

# BTS PROTHESISTE - ORTHESISTE

## SCIENCES APPLIQUEES – U. 3

Session 2004

Durée : 3 heures  
Coefficient : 3

**Matériel autorisé :**

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

**Documents à rendre avec la copie :**

Figures 1, 2, 3 et 4 ..... page 4 à 7/10.

Dès que le sujet vous est remis, assurez-vous qu'il est complet.  
Le sujet comporte 10 pages, numérotées de 1/10 à 10/10.

BTS PROTHESISTE - ORTHESISTE	Session 2004
Sciences appliquées – U. 3	PRSCA
Coefficient : 3	Durée : 3 heures
	Page : 1/10

# BIOMECHANIQUE

## Etude biomécanique statique du bassin : équilibre frontal.

L'adhérence sera négligée dans tout le problème, les contacts seront supposés ponctuels et l'on considérera que toutes les forces s'exercent dans le plan des figures.

Les **figures 1, 2, 3 et 4** sont à l'échelle et à rendre avec la copie.

Le poids du sujet est  $P = 660 \text{ N}$ , et chacun de ses membres inférieurs a un poids  $P_{\text{Inf}} = 120 \text{ N}$ .

### 1- Position d'appui bipodal.

La ligne de gravité passe dans le plan de symétrie des deux membres inférieurs répartissant de manière homogène le poids supra-coxal sur les deux membres inférieurs. Les muscles qui interviennent pour le maintien de l'équilibre sur la moitié droite sont :

- le moyen fessier représenté par la droite D qui exerce une force  $\vec{F}$ .
- l'adducteur représenté par la droite D' qui exerce une force  $\vec{F}'$

Sachant que  $F = 3F'$ , déterminer les forces qui s'exercent sur chacune des têtes fémorales :

- 1.1 - par une méthode graphique sur la figure 1 ( Echelle  $F = 90\text{mm}$ ) ;
- 1.2 - par la méthode algébrique.

### 2- Appui unipodal.

On considère un sujet en appui unipodal statique. On définit les trois droites verticales  $\Delta$ ,  $\Delta'$  et  $\Delta_{\text{Inf}}$  comme suit :

- le centre de gravité du sujet G appartient à  $\Delta$  ;
- le centre de gravité  $G_{\text{Inf}}$  du membre porteur appartient à  $\Delta_{\text{Inf}}$  ;
- le centre de gravité du sujet moins le membre porteur  $G'$  appartient à  $\Delta'$ .

BTS PROTHESISTE - ORTHESISTE		Session 2004
Sciences appliquées – U. 3		PRSCA
Coefficient : 3	Durée : 3 heures	Page : 2/10

Déterminer la position de G' et la distance entre  $\Delta$  et  $\Delta'$  :

2.1.1 - par la méthode graphique sur la figure 2 ;

2.1.2 - par la méthode algébrique.

2.2 - Les muscles abducteurs sont le tenseur du fascia lata qui exerce une force  $\vec{F}_2$  et le moyen fessier qui exerce une force  $\vec{F}_1$ , double de  $\vec{F}_2$ . Déterminer les efforts exercés par chacun des deux muscles abducteurs, et celui sur la tête du fémur.

2.2.1 - Faire le bilan des forces qui s'exercent sur le système :sujet moins membre porteur.

Déterminer les efforts exercés par chacun des deux muscles abducteurs, et celui sur la tête du fémur.

2.2.2 - par la méthode graphique sur la figure 3. (Echelle  $F_1 = 40\text{mm}$ ) ;

2.2.3 - par la méthode algébrique.

2.3 - On admet que le module d'élasticité longitudinale des fibres musculaires est  $E = 4 \text{ N}\cdot\text{mm}^{-2}$ . Quelle doit être la section du muscle qui doit exercer la force  $\vec{F}_1$  de valeur  $F_1 = 700 \text{ N}$  si sa variation relative de longueur est :  $e = 10 \%$ .

2.4 - La contrainte maximale que peuvent supporter les cartilages de la cavité fémorale en compression vaut  $P = 3 \cdot 10^6 \text{ Pa}$ . Le sujet tient dans sa main, du côté opposé au membre porteur, une masse  $m$ , de poids  $200 \text{ N}$ , dont le centre de gravité est situé sur  $\Delta'$ . Déterminer l'effort exercé sur la tête fémorale, en reprenant les hypothèses de la question 2.2 :

- soit par la méthode graphique sur la figure 4 ;

- soit par la méthode algébrique en prenant les mesures utiles sur la figure 4.

On admet que cette pression est uniforme et appliquée sur une surface de  $15 \text{ cm}^2$ .

La pression maximale est-elle dépassée ?

BTS PROTHESISTE - ORTHESISTE		Session 2004
Sciences appliquées – U. 3		PRSCA
Coefficient : 3	Durée : 3 heures	Page : 3/10

Examen ou concours : ..... Série\* : .....

Spécialité/Option : .....

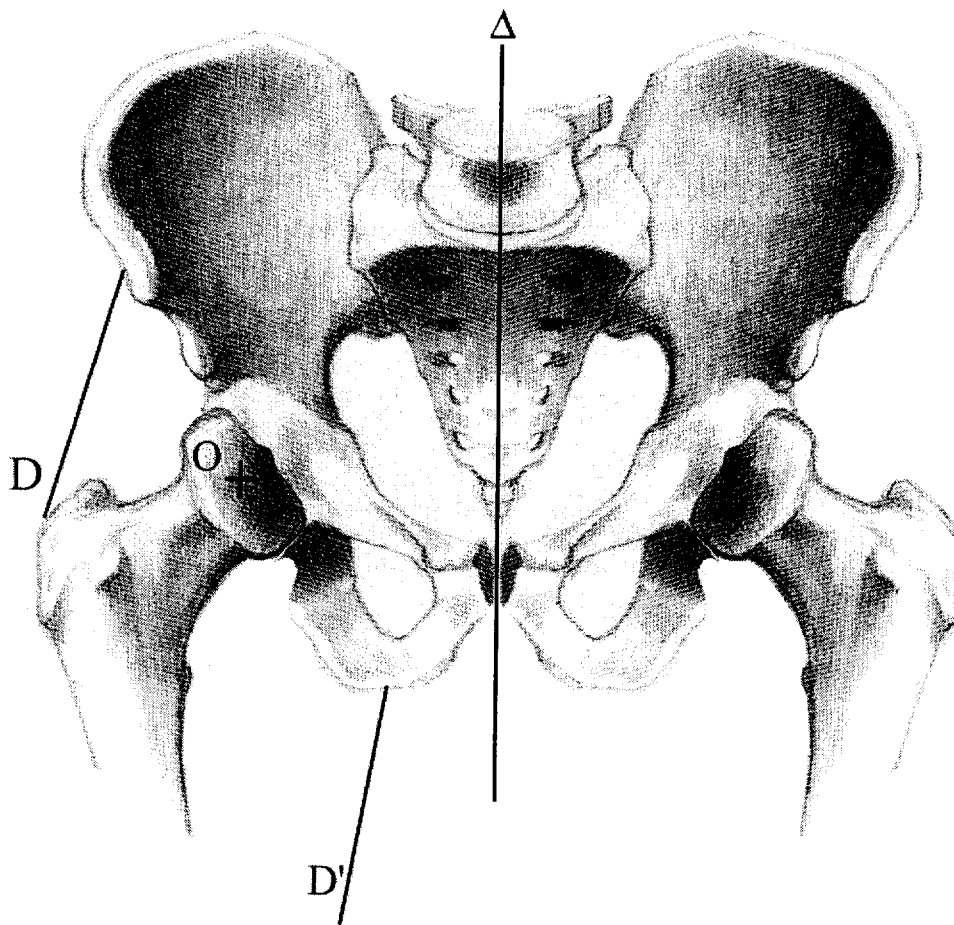
Repère de l'épreuve : .....

Épreuve/sous-épreuve : .....  
(Préciser, s'il y a lieu, le sujet choisi)

Numérotez chaque page (dans le cadre en bas de la page) et placez les feuilles intercalaires dans le bon sens.

**Figure 1 (A RENDRE AVEC LA COPIE)**

**Bassin en appui bipodal.**



BTS PROTHESISTE - ORTHESISTE		Session 2004
Sciences appliquées – U. 3		PRSCA
Coefficient : 3	Durée : 3 heures	Page : 4/10

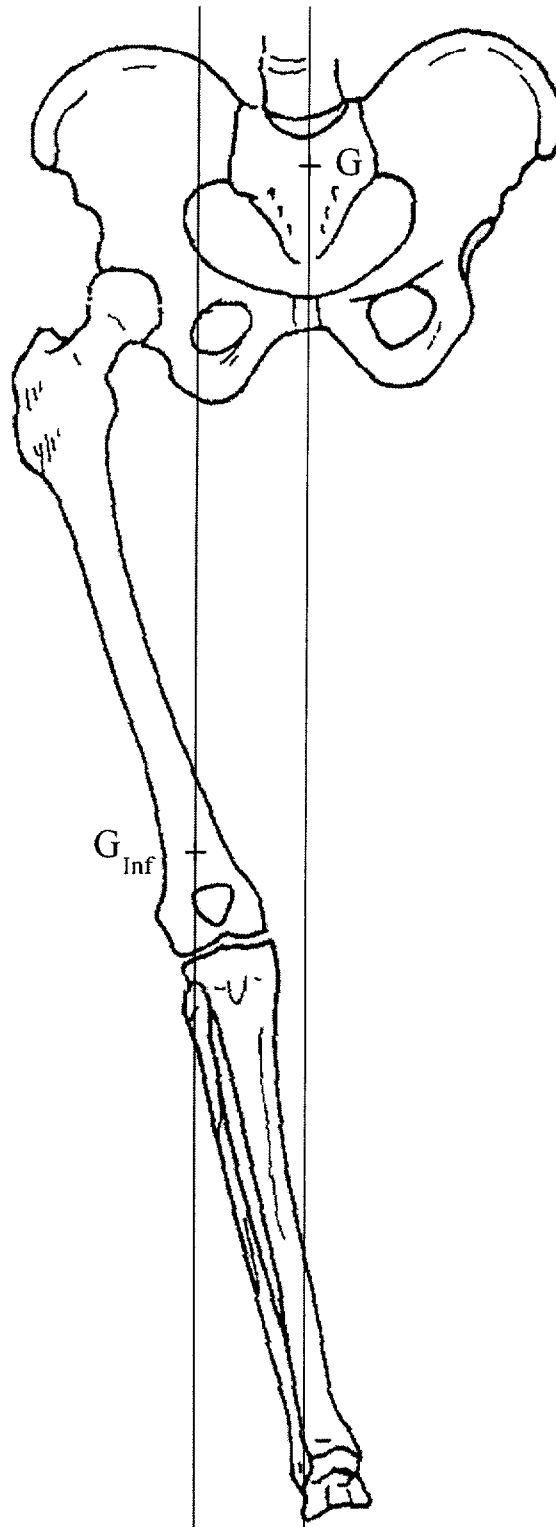
Examen ou concours : ..... Série\* : .....

Spécialité/Option : .....

Repère de l'épreuve : .....

Épreuve/sous-épreuve : .....  
 (Préciser, s'il y a lieu, le sujet choisi)

Numérotez chaque page (dans le cadre en bas de la page) et placez les feuilles intercalaires dans le bon sens.



**Figure 2 (A RENDRE AVEC LA COPIE) : appui unipodal.**

BTS PROTHESISTE - ORTHESISTE		Session 2004
Sciences appliquées – U. 3		PRSCA
Coefficient : 3	Durée : 3 heures	Page : 5/10

Examen ou concours : ..... Série\* : .....

Spécialité/Option : .....

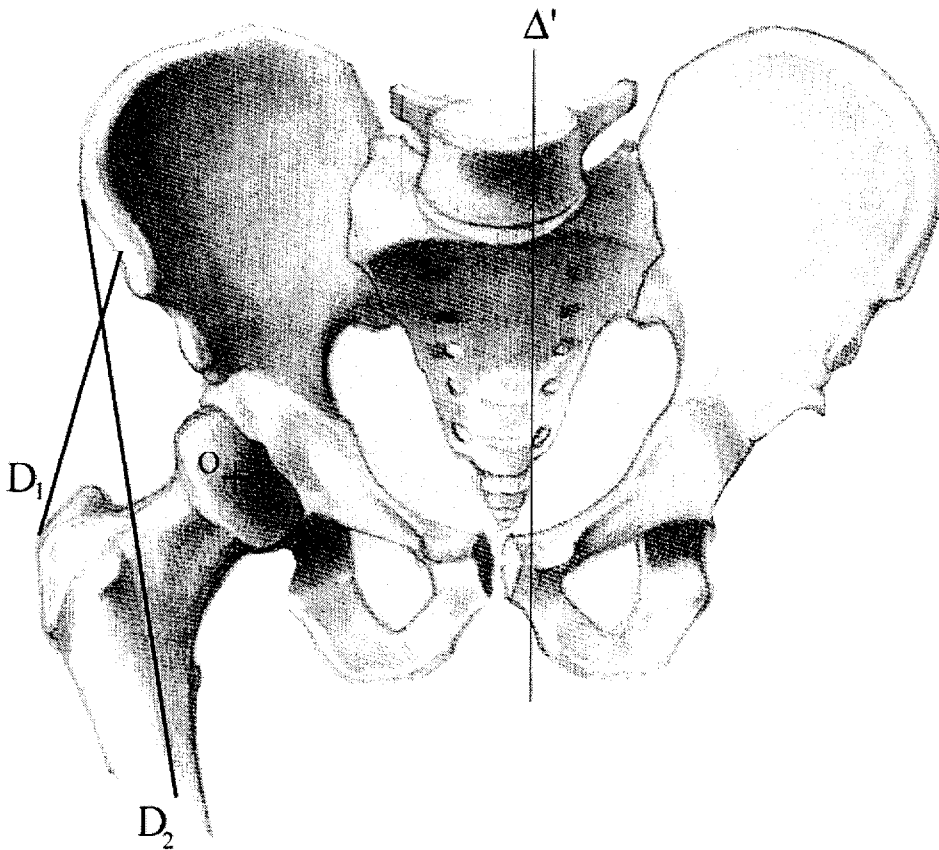
Repère de l'épreuve : .....

Épreuve/sous-épreuve : .....  
(Préciser, suivi s'il y a lieu, le sujet choisi)

Numérotez chaque page (dans le cadre en bas de la page) et placez les feuilles intercalaires dans le bon sens.

**Figure 3 (A RENDRE AVEC LA COPIE)**

**Bassin en station unipodale**



Examen ou concours : ..... Série\* : .....

Spécialité/Option : .....

Repère de l'épreuve : .....

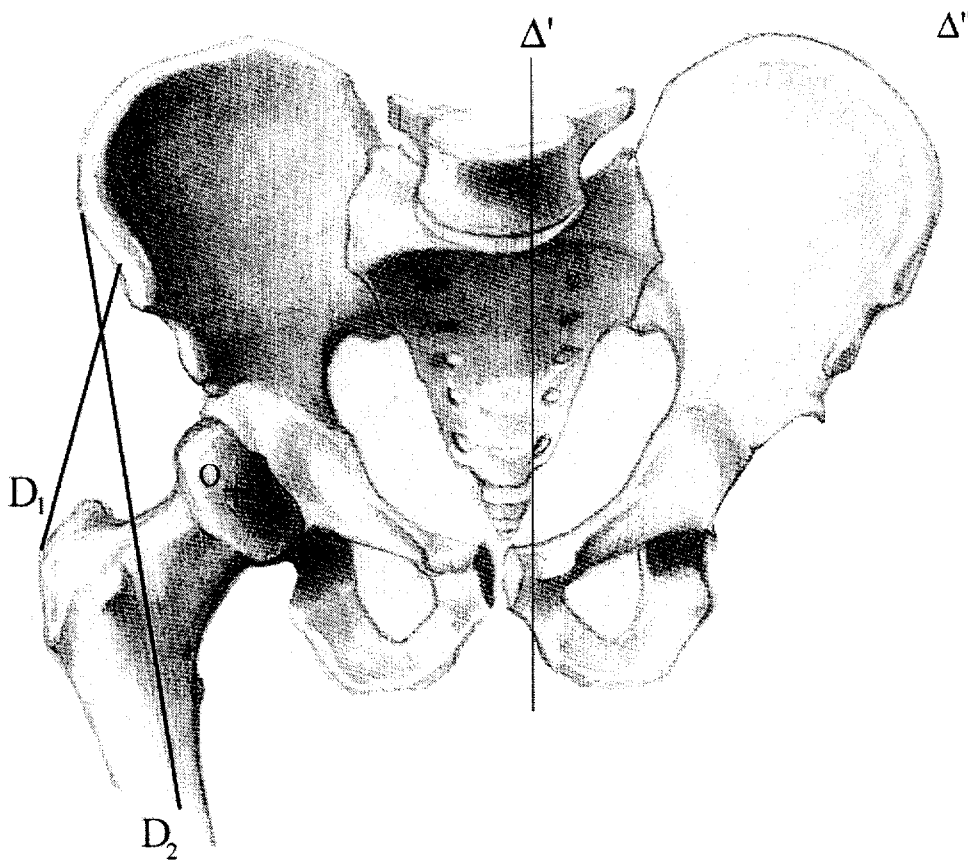
Épreuve/sous-épreuve : .....

(Préciser, s'il y a lieu, le sujet choisi)

Numérotez chaque page (dans le cadre en bas de la page) et placez les feuilles intercalaires dans le bon sens.

**Figure 4 (A RENDRE AVEC LA COPIE)**

**Bassin en station unipodale**



BTS PROTHESISTE - ORTHESISTE		Session 2004
Sciences appliquées – U. 3		PRSCA
Coefficient : 3	Durée : 3 heures	Page : 7/10

## RESISTANCE DES MATERIAUX

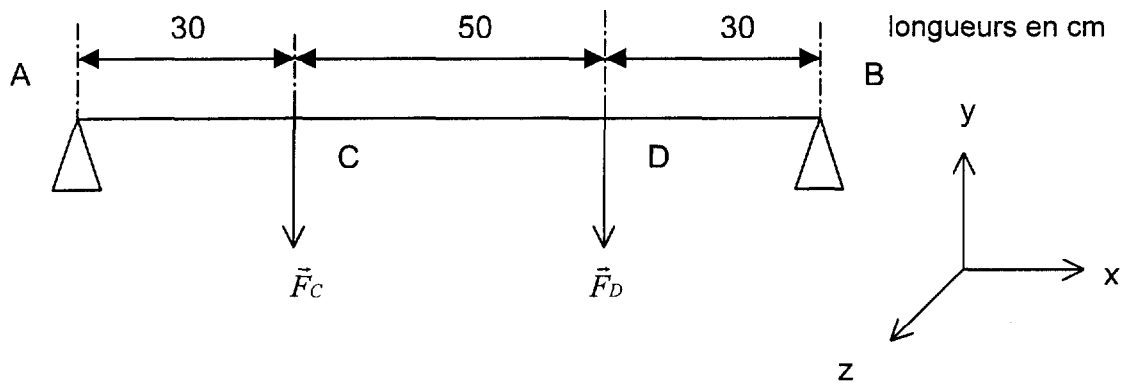
Une rampe d'aide à la marche doit être installée pour l'essayage des prothèses de membre inférieur.

La rampe est une barre cylindrique pleine, posée horizontalement sur deux appuis A et B (figure ci-dessous).

L'étude suivante sera conduite lorsque deux forces  $\vec{F}_C$  et  $\vec{F}_D$  s'exercent en C et D sur la rampe telles que  $F_C = F_D = 400 \text{ N}$ .

On admettra que :

- toutes les forces s'appliquent perpendiculairement à la ligne moyenne et dans le plan longitudinal de la rampe.
- le poids de la rampe est négligé et sa ligne moyenne reste horizontale.



### Partie A

- 1 - Déterminer les actions exercées par les appuis en A et B.
- 2 - Déterminer les équations des efforts tranchants et des moments fléchissants le long de la rampe AB.
- 3 - Tracer les diagrammes correspondants avec les échelles suivantes :  
en abscisse : 1 cm pour 10 cm ;  
en ordonnée : 1 cm pour 400 N et 1 cm pour 40 000 N. mm.

### Partie B

On donne les caractéristiques du matériau :

- limite élastique à la traction :  $R_e = 480 \text{ MPa}$  ;
- limite élastique au cisaillement :  $R_g = 270 \text{ MPa}$  ;
- coefficient de sécurité :  $s = 3$ .

1 - Rappeler les conditions de résistance à la traction et au cisaillement en flexion plane.

2 - En déduire le diamètre minimal D de la rampe.

On rappelle l'expression du moment quadratique d'un disque plein de diamètre d :

$$I_{Gz} = \pi d^4 / 64$$

BTS PROTHESISTE - ORTHESISTE		Session 2004
Sciences appliquées – U. 3		PRSCA
Coefficient : 3	Durée : 3 heures	Page : 8/10



3 - On souhaite utiliser, pour construire la rampe, un tube cylindrique creux de même longueur et de même matériau ayant les mêmes propriétés en flexion. On note  $D'$  le diamètre extérieur et  $d'$  le diamètre intérieur tel que :

$$d' = 0,8D'$$

3.1 - Justifier le fait que le moment quadratique du tube creux est égal à celui de la barre pleine.

3.2 - Montrer que le rapport des masses des deux constructions est égal au rapport des sections.

3.3 - Application numérique : calculer le rapport des masses des deux constructions. Quelle est la construction qui, pour une même résistance aux sollicitations, sera la plus légère donc la plus avantageuse ?

### Partie C

La rampe à construire est un tube creux, de diamètre intérieur  $d' = 20$  mm et de diamètre extérieur  $D'$  tel que  $d' = 0,8D'$  (question B. 3).

1 - Calculer le moment quadratique  $I_{GZ}$  de la rampe.

2 - Etablir l'équation de la déformée entre A et B pour une rampe en acier de module de Young  $E = 2.10^5$  MPa.

3 - Calculer la flèche  $y_l$  au milieu l de la rampe.

## CHIMIE DES MATIERES PLASTIQUES

### Données :

Masses molaires atomiques en  $\text{g.mol}^{-1}$ :  $M_O = 16$  ;  $M_C = 12$  ;  $M_H = 1$

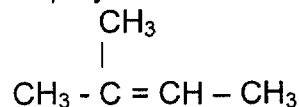
Volume molaire des gaz :  $25 \text{ L.mol}^{-1}$  dans les conditions de température et de pression du problème

1 - Donner la formule développée et le nom du composé que l'on obtient par addition respectivement :

1.1 - de dichlore sur le but-1-ène ,

1.2 - de chlorure d'hydrogène sur le but-2-ène.

2 - On réalise la polymérisation du composé suivant :



BTS PROTHESISTE - ORTHESISTE		Session 2004
Sciences appliquées – U. 3		PRSCA
Coefficient : 3	Durée : 3 heures	Page : 9/10

2.1 - Le nommer.

2.2 - Donner une définition d'une réaction de polymérisation par polyaddition.

2.3 - Ecrire l'équation-bilan de la polymérisation de cet alcène.

2.4 - Le degré de polymérisation moyen est  $n = 50\,000$  ; calculer la masse molaire de ce polymère ainsi que le nombre de mole dans 100 g de polymère.

3 - On réalise la combustion complète de ce polymère :

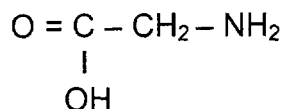
3.1 - Ecrire l'équation-bilan de cette combustion par le dioxygène de l'air.

3.2 - On fait brûler 100 g du polymère, en déduire :

- le volume d'air nécessaire sachant que l'air est composé de 80 % de  $N_2$  et 20 % de  $O_2$  (approximativement) ;
- le volume de dioxyde de carbone formé ;
- la masse d'eau formée.

Quelle conséquence à long terme pour notre atmosphère, une trop grande concentration de dioxyde de carbone dans l'air peut-elle engendrer ?

4 - Soit le composé de formule semi-développée suivante :



4.1 - Quelles sont les fonctions chimiques qui le constituent ? Nommer ce composé.

4.2 - A quel type de réaction de polymérisation est-il soumis ? Justifier.

4.3 - Ecrire l'équation-bilan de la réaction de polymérisation de ce composé ; à quelle famille chimique de matières plastiques le produit de la réaction appartient-il ?

4.4 - Quelles sont les propriétés physiques essentielles de ces matières plastiques ?

4.5 - Quelles caractéristiques de la structure du polymère permettent de justifier ces propriétés ?

BTS PROTHESISTE - ORTHESISTE		Session 2004
Sciences appliquées – U. 3		PRSCA
Coefficient : 3	Durée : 3 heures	Page : 10/10