

# 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 : .....

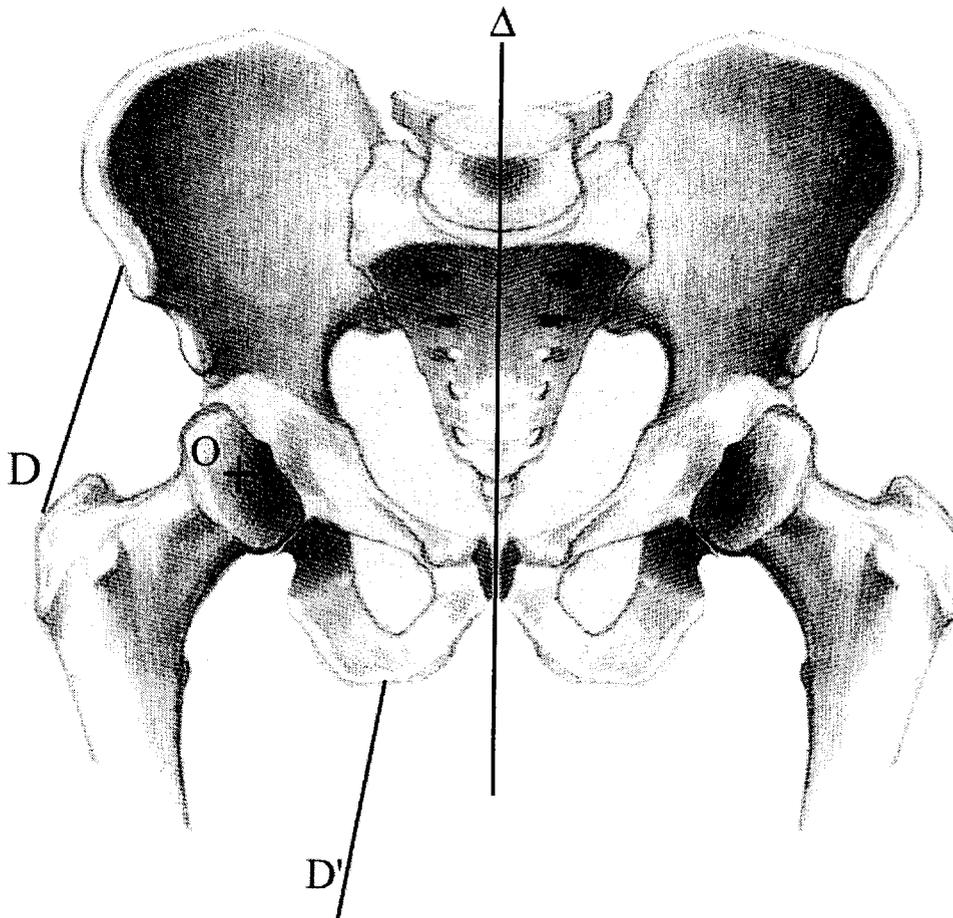
Repère de l'épreuve : .....

Épreuve/sous-épreuve : .....  
(Préciser, 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 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

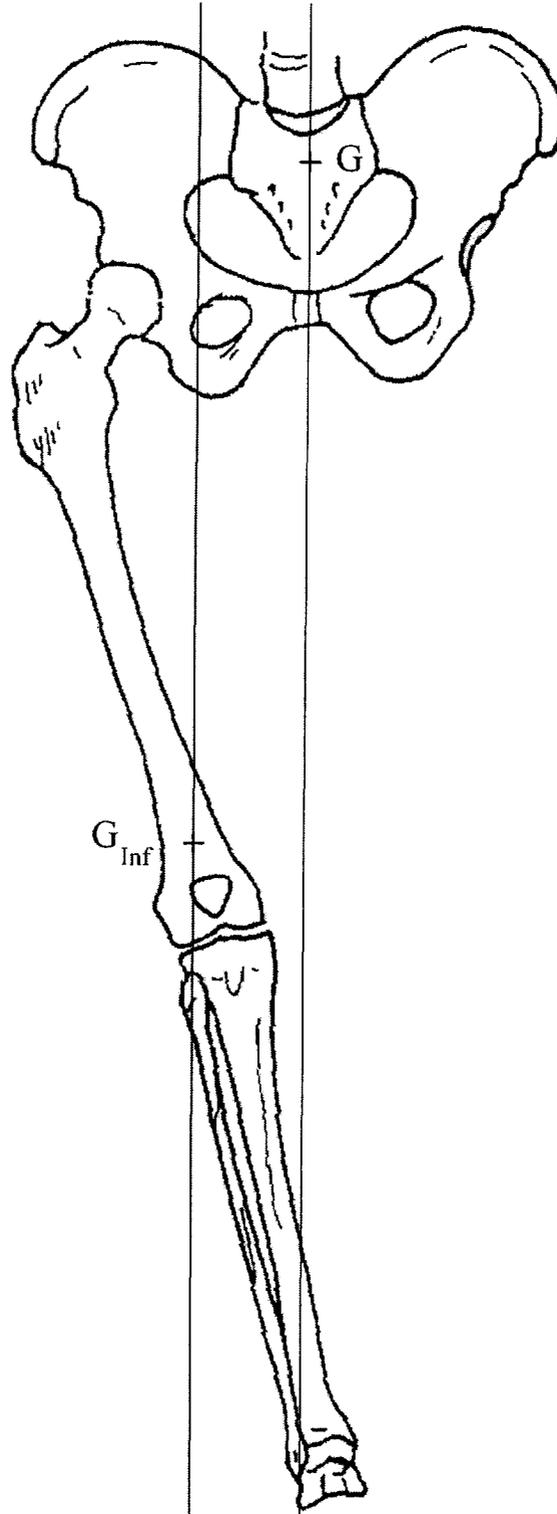
Examen ou concours : ..... Série\* : .....

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 : .....

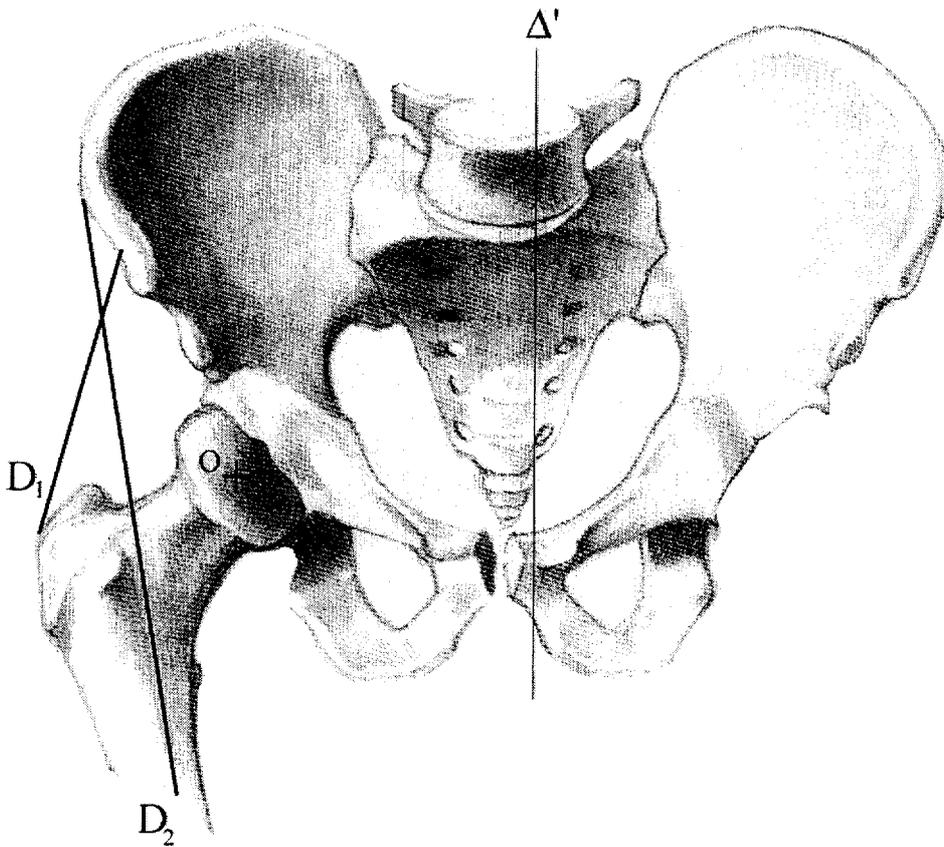
Repère de l'épreuve : .....

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 : .....

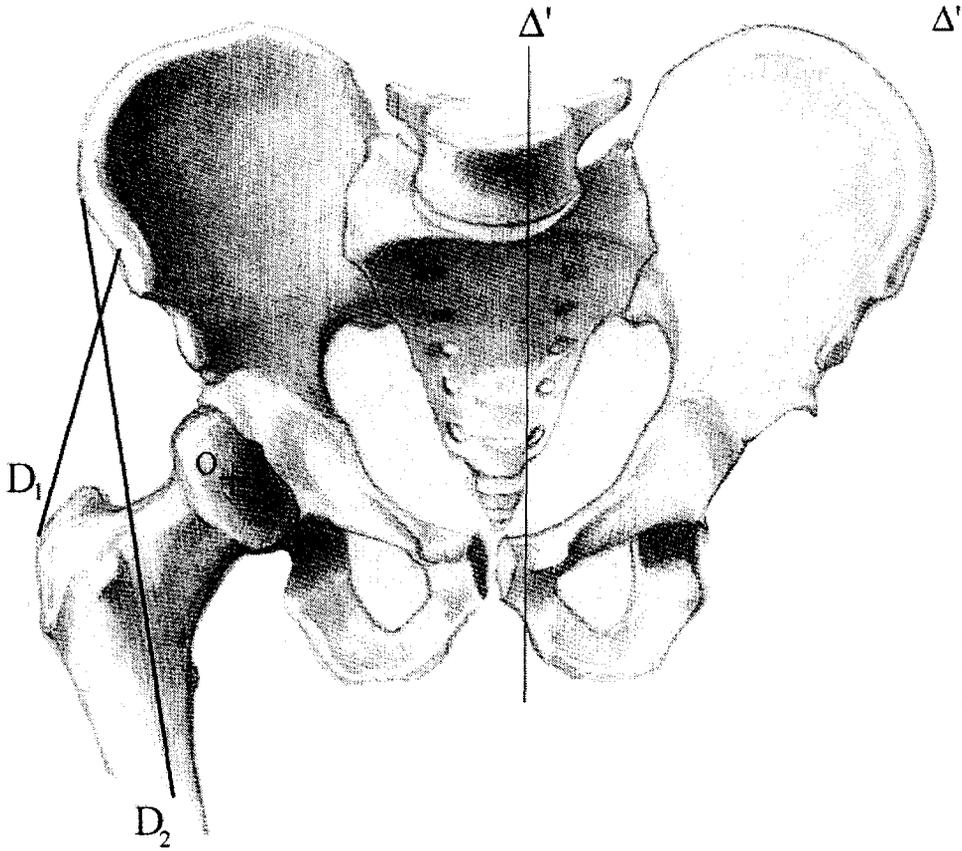
Repère de l'épreuve : .....

Épreuve/sous-épreuve : .....  
(Préciser, 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 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

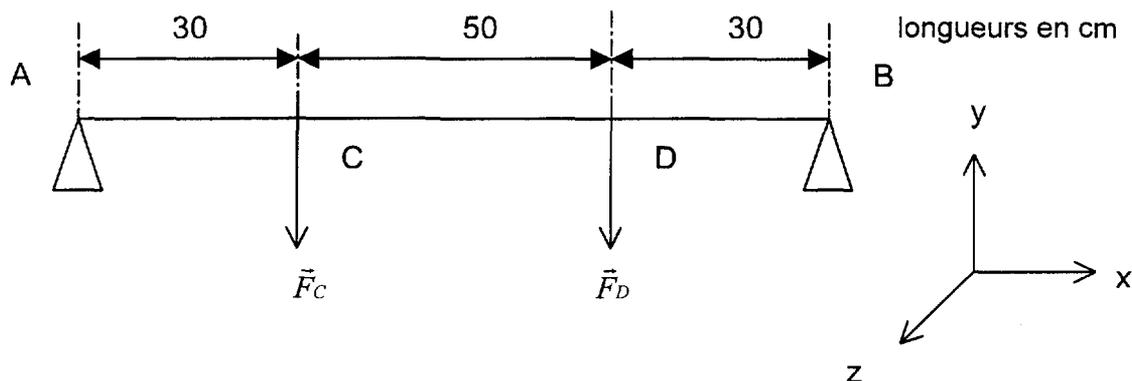
Une rampe d'aide à la marche doit être installée pour l'essayage des prothèses de membre inférieur.

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  $y_1$  au milieu I de la rampe.

## CHIMIE DES MATIERES PLASTIQUES

### Données :

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

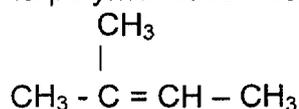
Volume molaire des gaz :  $25 \text{ L.mol}^{-1}$  dans les conditions de température et de pression du problème

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 :

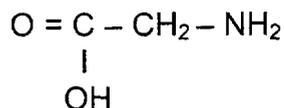
3.1 - Ecrire l'équation-bilan de cette combustion par le dioxygène de l'air.

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