sujet vous est remis, assurez-vous qu'il est complet.  
Le sujet comporte 8 pages, numérotées de 1/8 à 8/8.**

<b>BTS PROTHÉSISTE - ORTHÉSISTE</b>		<b>Session 2008</b>
Sciences appliquées – U. 3	PRSCA	Page : 1/8

## STATIQUE : ÉQUILIBRE FRONTAL (10 pts)

### 1- Appui bipodal statique

Lire le texte extrait de : **La hanche, cahiers d'anatomie vivante – C. Martinez.**

La position d'appui bipodal ne pose pas de problème d'équilibration sur le plan frontal. Elle ne demande pas de contraction musculaire équilibratrice dans le plan frontal, et très peu dans le plan sagittal.

La ligne de gravité passe entre les deux membres d'appui, répartissant de manière homogène le poids supra-coxal sur chacune des deux hanches.

La charge supportée alors est relativement faible.

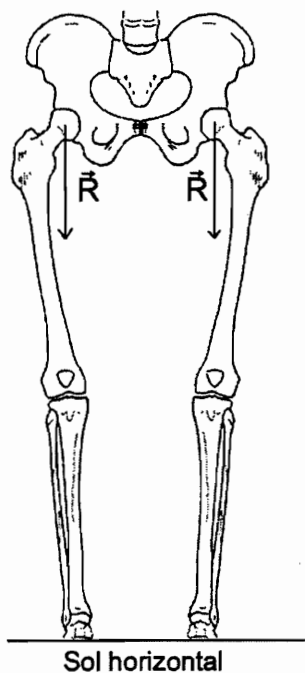


Figure 1

- 1.1- Calculer le poids du sujet  $P_1$  et celui d'un membre inférieur.
- 1.2- Exprimer littéralement l'effort  $R$  exercé sur chacune des têtes fémorales en fonction de  $P_1$ .  
Faire l'application numérique.

Données numériques :

- masse du sujet  $m_1 = 75 \text{ kg}$  ;
- masse d'un membre inférieur ;  
 $m_{\text{inf}} = 20 \% m_1$  ;
- $g = 10 \text{ N.kg}^{-1}$ .

## 2- Appui monopodal statique

- 2.1- Question préliminaire.  
Quel mouvement du corps accompagne le passage d'un appui bipodal sur un appui monopodal ? Justifier.
- 2.2- Donner les caractéristiques de l'action du sol sur le membre porteur.
- 2.3- Faire le bilan des forces qui s'exercent sur le membre inférieur porteur.
- 2.4- Déterminer les caractéristiques de la force verticale  $\vec{F}_{Abd}$ , exercée par les muscles abducteurs et celles de la force  $\vec{R}_O$ , qui s'exerce au point O sur la tête du fémur.
- 2.5- Au vu des résultats des questions 1.2- et 2.4-, la dernière remarque soulignée dans le texte vous semble-t-elle justifiée ?

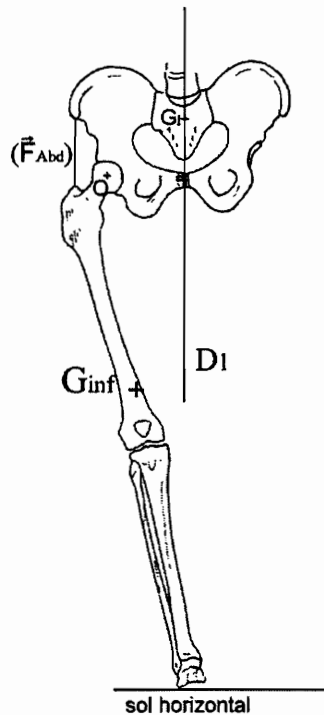


Figure 2

$G_1$  : centre de gravité du sujet.

$G_{inf}$  : centre de gravité du membre inférieur porteur.

$D_1$  : verticale passant par  $G_1$ .

$\vec{F}_{Abd}$  : droite d'action des muscles abducteurs de direction verticale.

Distance  $OD_1 = 12$  cm.

Distance  $O(\vec{F}_{Abd}) = 4$  cm.

Distance  $G_{inf}D_1 = 8$  cm.

### 3- Sujet amputé d'une partie du membre inférieur

- 3.1- L'homme étant amputé d'une partie du membre inférieur droit – cette partie ayant un poids  $P_2$  – exprimer  $d_3$  en fonction de  $P_1$ ,  $P_2$  et  $d_2$  (**figure 3 et 4 ci-dessous**).  
 $D_3$  étant la verticale passant par le centre de gravité  $G_3$  du sujet amputé,  $D_2$  celle passant par le centre de gravité  $G_2$  de la partie amputée et  $D_1$  la verticale passant par le centre de gravité  $G_1$  du sujet.
- 3.2- Déterminer graphiquement la position de  $D_3$ .
- 3.3- Que peut-on dire de la position de  $G_3$  ?
- 3.4- La personne amputée peut-elle être en équilibre telle qu'elle est représentée sur la **figure 3** ? Justifier.

#### Valeurs numériques :

$P_1 = 750 \text{ N}$  ;  $P_2 = 120 \text{ N}$  ;  $d_2 = 7 \text{ cm}$  ;  $G_1G_2 = 60 \text{ cm}$ .

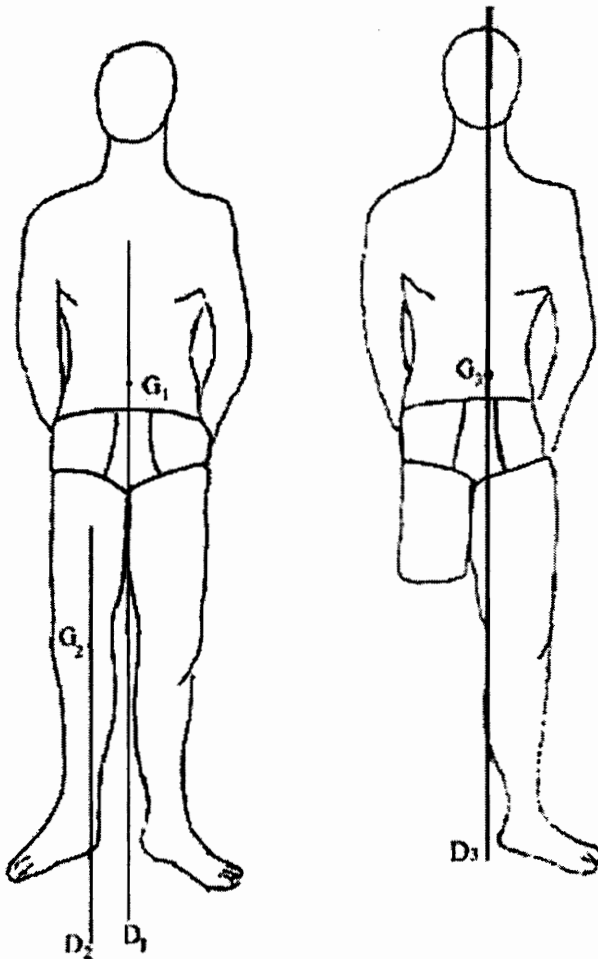


Figure 3

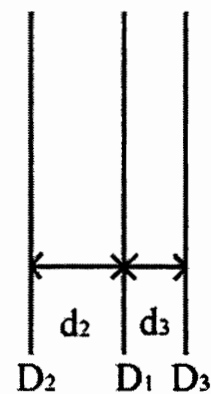


Figure 4

#### 4- Appui sur une prothèse fémorale.

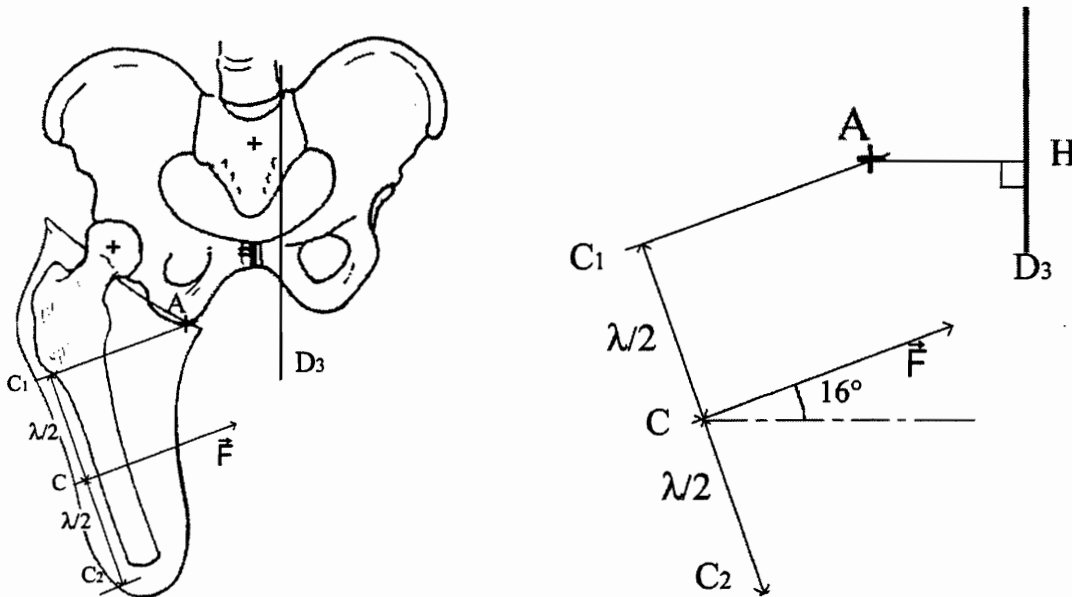
On considère maintenant le sujet appareillé, en équilibre sur sa prothèse : le pied sain n'appuie pas sur le sol et on néglige l'adhérence.

On admet que le contact emboîture tubérosité ischiatique est ponctuel (point A).

On suppose que l'emboîture exerce une pression  $P$  uniforme sur toute la surface de contact du fût fémoral (représenté par  $C_1C_2$ ).

Cette surface est assimilable à un rectangle perpendiculaire au plan de la figure, de longueur  $\Lambda = C_1C_2$  et de largeur  $L$ .

Soit  $\vec{F}$  La force totale exercée sur le fût fémoral par l'emboîture.



#### Données numériques :

$AH = 7 \text{ cm}$  ;  $\lambda = 18 \text{ cm}$ ,  $L = 3 \text{ cm}$ .

- 4.1- Exprimer la force  $\vec{F}$  en fonction de  $AH$ ,  $P_3$  et  $\lambda$ .
- 4.2- En déduire la valeur de  $\vec{F}$ .
- 4.3- Déterminer, graphiquement, la valeur de  $\vec{F}$  et la force  $\vec{P}_A$  subie au niveau de la tubérosité ischiatique en A.  
Échelle des forces : 1 mm pour 10 N. Longueurs : échelle 1.
- 4.4- Montrer, par le calcul, que la pression exercée sur la partie  $C_1C_2$  est inversement proportionnelle à  $\lambda^2$ .  
On exprimera cette pression  $P$  en fonction de  $P_1$ ,  $P_2$ ,  $AH$  et  $L$  la largeur de la surface de contact.

- 4.5- On admet que si la pression  $P$  dépasse  $2.10^5$  Pa, la douleur est trop grande et le patient n'est pas appareillable. En déduire la valeur minimale de  $\lambda$ .
- 4.6- Pour diminuer la pression exercée par l'emboiture, le sujet en charge sur sa prothèse a tendance à se pencher du côté sain (signe de Duchenne).  
Comment cela se traduit-il d'un point de vue mécanique ? En reprenant l'expression établie en 4.4-, justifier que cette inclinaison diminue bien la pression  $P$ .

## RÉSISTANCE DES MATÉRIAUX (5 pts)

1- Une barre d'appui est fixée à l'aide de goujons de longueur 80 mm et de diamètre 8 mm, qui se composent d'une tige filetée aux deux extrémités, séparées par un tronçon lisse et d'un écrou de même diamètre.

Sachant que le goujon est soumis à un effort de traction maximum de 1600 N, déterminer :

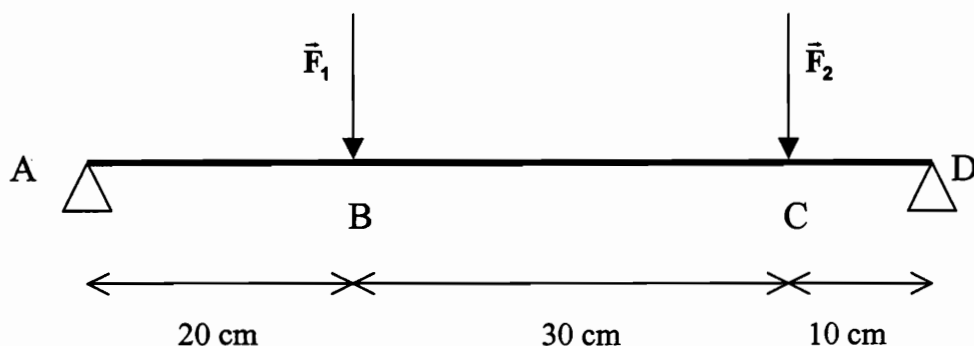
- 1.1- la valeur maximale de la contrainte normale  $\sigma$  dans toute la section droite ;
- 1.2- l'allongement  $\Delta \ell$  ;
- 1.3- le coefficient de sécurité  $s$  adopté.

### Données numériques :

Limite élastique :  $R_e = 255$  Mpa.

Module d'Young :  $E = 20\ 000$  daN.mm<sup>-2</sup>.

2- Une barre d'appui est fixée en deux points A et D comme l'indique la figure suivante ; l'adhérence est négligée.



Les charges  $\vec{F}_1$  et  $\vec{F}_2$  exercées sur la barre sont verticales et appliquées respectivement en B et C.

$F_1 = 200$  N et  $F_2 = 200$  N.

- 2.1- Déterminer les actions exercées en A et D.
- 2.2- Tracer le diagramme des efforts tranchants et des moments fléchissants entre A et D ; on appellera x la distance de A à la section étudiée.

Les diagrammes seront tracés avec les échelles suivantes :

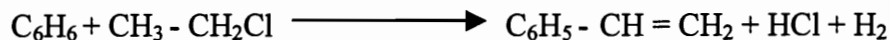
- en abscisse : 1 cm pour 10 cm,
- en ordonnée :  $\left\{ \begin{array}{l} 1 \text{ cm pour } 100 \text{ N,} \\ 1 \text{ cm pour } 1000 \text{ N.m.} \end{array} \right.$

## CHIMIE (5 pts)

### Données

Élément	C	H	Cl
Masse molaire atomique (g.mol <sup>-1</sup> )	12	1,0	35,5

Le styrène (C<sub>6</sub>H<sub>5</sub> - CH = CH<sub>2</sub>) peut se fabriquer selon l'équation de la transformation suivante :



- 1- Nommer les deux réactifs utilisés.
- 2- Calculer la masse de styrène que l'on peut théoriquement obtenir à partir de 1 tonne de benzène.
- 3- Le polystyrène (PS) est obtenu par synthèse à partir du monomère styrène.
  - 3.1- Quel type de synthèse permet la polymérisation du styrène ? Justifier la réponse.
  - 3.2- Écrire l'équation-bilan de la polymérisation du styrène.
  - 3.3- Calculer la masse molaire moléculaire du polystyrène, sachant que son degré (ou indice) de polymérisation est égal à 2 000.
- 4- Le polystyrène peut-il présenter différentes tacticités ? Justifier la réponse.

5- Le polystyrène choc est un copolymère statistique constitué de polystyrène et de polybutadiène1,4.

5.1- Définir les mots : copolymère et statistique.

5.2- Donner la formule chimique d'une unité répétitive (ou motif) de ce copolymère.

6-

6.1- La température de transition vitreuse du polystyrène choc est de  $T_g = 90^\circ\text{C}$  ; ce copolymère est-il rigide ou souple à température ambiante ? Justifier la réponse.

6.2- Quel est le rôle du butadiène ?