

**BACCALAUREAT TECHNOLOGIQUE**  
**SERIE SCIENCES ET TECHNIQUES INDUSTRIELLES**  
**SPECIALITE : GENIE MECANIQUE (OPTION A ET B)**

**SESSION 2000**

**EPREUVE : ETUDE DES CONSTRUCTIONS**

**Durée : 6 heures**

**Coefficient : 8**

**BANC DE MUSCULATION : PRESSE INCLINEE**

**Aucun document n'est autorisé**

**Moyens de calcul autorisés :**

Calculatrice électronique de poche, y compris les calculatrices programmables, alphanumériques ou à écran graphique à condition que leur fonctionnement soit autonome et qu'il ne soit pas fait usage d'imprimante (conformément à la circulaire N°99-018 du 1 février 1999).

**Ce sujet comprend 3 dossiers de couleurs différentes:**

- Dossier technique (DT1 à DT8) ..... **Jaune**
- Dossier "Travail demandé" (de la page 1/5 à la page 5/5) ..... **Vert**
- Dossier réponse (DR1 à DR4) ..... **Blanc**

*Les candidats rédigeront les réponses aux questions posées sur feuilles de copie ou, lorsque cela est indiqué dans le sujet, sur les documents "réponse" prévus à cet effet.*

**Tous les documents "réponse" sont à remettre à la fin de l'épreuve.**

## **DOSSIER TECHNIQUE**

Ce dossier comporte 8 documents numérotés de **DT<sub>1</sub>** à **DT<sub>8</sub>** :

Présentation - Description du fonctionnement ..... **DT<sub>1</sub>** à **DT<sub>3</sub>**

Nomenclature ..... **DT<sub>4</sub>**

Documentation technique sur les chaînes ..... **DT<sub>5</sub>**

Plan d'ensemble de la presse modèle "Basic" ..... **DT<sub>6</sub>**

Plan d'ensemble partiel du modèle "Fantastic" ..... **DT<sub>7</sub>**

Documentation technique sur les doigts d'indexage ..... **DT<sub>8</sub>**

## ***1 - Présentation du banc de musculation***



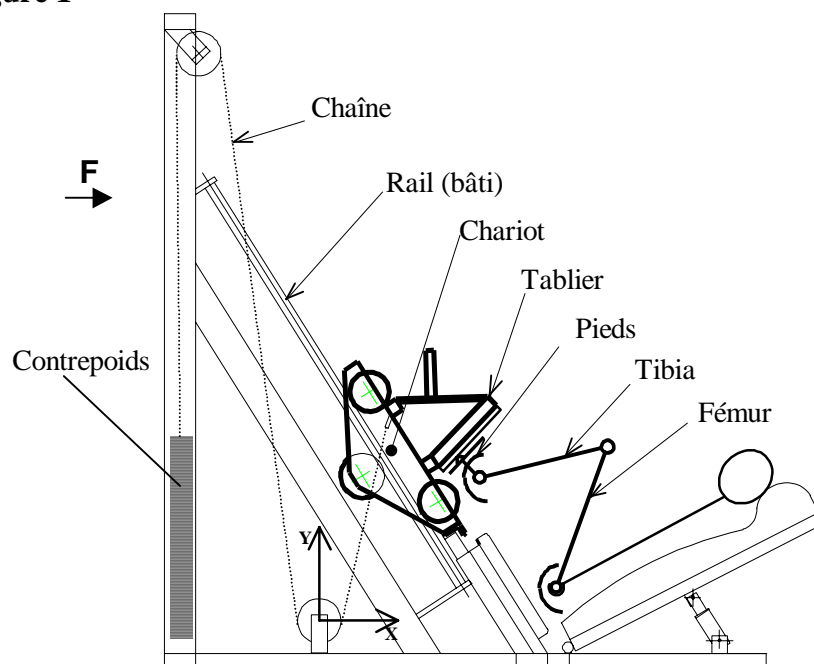
L'entraînement des sportifs de haut niveau comprend à la fois un apprentissage de gestes techniques et une préparation physique.

Une grande partie de cette préparation se fait en salle de musculation où ils peuvent trouver un matériel spécifique pour le renforcement musculaire.

La presse pour jambe est très appréciée par ceux qui souhaitent développer la masse musculaire de leurs cuisses. Ils renforcent grâce à cet appareil les quadriceps et les ischio-jambiers.

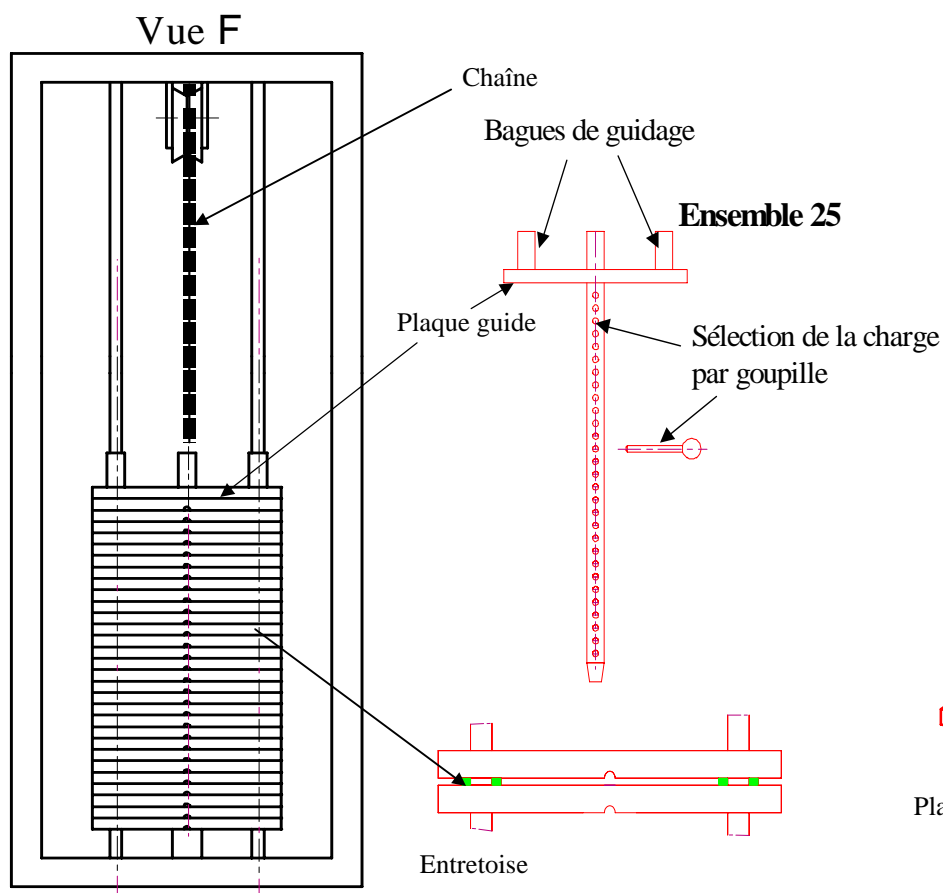
## 2- Schéma de principe de l'appareil

Figure 1

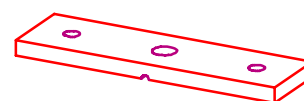


L'utilisateur se positionne jambes pliées, les pieds à plat sur le tablier du chariot. Lorsqu'il tend les jambes, il pousse le chariot qui se déplace sur les rails. Ce déplacement provoque la montée du contrepoids par l'intermédiaire de la chaîne.

Un dispositif (schématisé ci-dessous) permet de choisir la valeur du contrepoids :



Désignation	Presse inclinée
Marque	Panatta Sport
Référence	Art.25B
Gamme	Basic
Version	1999
Prix H.T.	9230 F
Masse totale	335kg
Longueur	215cm
Largeur	65 cm
Hauteur	180 cm
Options	Panneau protecteur
Couleur	Blanche



Plaque 23 en perspective

### 3- Critique de l'appareil

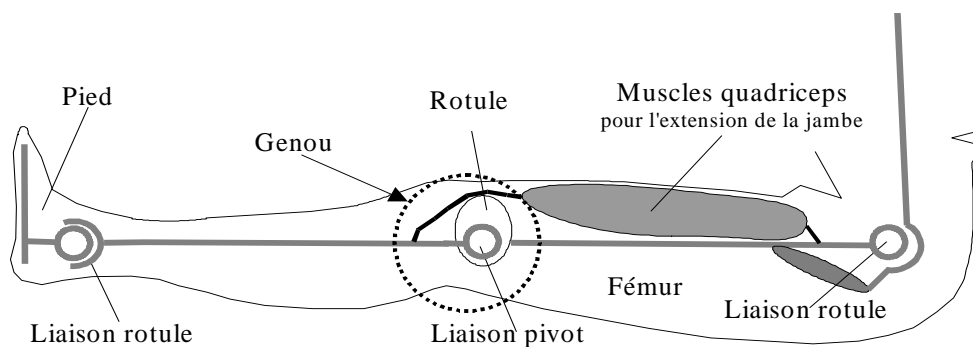
Après plusieurs années d'utilisation, les sportifs de haut niveau se sont aperçus que l'appareil ne musclait pas convenablement les quadriceps. Seule la partie basse du quadriceps était correctement musclée.

L'analyse proposée va permettre de justifier cette critique et de comprendre comment une nouvelle solution constructive peut améliorer la réponse au besoin de musculation.

### 4- Présentation sommaire de la biomécanique du genou dans le mouvement d'extension

La jambe est modélisée de la manière suivante :

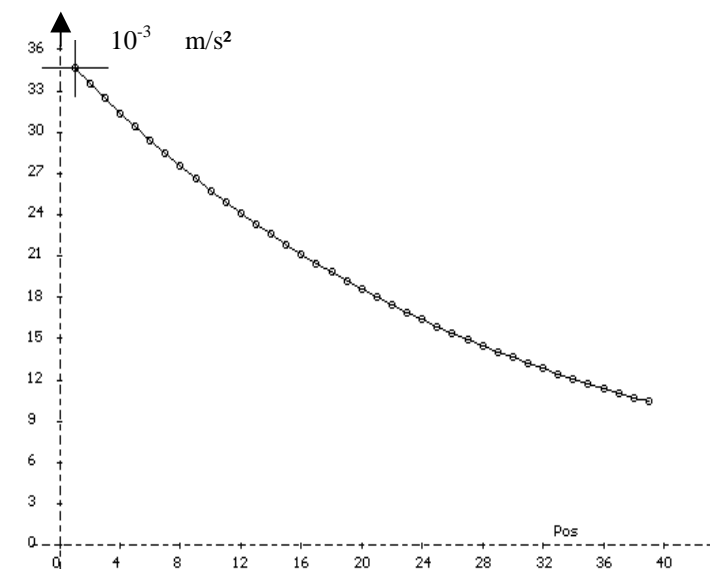
Figure 2



### 5- Annexes

Graphe de l'accélération de l'ensemble des masses pendant une élévation :

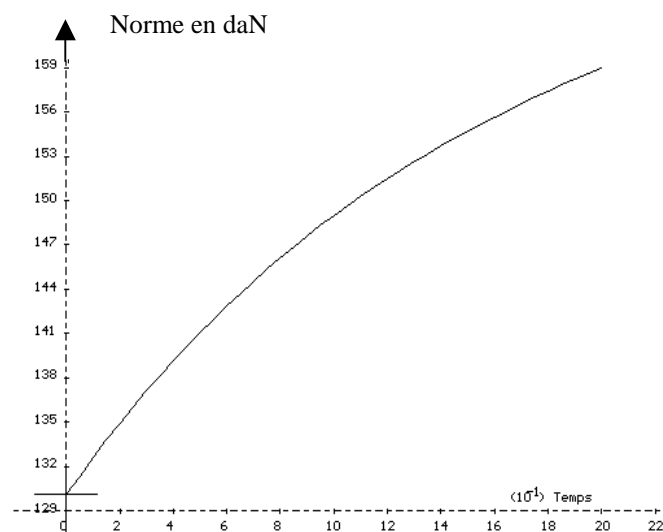
Figure 3



<Espace>:sortie    <+> <+>:valeurs    <Z>:zoom  
 Position n° 1    A =    0.035 m/s²  
 Temps=    0.0500 s

Graphe de la variation de l'action des pieds d'un sportif sur le tablier du chariot pendant une élévation :

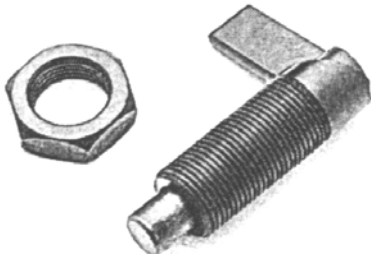
Figure 4

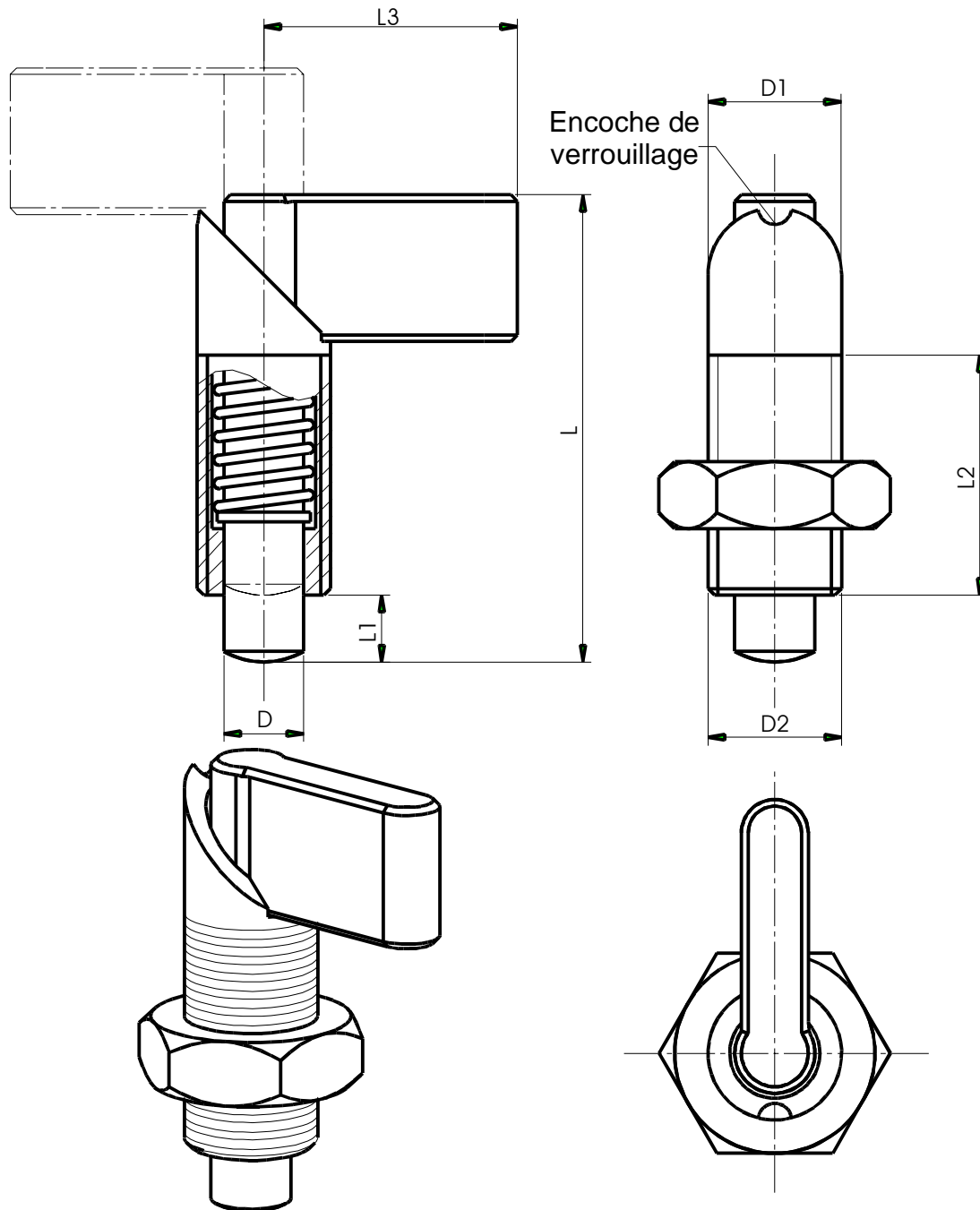


<Espace>:sortie    <+> <+>:valeurs    <Z>:zoom  
 Temps: 0.0E+00    Norme R.    1300.873 N  
 Position: 0    <Espace>

51	6	Protège pieds	Nylon	
50	2	Butée fixe	S235 (E24)	Profilé 40 / 40 / 3
49	2	Butée amovible		
48	6	Bouchon	Nylon	
47	1	Chaîne simple ISO 8 B1		Pas = 12.7 mm
46b	2	Ecrou Nylstop H,M10		
46a	2	Vis H,M10-85,8.8	C 45 (XC48 F)	Axe de poulie de renvoi
45	2	Poulie de renvoi chaîne	Polyamide (Nylon)	Rm = 60 Mpa ; E = 2500 MPa
44	2	Vis de fixation barre de guidage	C 45 (XC48 F)	
43	2	Rondelle plate L8	10 S 10 (10 F 1)	
42	2	Douille de centrage		Chromé
41	16	Rondelle plate L10	10 S 10 (10 F 1)	
40	4	Vis H, M12-35, 8.8		Fixation rail/châssis
39	2	Rail de guidage	S275 (E28)	Etiré à froid, chromé
38	6	Poulie pour chariot	Polyamide (Nylon)	Rm = 60 Mpa ; E = 2500 MPa
37	16	Roulement 10BC10 EE		
36	112	Rondelle plate Z10, 160Hv	C 35 (XC 38)	
35	12	Vis F HC, M6-60, 8.8	C 45 (XC48 F)	Fixation chaîne
34	1	Epi de chargement	S235 (E24)	Chromé
33	1	Axe articulation dossier	S235 (E24)	Emmanché sur châssis
32	1	Châssis chariot	S235 (E24)	Tôle et profilés soudés
31	1	Tablier	Nylon	Vissé au support chariot
30	2	Bague d'appui	S235 (E24)	
29	1	Plaquette de levage	FGL 150	
28	2	Ressort d'amortissement	C 70 (XC 70)	
27	2	Bague de guidage à déclenchement	Nylon	
26	2	Barre d'accrochage	S275 (E28)	Chromé
25	1	Plaque guide + barre d'accrochage	FGL 150 et S235	Tige et plaque soudées (masse 5kg)
24	120	Rondelle de réglage	Nylon	
23	29	Plaque contre poids	FGL 150	Masse 5 kg
22	1	Goupille de sélection contrepoids	S235 (E24) et Nylon	Sphère et tige collées
21	8	Vis H, M10-70, 8.8	C 45 (XC48 F)	Vis de fixation
20	1	Sphère d'appui	Nylon	
19	2	Vis H, M8-50,8.8	C 45 (XC48 F)	Fixation demi palier
18	1	Demi palier	S235 (E24)	
17	1	Levier de sélection contrepoids	S235 (E24)	Profilé 40 / 40 / 3
16	2	Boulon H, M8-60, 8.8		Fixation levier 17/ arbre 15
15	1	Arbre de liaison levier/patte	S355 (E36)	Brut laminé Ø28
14	2	Roulement 25BC03 EE		
13		Non utilisé		
12		Non utilisé		
11		Non utilisé		
10		Non utilisé		
9		Non utilisé		
8		Non utilisé		
7		Non utilisé		
6		Non utilisé		
5	1	Siège	Polyuréthane	Vissé sur 1
4	9	Vis H, M8-60, 8.8	C 45 (XC 48 F)	Fixation dossier, siège, plateau
3	1	Dossier	Polyuréthane	Vissé sur 2
2	1	Support de dossier	S235 (E24)	Profilé 50 / 50 / 4
1	1	Châssis	S235 (E24)	
Rep	Nb	Désignation	Matière	Observation

## Presse inclinée BASIC

	<b>DOIGT D'INDEXAGE VERROUILLABLE</b>	<b>Acier bruni</b> Steel blackened Acero pavonado	
<b>0340</b>	Indexing plunger lockabe Vastago de centrado con cierre		

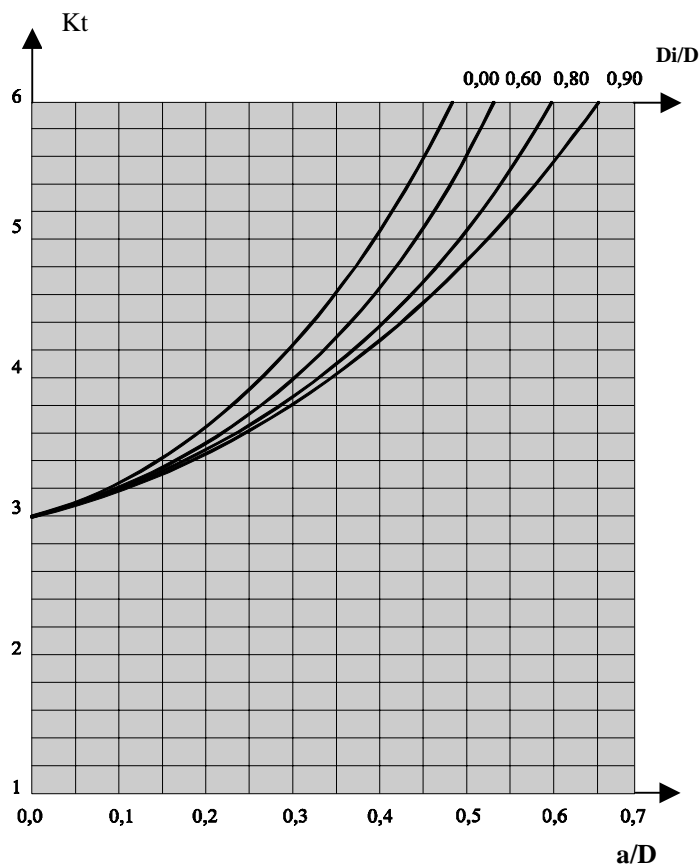
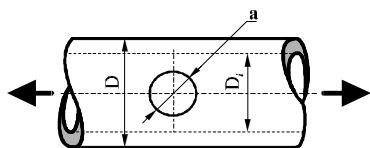


REFERENCE	D	D1	D2	L	L1	L2	L3
0340 080	8	20	M20x1,5	69	12	36	37
0340 100	10						
0340 120	12						

# COEFFICIENT DE CONCENTRATION DE CONTRAINTE $K_t$

D'après les documents du C.E.T.I.M. :

Pour un arbre avec trou transversal soumis à une sollicitation de traction :



## Remarques importantes :

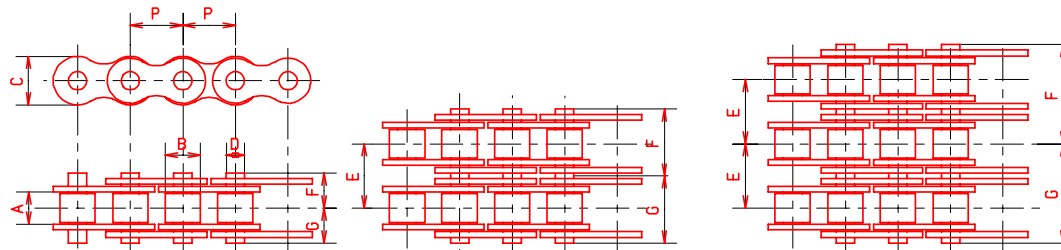
-Pour un arbre plein  $Di/D=0$

-Ici le coefficient  $K_t$  s'applique à la contrainte nominale  $\sigma_n$  calculée dans une section droite de l'arbre non percé.

# CHAINES A ROULEAUX (extrait de documentation constructeur)

## Chaînes à rouleaux symbole B Série européenne suivant Normes :

ISO 606,  
AFNOR E26102,  
DIN 8187,  
BS 228



Référence	N° Norme	Pas P mm	Entre plaques A mm	Ø rouleaux B mm	Type	Hauteur plaques C mm	Ø axes D mm	Pas trans. E mm	Largeur sur axes F mm	Largeur sur axes G mm	Surface de travail mm <sup>2</sup>	Charge limite N
B10004	-	4,00	2,70	2,50	Simple	4,10	1,65	-	3,40	4,60	7,00	1800
B10005	DIN 03	5,00	2,50	3,20	Simple	4,10	1,65	-	3,70	6,20	6,00	2200
B10006	DIN 04	6,00	2,80	4,00	Simple	5,00	1,85	-	3,70	6,60	8,00	3000
B10008	05 B1	8,00	3,00	5,00	Simple	7,10	2,31	-	4,30	7,40	11,00	5000
B14008	05 B2				Double			-	7,20	10,30	22,00	7500
B16008	05 B3				Triple			-	10,00	13,10	33,00	13200
B10038	06 B1	9,525	5,72	6,35	Simple	8,25	3,28	-	6,70	10,00	28,50	11100
B14038	06 B2				Double			-	11,90	15,20	56,00	18500
B16038	06 B3				Triple			-	17,00	25,80	84,00	27500
B10037	-	9,525	3,94	6,35	Simple	8,25	3,28	-	5,30	6,80	21,90	11100
B10043	08 B1	12,7	7,75	8,51	Simple	11,80	4,43	-	8,50	12,40	50,00	19000
B14043	08 B2				Double			-	15,50	19,40	100,00	36500
B16043	08 B3				Triple			-	22,50	26,40	150,00	56000
B11048	081	12,7	3,30	7,75	Simple	9,90	3,66	-	5,10	6,60	21,00	8200
B12048	-	12,7	4,88	7,75	Simple	10,70	3,97	-	6,90	9,50	32,00	15000
B11044	-	12,7	5,21	8,51	Simple	11,80	4,44	-	7,10	8,40	38,70	18160
B10053	10 B1	15,875	9,65	10,16	Simple	14,70	5,08	-	9,80	13,90	67,00	23000
B14053	10 B2				Double			-	18,10	22,20	134,00	46500
B16053	10 B3				Triple			-	26,40	30,50	201,00	60000
B110054	-	15,875	6,48	10,16	Simple	13,70	5,08	-	7,90	9,10	51,00	22700
B10063	12 B1	19,05	11,68	12,07	Simple	16,10	5,72	-	11,40	16,00	88,00	30500
B14063	12 B2				Double			-	21,10	25,70	177,00	61000
B16063	12 B3				Triple			-	30,80	35,40	264,00	92000
B10083	16 B1	25,40	17,02	15,87	Simple	21,00	8,28	-	18,00	23,40	207,00	63750
B14083	16 B2				Double			-	34,00	39,40	413,00	127500
B16083	16 B3				Triple			-	50,00	55,40	619,00	191250



## **DOSSIER "TRAVAIL DEMANDE"**

Ce dossier comporte 5 pages et le travail demandé est constitué de cinq parties.

Il est conseillé de consacrer à chacune des parties la durée suivante :

Lecture du dossier technique et du sujet ..... 0h30

1<sup>ère</sup> partie : Analyse et compréhension du mécanisme - page 1/5 ..... 0h45

2<sup>ème</sup> partie : Etude du dégagement de la goupille - page 1/5 ..... 1h

3<sup>ème</sup> partie : Etude des performances - page 2/5 ..... 1h45

4<sup>ème</sup> partie : Evolution du produit - page 4/5 ..... 1h30

5<sup>ème</sup> partie : Validation de composants - page 5/5 ..... 0h30

Répondre sur feuille de copie.

### Objectif

Cette première partie vise à la compréhension du fonctionnement de la presse.

Elle utilise les documents DT<sub>1</sub>, DT<sub>2</sub>, DT<sub>4</sub> et DT<sub>6</sub>. Les repères de référence sont indiqués sur le document DT<sub>6</sub>.

### Données :

La presse présente un plan de symétrie vertical pour les études proposées.

Elle comprend un chariot monté sur galets. Ce chariot vient en butée en position basse (appareil au repos : contact entre **32** et **50**).

## 1.1- Etude du chariot

**1.1.1-** Quelle est la nature de la liaison entre un galet **38** et le chariot **32** ?

Décrire en quelques mots précis la solution constructive utilisée.

**1.1.2-** Indiquer le mouvement du chariot par rapport aux barres **39**.

Décrire en quelques mots précis la solution constructive utilisée.

## 1.2- Sélection de la charge à soulever

**1.2.1-** Décrire en quelques phrases concises comment s'effectue la sélection de la charge à soulever.

**1.2.2-** Déterminer la valeur de la masse de la charge maximale que l'on peut sélectionner (en négligeant la masse du chariot et de la chaîne).

## 2<sup>ème</sup> partie

### Etude du dégagement de la goupille

Répondre sur feuille de copie.

### Données :

Le poids des plaques **23** s'exerce sur la goupille **22**. Le frottement provoque un effort résistant au retrait de cette goupille.

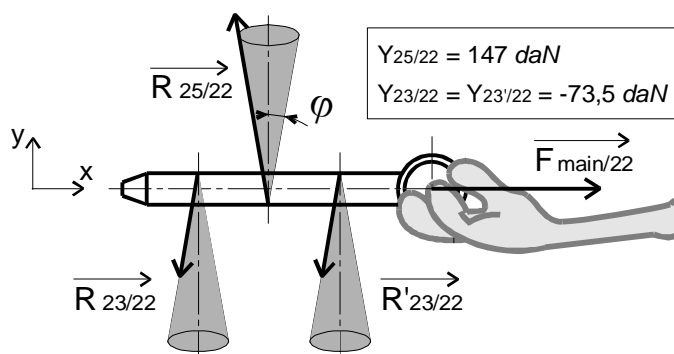
Le coefficient de frottement entre les différentes pièces en contact est égal à  $f = \tan \varphi = 0,2$ .

**2.1-** Dans le cas le plus défavorable, on obtient la modélisation de la figure ci-contre.

Une étude statique préalable sur la goupille **22** nous donne :

$$\vec{R}_{25/22} + \vec{R}_{23/22} + \vec{R}'_{23/22} + \vec{F}_{main/22} = \vec{0}$$

A l'aide de la projection  $\vec{x}$ , calculer l'effort  $\|\vec{F}_{main/22}\|$  nécessaire pour retirer la goupille.



**2.2-** La goupille doit être retirée facilement. Cette contrainte vous semble-t-elle respectée ?

**2.3-** Le levier **17** (voir DT<sub>6</sub>, en bas à droite) permet de diminuer les efforts supportés par la goupille et donc de faciliter son extraction. Réaliser un dessin en perspective à main levée du sous-ensemble (**14<sub>bis</sub>**, **15**, **16**, **17**) sur feuille de copie.

**2.4-** Indiquer quelle particularité présente le montage du roulement **14<sub>bis</sub>** et justifier qu'il fait partie du sous-ensemble précédent.

Répondre sur feuille de copie.

### 3.1- Influence du mouvement sur la tension de la chaîne

#### Objectif

Déterminer, par une étude dynamique, la variation de la tension dans la chaîne pendant une extension des jambes.

#### Données :

Une étude informatique a permis de tracer le graphe de la norme du vecteur accélération du centre de gravité du contrepoids ceci pendant une montée de l'ensemble des masses lors d'une extension des jambes (voir document DT<sub>3</sub>, annexe **figure 3**).

Dans cette étude la masse déplacée est de **150 kg**.

**Hypothèse :** Les liaisons sont considérées parfaites.

**3.1.1-** En appliquant le théorème de la résultante dynamique à l'ensemble noté **E**, constitué du contrepoids et d'un tronçon vertical de chaîne (le poids de ce tronçon sera négligé), déterminer la valeur maximale de la tension dans la chaîne.

**3.1.2-** Comparer la valeur de la tension calculée avec la valeur du poids de l'ensemble des masses. Les études suivantes seront traitées dans le cadre de la statique, justifier ce choix.

### 3.2- Influence de la position du chariot

#### Objectif

Evaluer l'influence de l'inclinaison de la chaîne sur les caractéristiques de l'action mécanique de l'utilisateur sur le chariot entre les 2 positions extrêmes.

#### Données :

Notation à utiliser : **S** pour le sportif ; **Ch** pour le chariot ; **Ch** pour la chaîne et **Bt** pour le bâti.

Repère local associé aux rails **39** (bâti) :  $R_{39}(O, \vec{x}_{39}, \vec{y}_{39}, \vec{z}_{39})$

#### Hypothèse et données :

L'appareil présente un plan de symétrie vertical  $R(O, \vec{x}, \vec{y}, \vec{z})$  (voir **figure a** page suivante).

L'étude de l'équilibre du chariot Ch peut être qualifié de problème plan.

Les frottements seront négligés.

- L'action mécanique du sportif (pieds) sur le chariot est modélisée par le torseur  $\{T(s \rightarrow Ch)\}$ :

$$\text{avec } \{T(s \rightarrow Ch)\} = \begin{Bmatrix} \|A(s \rightarrow Ch)\| & 0 \\ 0 & 0 \\ 0 & 0 \end{Bmatrix}_{R_{39}}$$

- La tension de la chaîne **T** est de **800 N**.

- La liaison chariot - rail par galets est modélisée par une liaison glissière d'axe  $(B, \vec{x}_{39})$ . L'action mécanique transmissible par cette liaison est modélisable par un glisseur en un point particulier

**B, inconnu**, de l'axe  $(O, \vec{x}_{39})$  :

$$\{T(Bt \rightarrow Ch)\} = \begin{Bmatrix} 0 & 0 \\ Y_{Bt \rightarrow Ch} & 0 \\ 0 & 0 \end{Bmatrix}_{R_{39}}$$



Répondre sur le document réponse DR<sub>3</sub>.

Pour améliorer l'efficacité de la musculation, le constructeur a équipé le banc d'une poulie à came (poulie inférieure, voir document DT<sub>7</sub>). Ce modèle appartient à la gamme 'Fantastic'.

Cette solution comprend deux éléments en liaison encastrement : un pignon sur lequel vient s'ancrer la chaîne **B** du chariot et une came de même axe sur laquelle est ancrée la chaîne **A** du contrepoids. Ce dispositif permet d'obtenir une variation importante de l'action de la chaîne sur le chariot en fonction de sa position. Il assure une variation du couple moteur plus adaptée pendant une extension des jambes.

Les deux graphes du document DR<sub>3</sub> présentent, pour les 2 bancs, l'évolution du couple moteur provoqué par les quadriceps (pour les deux jambes) lors d'une extension à vitesse constante.

### 4.1- Comparaison des performances des deux modèles

En comparant ces deux courbes, déterminer la course du chariot durant laquelle le couple moteur de la presse "Fantastic" est supérieur ou égal à la valeur maximale de celui de la presse "Basic". Conclure quant à l'amélioration obtenue.

### 4.2- Réglage du chariot

Répondre sur le document réponse DR<sub>4</sub>.

L'évolution de la presse vers la gamme Fantastic nous amène la contrainte suivante :

*- le début de l'effort de poussée doit toujours s'effectuer sur la même position de la came ceci quelles que soient les mensurations (morphologie) de l'utilisateur.*

⇒ La liaison complète entre le tablier et le chariot doit donc être réglable.

#### Cahier des charges

Le système de réglage manuel de la position du tablier doit répondre aux exigences suivantes:

- permettre un réglage aisé avec 6 positions sur une plage de 200 mm,

**4.2.1-** Compte tenu de l'architecture du chariot (voir perspective sur DR<sub>4</sub>) , quelle doit être la hauteur minimale pour la pièce **323** pour assurer un fonctionnement correct.

**4.2.2-** La solution envisagée est d'effectuer un perçage sur **321** et **322** et d'introduire un doigt d'indexage pour lier complètement ces 2 pièces.

Le trait d'axe défissant le plan de coupe sur le document DR<sub>4</sub> correspond à une position.

⇒ Repérez par un trait d'axe les positions précédente et suivante.

**4.2.3-** Solution constructive adoptée :

- utilisation d'un doigt d'indexage verrouillable (réf. 0340 120) du DT<sub>8</sub>, positionné sur l'axe de la vue de face,
- doigt d'indexage vissé dans une pièce intermédiaire (à concevoir) soudée sur **321**,
- le levier de commande du doigt d'indexage en position verrouillée doit se situer vers l'intérieur du chariot.

⇒ Etablir le dessin d'ensemble de la solution sur le DR<sub>4</sub>, à l'échelle 1, en vue de face et en vue de droite en coupe A-A.

*Répondre sur feuille de copie.*

## **5.1- Chaîne de levage du contrepoids**

### **Objectif**

Valider le choix de la chaîne pour une charge de **150 kg** :

**5.1.1-** Rechercher sur la documentation constructeur (**DT<sub>5</sub>**) la charge de rupture de ce type de chaîne.

**5.1.2-** Déterminer le coefficient de sécurité adopté.

## **5.2- Barre d'accrochage**

### **Objectif**

Vérifier l'état de contrainte dans la barre de levage qui supporte les masses (élément vertical et central de l'ensemble **25**) toujours pour une charge de **150 kg**.

### **Données :**

Cette barre, de diamètre **20 mm**, est percée de trous radiaux de diamètre **8 mm** qui permettent la sélection des masses. Elle est élaborée dans un acier de limite élastique : **Re = 235 MPa**

**5.2.1-** Rechercher, à l'aide du document **DT<sub>5</sub>**, la valeur du coefficient de concentration de contrainte, en déduire la valeur de la contrainte normale maximale.

**5.2.2-** Déterminer le coefficient de sécurité adopté.

**5.2.3-** Comparer les deux coefficients de sécurité calculés (chaîne et barre), conclure.

## ***DOSSIER REPONSE***

Ce dossier comporte quatre documents au format A4 :

DR<sub>1</sub>, DR<sub>2</sub>, DR<sub>3</sub> et DR<sub>4</sub>.

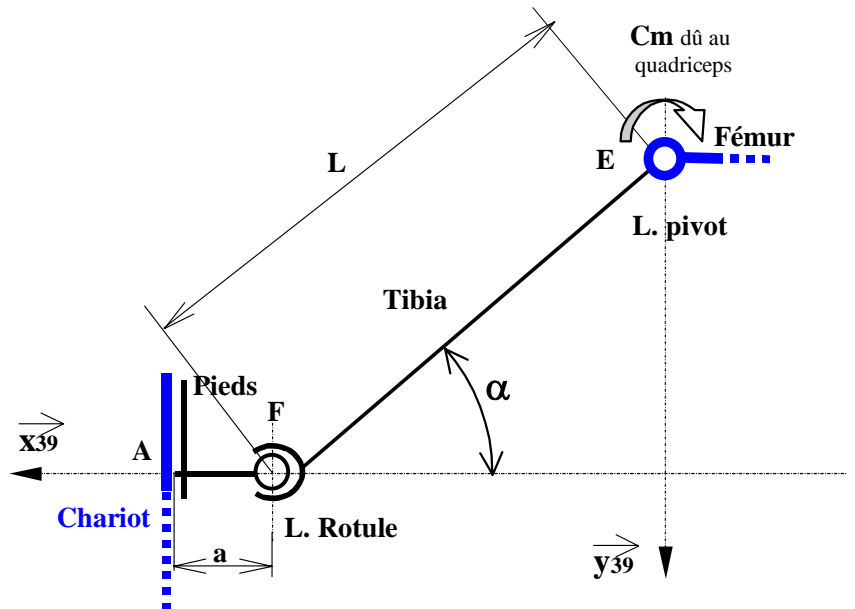
**Tous les documents "réponse" sont à remettre à la fin de l'épreuve.**

### 3.3.1- Ensemble E1 schématisé :

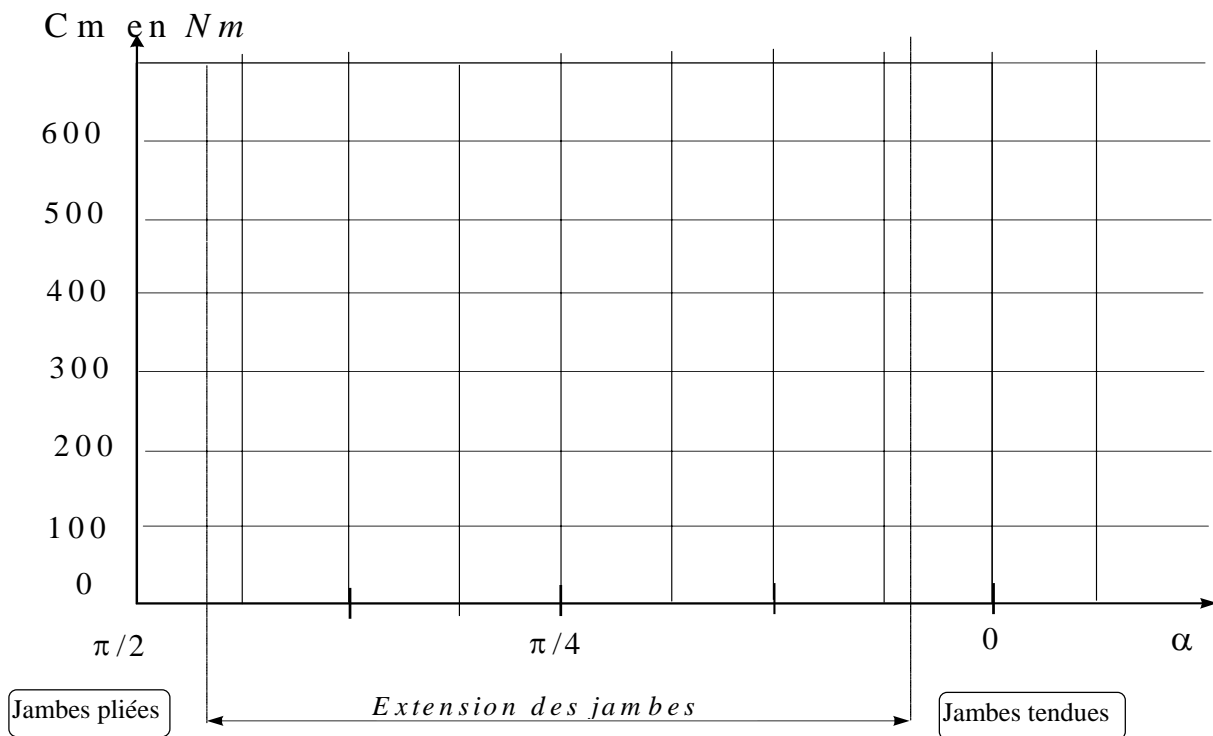
L'angle  $\alpha$  est l'angle entre le tibia d'une jambe et le rail .

Données :

- $L = 380 \text{ mm}$ .
- $a = 100 \text{ mm}$ .
- $0 < \alpha < \frac{\pi}{2}$
- Valeur moyenne de la norme de la résultante des pieds  $\vec{A}_{(S \rightarrow Ch.)}$  : 1400 N.



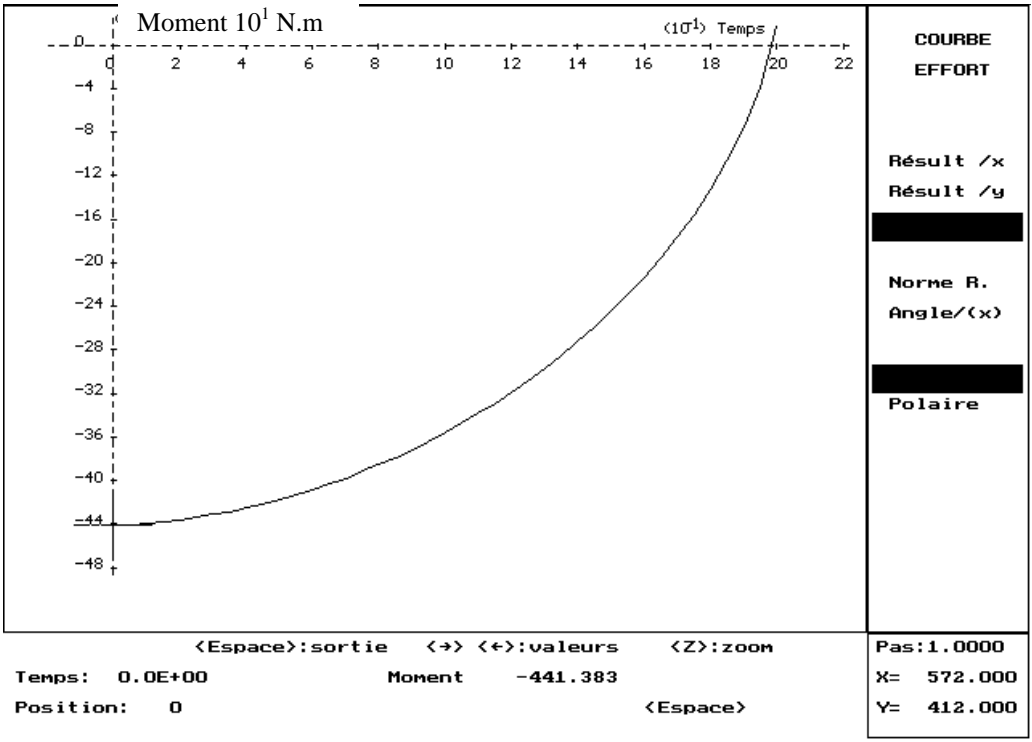
### 3.3.2- Variation du couple moteur $C_m$ :



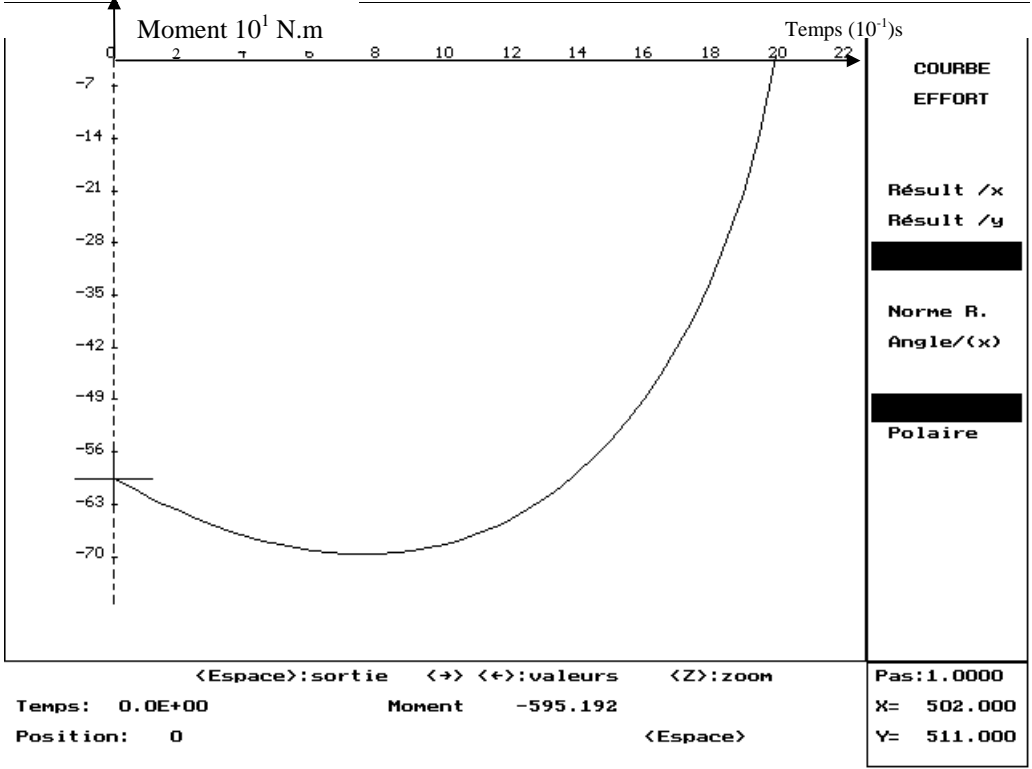


4.1- Graphes des valeurs du couple moteur agissant sur le genou, pour chacune des presses :  
Les résultats sont obtenus pour une vitesse du chariot constante égale à 21 cm/s, et pour une course de 42 cm.  
Sur les graphes suivants, les fonctions représentées sont des fonctions du temps..

Presse " BASIC "



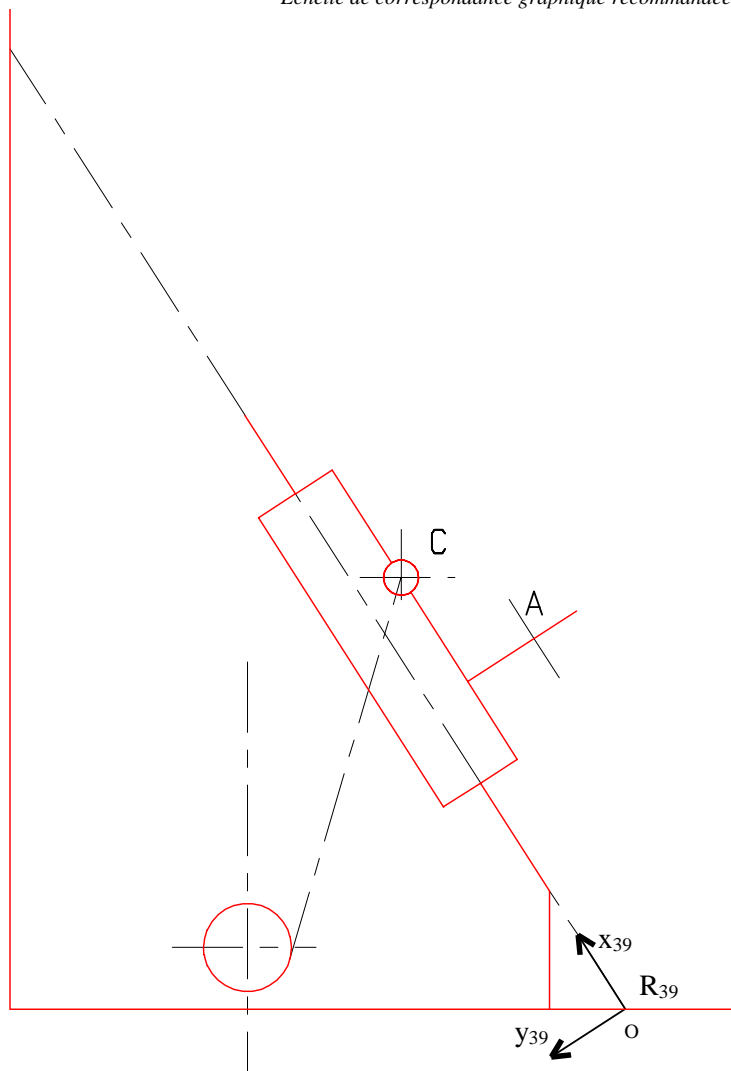
Presse "FANTASTIC "



Valeur de la course et justifications :

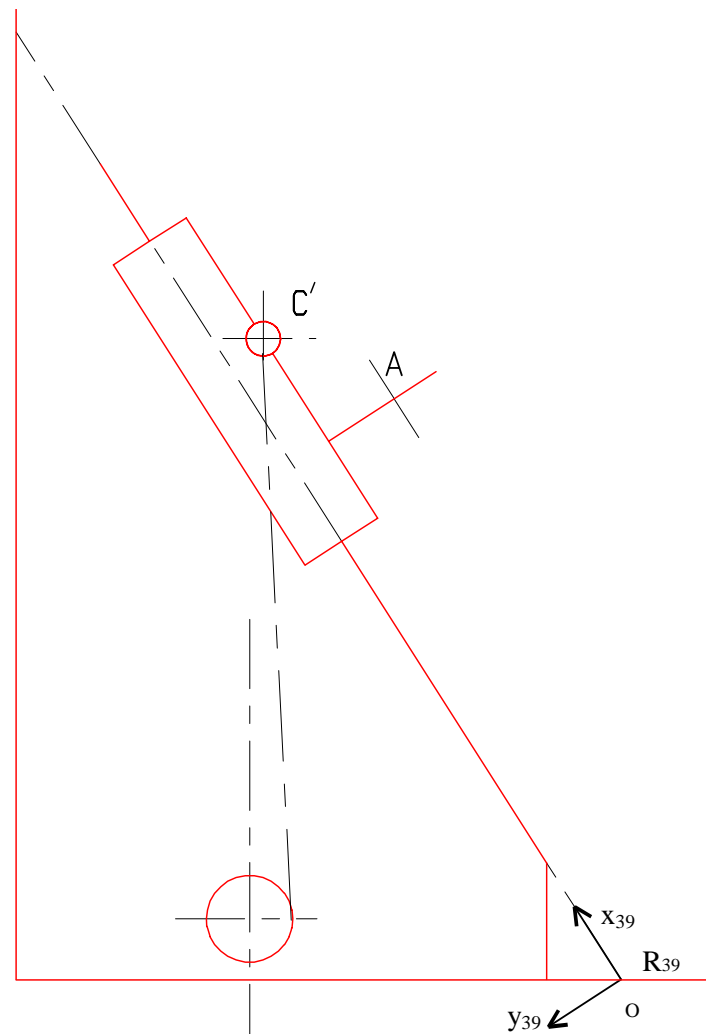
**3.2.1. a - Equilibre du chariot en position basse :**

*Echelle de correspondance graphique recommandée : 1mm  $\Leftrightarrow$  10 N*



$$\|\vec{A}_{(S \rightarrow Ch.)}\| =$$

**3.2.1. b - Equilibre du chariot en position haute :**



$$\|\vec{A}_{(S \rightarrow Ch.)}\| =$$

**3.2.2- Variation de  $\|\vec{A}_{(S \rightarrow Ch.)}\|$  :**