

Institut préparatoire aux études d'ingénieur de Sfax					Département de Préparation au Concours de Technologie	
A.U. : 2025/2026	Classe : MP1/PC1	Sem : 1	Épreuve : Ex. Synth.	Matière : STA	Partie : Mécanique des solides indéformables	Nbr de pages : 6

Les pages à remettre sont les pages 3 à 6

Présentation :

Le système étudié se situe au niveau de la suspension arrière du vélo tout terrain VTT ci-contre.

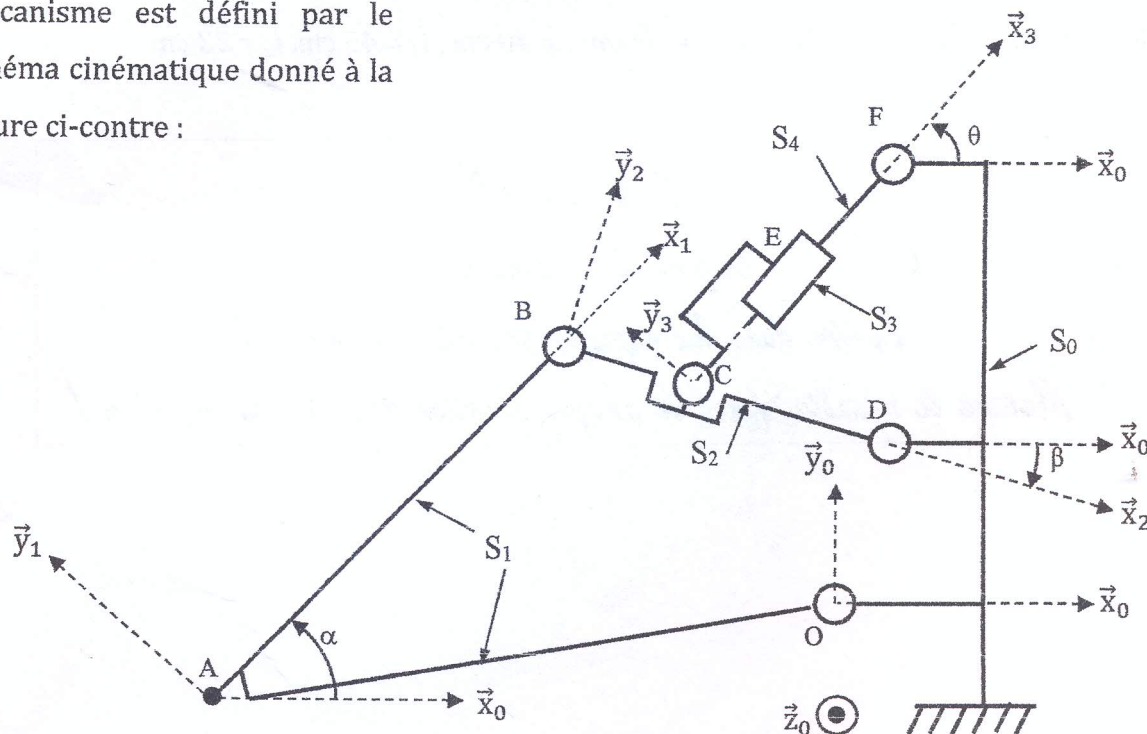


But de l'étude :

Afin d'optimiser l'amortissement par rapport à l'utilisation (balade, randonnée, descente...) et au poids du cycliste, il est nécessaire de connaître la vitesse de déplacement de l'ensemble (ressort plus amortisseur). Cette évaluation se limitera à la partie cinématique de la suspension, elle permettra de dimensionner et de faire un choix de l'ensemble : amortisseur + ressort.

Hypothèses : Dans toute l'étude, on retiendra les hypothèses et les notations suivantes :

- On suppose que les mouvements de tous les composants du système mécanique à étudier sont contenus dans le plan $(O, \vec{x}_0, \vec{y}_0)$ et que les solides S_0, S_1, S_2, S_3 , et S_4 sont indéformables.
- L'ensemble (amortisseur + ressort) est représenté par les solides (S_3, S_4) .
- Le modèle cinématique du mécanisme est défini par le schéma cinématique donné à la figure ci-contre :



- Le solide S_1 , lié au repère $R_1(A, \vec{x}_1, \vec{y}_1, \vec{z}_0)$, est en liaison pivot d'axe $(O, \vec{z}_0)$ avec le châssis S_0 , lié le repère $R_0(O, \vec{x}_0, \vec{y}_0, \vec{z}_0)$. Ce mouvement est paramétré par l'angle $\alpha = (\vec{x}_0, \vec{x}_1) = (\vec{y}_0, \vec{y}_1)$. Ce même solide S_1 est aussi en liaison pivot, au point B, avec la bielle S_2
- la bielle S_2 liée au repère $R_2(B, \vec{x}_2, \vec{y}_2, \vec{z}_0)$ est en liaison pivot d'axe $(D, \vec{z}_0)$ avec le châssis S_0 . Cette bielle S_2 est aussi en liaison pivot d'axe $(C, \vec{z}_0)$ avec le solide S_3 . Son mouvement est paramétré par l'angle $\beta = (\vec{x}_0, \vec{x}_2) = (\vec{y}_0, \vec{y}_2)$.
- Le solide S_3 , lié au repère $R_3(C, \vec{x}_3, \vec{y}_3, \vec{z}_0)$ en liaison pivot d'axe $(C, \vec{z}_2)$ avec le solide S_2 . Ce mouvement est paramétré par l'angle $\theta = (\vec{x}_0, \vec{x}_3) = (\vec{y}_0, \vec{y}_3)$. Il est également en liaison glissière d'axe $(E, \vec{x}_3)$ avec le solide S_4 lié au repère $R_4(F, \vec{x}_3, \vec{y}_3, \vec{z}_0)$. Le mouvement relatif de S_4 par rapport à S_3 est paramétré par la distance $\lambda(t)$ telle que $\overrightarrow{CF} = \lambda(t) \vec{x}_3$.
- Le solide S_4 est aussi en liaison pivot, au point F, avec le support S_0 .
- L'irrégularité de la route entraine une variation de l'angle α . Ainsi cet angle pourrait varier entre 30° et 45°

On donne ci-dessous un extrait du cahier des charges fonctionnel du mécanisme.

Fonction	Critère	Niveau
Assurer le confort de l'utilisateur	Course de l'ensemble (amortisseur + ressort).	$\lambda(t) \leq 4 \text{ cm}$

Les données géométriques du mécanisme sont exprimées par les relations vectorielles suivantes : $\overrightarrow{AB} = l_1 \vec{x}_1$, $\overrightarrow{BD} = l_2 \vec{x}_2$, $\overrightarrow{AD} = a \vec{x}_0 + b \vec{y}_0$, $\overrightarrow{DF} = c \vec{y}_0$, $\overrightarrow{CD} = \frac{2}{3} l_2 \vec{x}_2$ où l_1, l_2, a, b et c sont des constantes avec $a = 75 \text{ cm}$, $b = 30 \text{ cm}$, $c = 40 \text{ cm}$, $l_1 = 45 \text{ cm}$, $l_2 = 22 \text{ cm}$

Bon travail

Soigner la présentation!

Écrire dans les espaces prévus uniquement !

Mettre le résultat final de chaque question dans le cadre prévu !



AVIS IMPORTANT AUX ETUDIANTS

1. Chacune des feuilles de votre copie doit comporter une étiquette code à barres placée à l'endroit indiqué «coller ici votre code à barres»
2. Une copie d'examen comporte une seule «feuille principale» et des «feuilles suites» Sur chacune de vos feuilles, le code à barres est obligatoire
3. Cette feuille d'examen est strictement personnelle Elle ne doit comporter aucun signe distinctif Elle doit être écrite en noir et/ou bleu
4. Le non respect de l'une de ces exigences peut faire attribuer la note ZERO à l'épreuve



NOTE

Coller ici votre
code à barre

01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20

00	25	50	75

**Institut préparatoire aux études
d'ingénieur de Sfax**

**Département de Préparation au
Concours de Technologie**

A.U. :
2025/2026

Classe :
MP1/PC1

Sem :
1

Épreuve :
Ex. Synth.

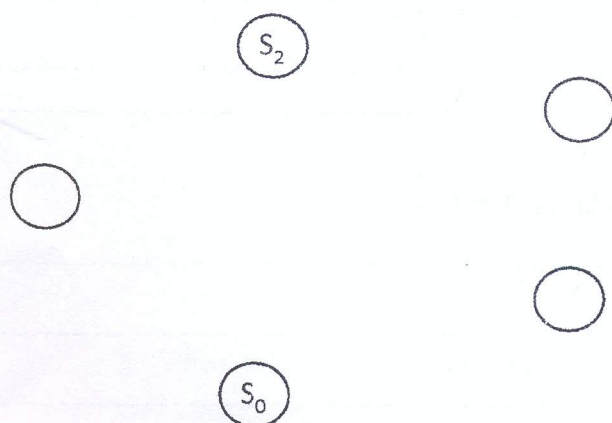
Matière :
STA

Partie :
Mécanique des solides indéformables

Nbr de
pages :
6

PARTIE I : ETUDE PARAMETRIQUE

1. Donner le graphe de liaison du système et donner son type.



Liaisons (L_{ij} : entre solides S_i et S_j)

L_{01} :

.....

.....

.....

.....

.....

.....

Type de la chaîne :

2. Donner le(s) paramètre(s) d'entrée et le(s) paramètre(s) de sortie de ce système.

Paramètre(s) d'entrée :

Paramètre(s) de sortie :

Nom, prénom et signature de
l'enseignant surveillant



g) a) Ecrire, dans la base du repère R_0 , l'équation vectorielle traduisant la fermeture géométrique de la boucle permettant de relier α à β et donner le système d'équation qui en découle.

.....

.....

.....

.....

{

.....

b) Ecrire, dans la base du repère R_0 , l'équation vectorielle traduisant la fermeture géométrique de la boucle permettant de relier β à λ et donner le système d'équation qui en découle.

.....

.....

.....

.....

{

.....

6) En déduire une relation $\lambda = f(\alpha)$

.....

.....

.....

.....

.....

$\lambda =$

4. Vérifier si le critère du cahier des charges fonctionnel est vérifié.

$\lambda_{min} =$

$\lambda_{max} =$

$\Delta\lambda =$

Critère vérifié ? ☐ Oui ☐ Non

PARTIE II : ETUDE CINEMATIQUE :

On donne $\vec{OA} = d \vec{x}_1 + e \vec{y}_1$ (e et d étant deux constantes)

1. Déterminer les vecteurs instantanés de rotation suivants :

$\vec{\Omega}_{S_1/S_0} =$

$\vec{\Omega}_{S_2/S_0} =$

$\vec{\Omega}_{S_3/S_0} =$

$\vec{\Omega}_{S_4/S_3} =$

2. Déterminer par **cinématique** du solide, le vecteur vitesse du point **A** appartenant à **S₁** dans son mouvement par rapport à **S₀**.

$\vec{V}(A \in S_1/S_0) =$

3. Quelle est la nature du torseur cinématique du mouvement de **S₁** par rapport à **S₀** ?

Nature

Justification

4. Déterminer par **cinématique** du solide, le vecteur vitesse du point **B** appartenant à **S₁** dans son mouvement par rapport à **S₀**.

$\vec{V}(B \in S_1/S_0) =$

5. Déterminer par **cinématique** du solide et en fonction de β , le vecteur vitesse du point **C** appartenant à **S₂** dans son mouvement par rapport à **S₀**.

$\vec{V}(C \in S_2/S_0) =$

6. Quelle est la nature du torseur cinématique du mouvement de S_4 par rapport à S_3 ?

Nature

Justification

7. Déterminer par **composition de mouvement**, le vecteur vitesse du point **C** appartenant à S_3 dans son mouvement par rapport à S_0 .

$$\vec{V}(C \in S_3 / S_0) = \dots$$

8. En appliquant la condition cinématique au niveau de la liaison pivot au point **C** entre les deux solides S_2 et S_3 , écrire le système d'équations qui en découle (par projection dans la base du repère R_0)

{

9. Déterminer (s'ils existent) les axes centraux des torseurs cinématiques suivants ?

$\Delta(v_{S_1/S_0})$:

Justification

$\Delta(v_{S_3/S_2})$:

Justification

$\Delta(v_{S_4/S_3})$:

Justification

10. L'axe central du mouvement de S_4 par rapport à S_1 existe-t-il ?

☐ Oui ☐ Non

Justification

11. Existe-t-il un torseur cinématique du mouvement de S_i par rapport à S_j (parmi les 5 solides du système) qui est de nature quelconque (couple + glisseur) ? si oui, lequel ?

Réponse :

Justification

UNITÉ AUTOMATIQUE DE DÉCOUPAGE ET DE PERÇAGE

1- Présentation : Le système à étudier est une unité automatique permettant de découper et de percer des montants d'étagères en bois multifonctions. (Voir figure1)

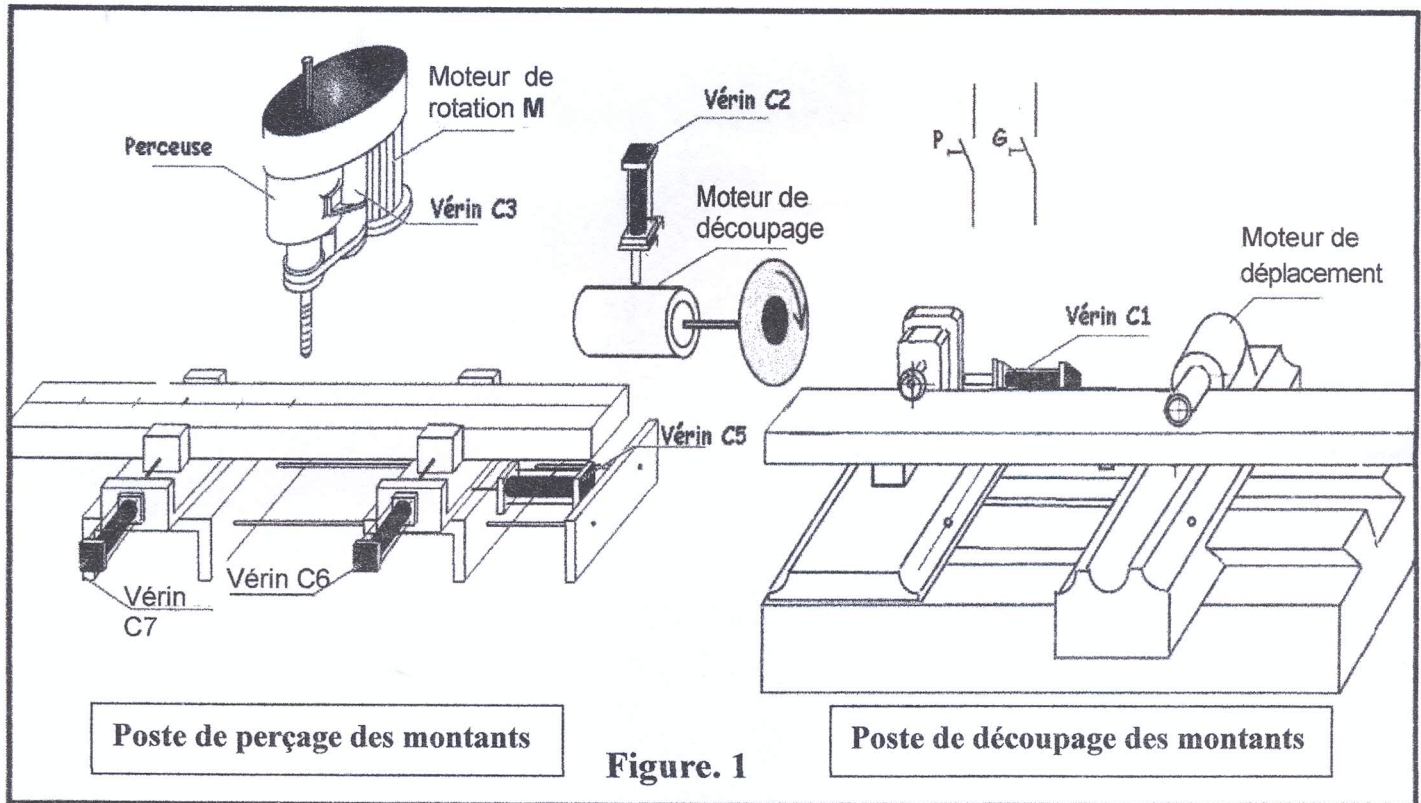


Figure. 1

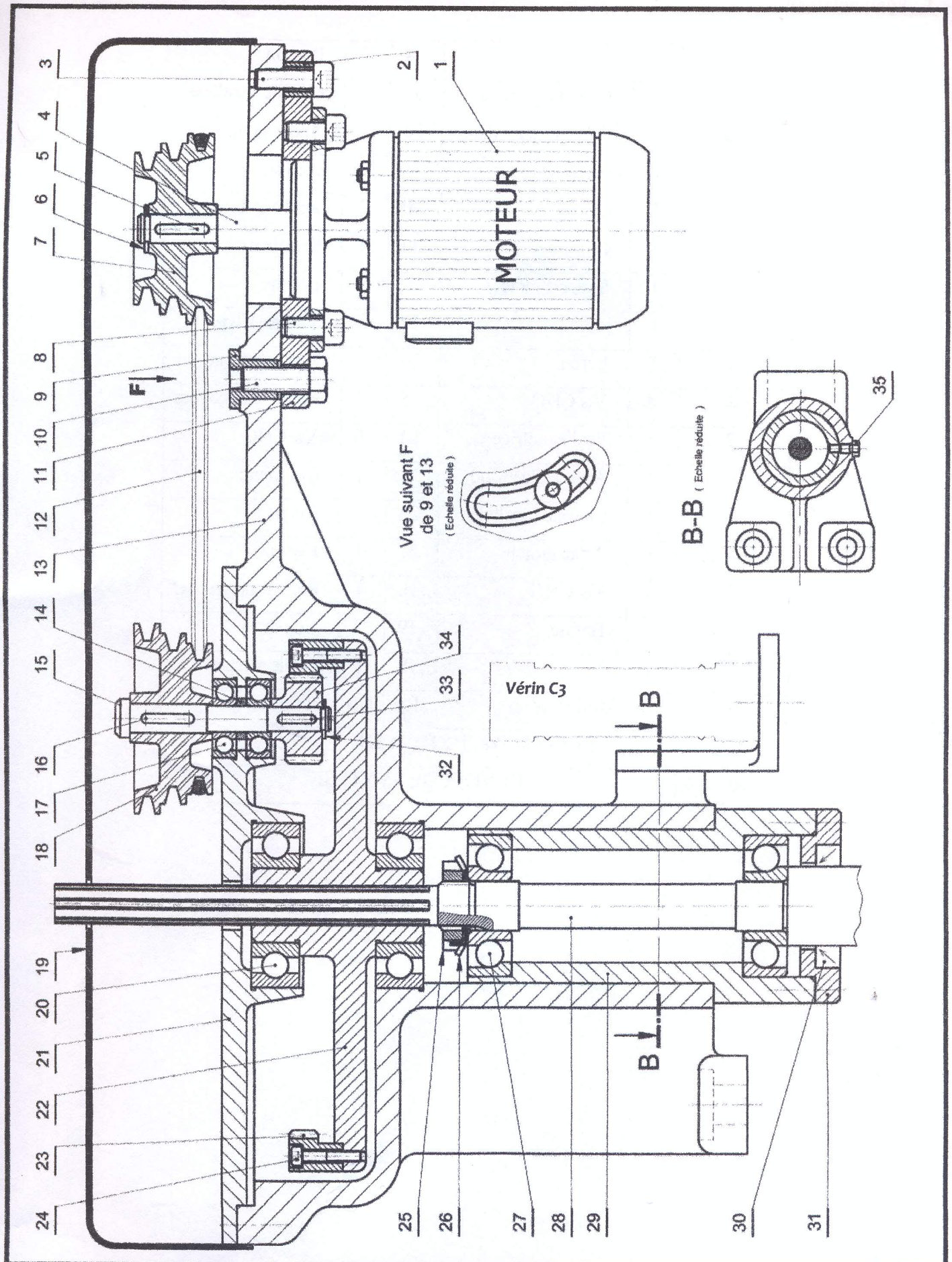
2. Description du système: Le système est constitué de :

✓ **Poste de découpage:** Dans lequel la planche en bois est découpée en montants d'étagère de deux longueurs différentes : 30 cm ou 60 cm. L'avance de la planche est assurée par le moteur de déplacement, le serrage de la planche est assuré par le vérin pneumatique (C1) et le découpage par le disque entraîné par un moteur de découpage et le vérin pneumatique (C2).

✓ **Poste de perçage :** il est constitué de :

- Un moteur (M) de rotation de l'outil de perçage (foret)
- Un vérin pneumatique (C3) de descente de la broche (porte-outil)
- Un vérin pneumatique (C5) de translation de l'étau mobile
- Un vérin pneumatique (C6) de serrage et desserrage de l'étau mobile
- Un vérin pneumatique (C7) de serrage et desserrage de l'étau fixe

3. Dessin d'ensemble de la perceuse :



4. Nomenclature:

17	2		34	1	Pignon
16	1	Clavette parallèle	33	1	Clavette parallèle
15	1	Arbre intermédiaire	32	1	Anneau élastique
14	1	Bague entretoise	31	1	couvercle
13	1	Corps	30	1	Joint à lèvres
12	1	Courroie	29	1	Fourreau
11	1	Support moteur	28	1	Broche
10	1		27	2	Roulement type BT
9	1	Ecrou	26	1	Rondelle frein
8	4	Vis CHC	25	1	Ecrou à encoches
7	1	Poulie motrice	24	6	Vis CHC
6	1	Anneau élastique	23	1	Couronne
5	1	Clavette parallèle	22	1	Corps
4	1	Arbre moteur	21	1	Flasque
3	1	Vis CHC	20	1	Roulement type BC
2	1	Bague	19	2	Couvercle
1	1	Moteur «M»	18	1	Poulie réceptrice
Rp	Nb	Désignation	Rp	Nb	Désignation
POSTE DE PERCAGE					
Échelle 1:4		DEVOIR DE SYNTHESE			



AVIS IMPORTANT AUX ETUDIANTS

- 1. Chacune des feuilles de votre copie doit comporter une étiquette code à barres placée à l'endroit indiqué «coller ici votre code à barres»
- 2. Une copie d'examen comporte une seule «feuille principale» et des «feuilles suites» Sur chacune de vos feuilles, le code à barres est obligatoire
- 3. Cette feuille d'examen est strictement personnelle Elle ne doit comporter aucun signe distinctif Elle doit être écrite en noir et/ou bleu
- 4. Le non respect de l'une de ces exigences peut faire attribuer la note ZERO à l'épreuve

NOTE

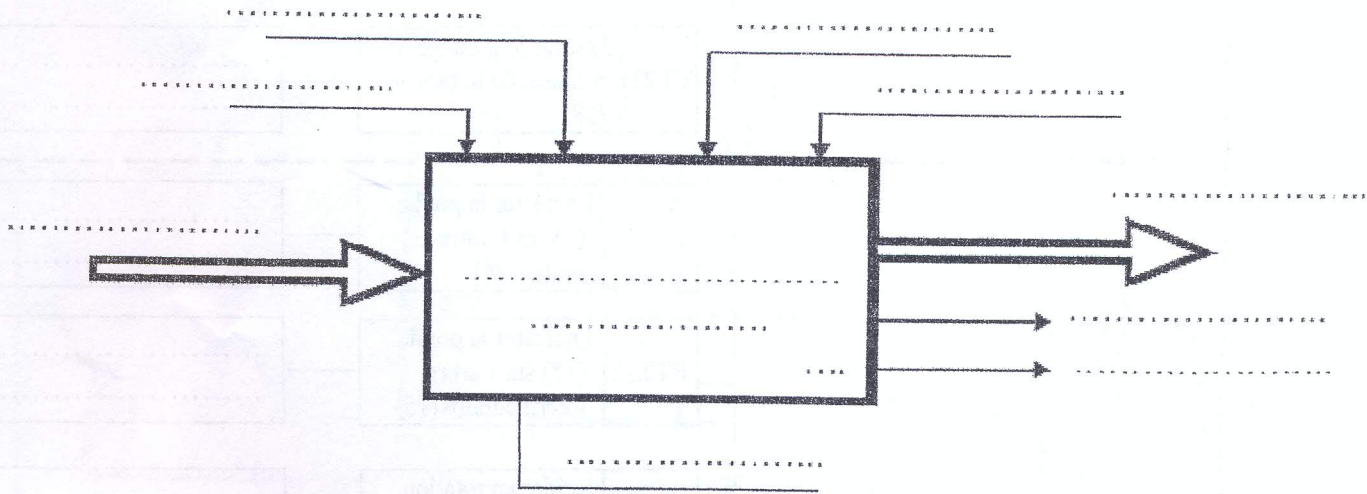
Coller ici votre
code à barre

00	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20

00	25	50	75

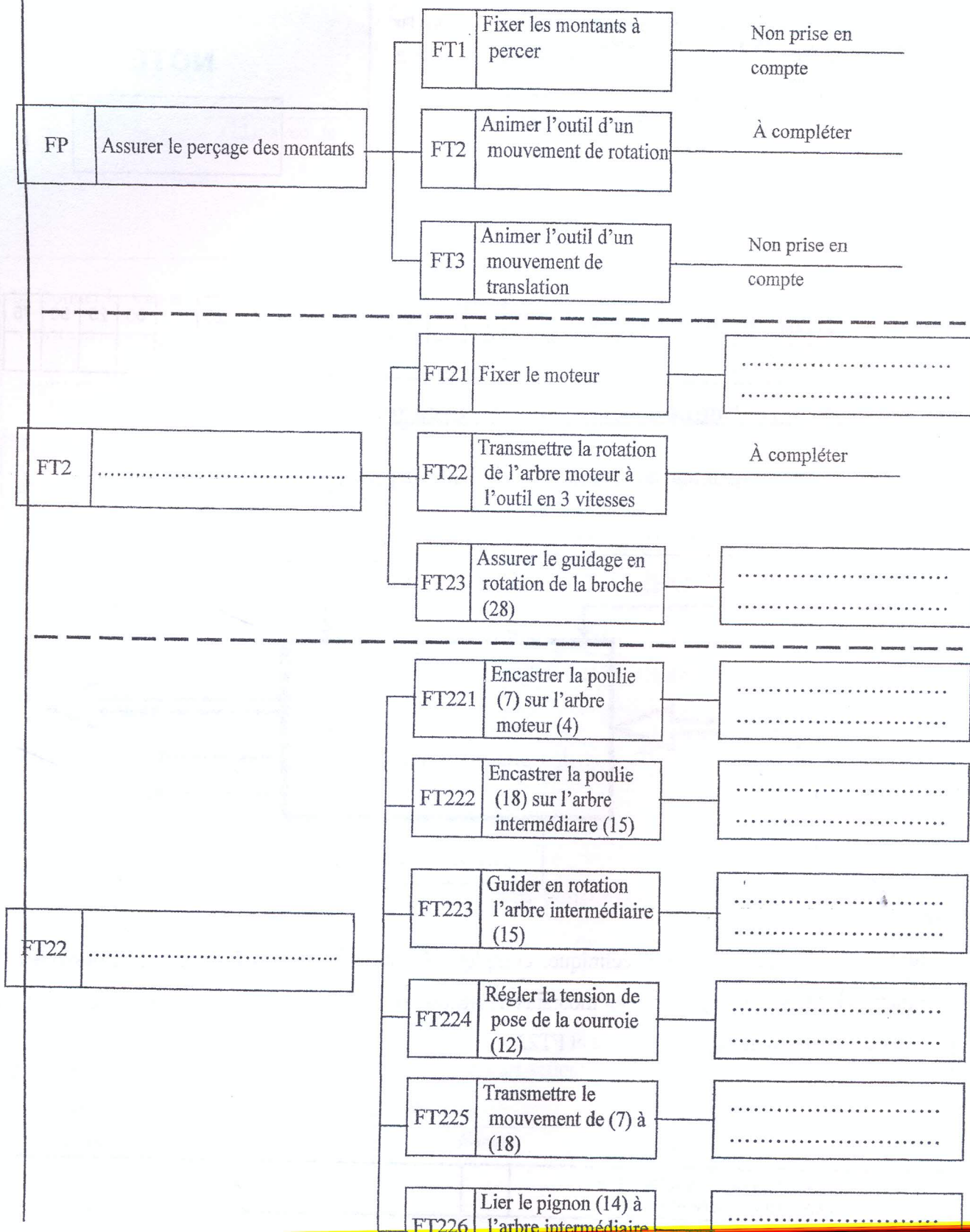
1. Analyse fonctionnelle du poste de perçage:

a/ Complétez l'actigramme de niveau A-0 de l'unité de perçage.



b/ En se référant au dossier technique, compléter le diagramme F.A.S.T partiel ci-dessous relatif à la fonction FP (Assurer le perçage des montants d'étagères) en indiquant le repère et la désignation des composants assurant les fonctions techniques FT2 et FT22.

Nom, prénom et signature de l'enseignant surveillant		
---	--	--



2. Schéma cinématique:

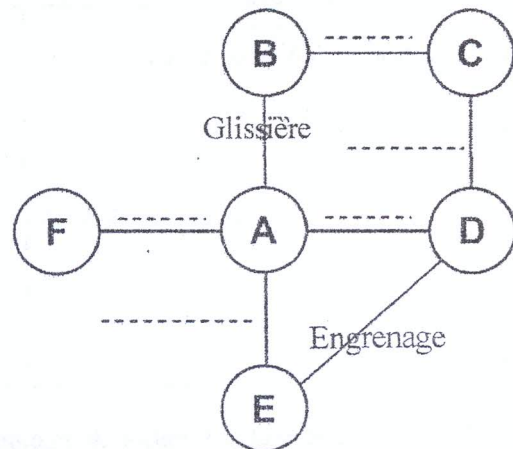
En se référant au dessin d'ensemble du poste de perçage : (Pages 2 et 3 du dossier technique)

a) Compléter dans l'ordre le tableau des classes d'équivalence cinématique (C.E.C) par les repères des pièces suivantes : 5, 23, 25, 16, 21, 28, 11, ainsi que le graphe des liaisons suivant.

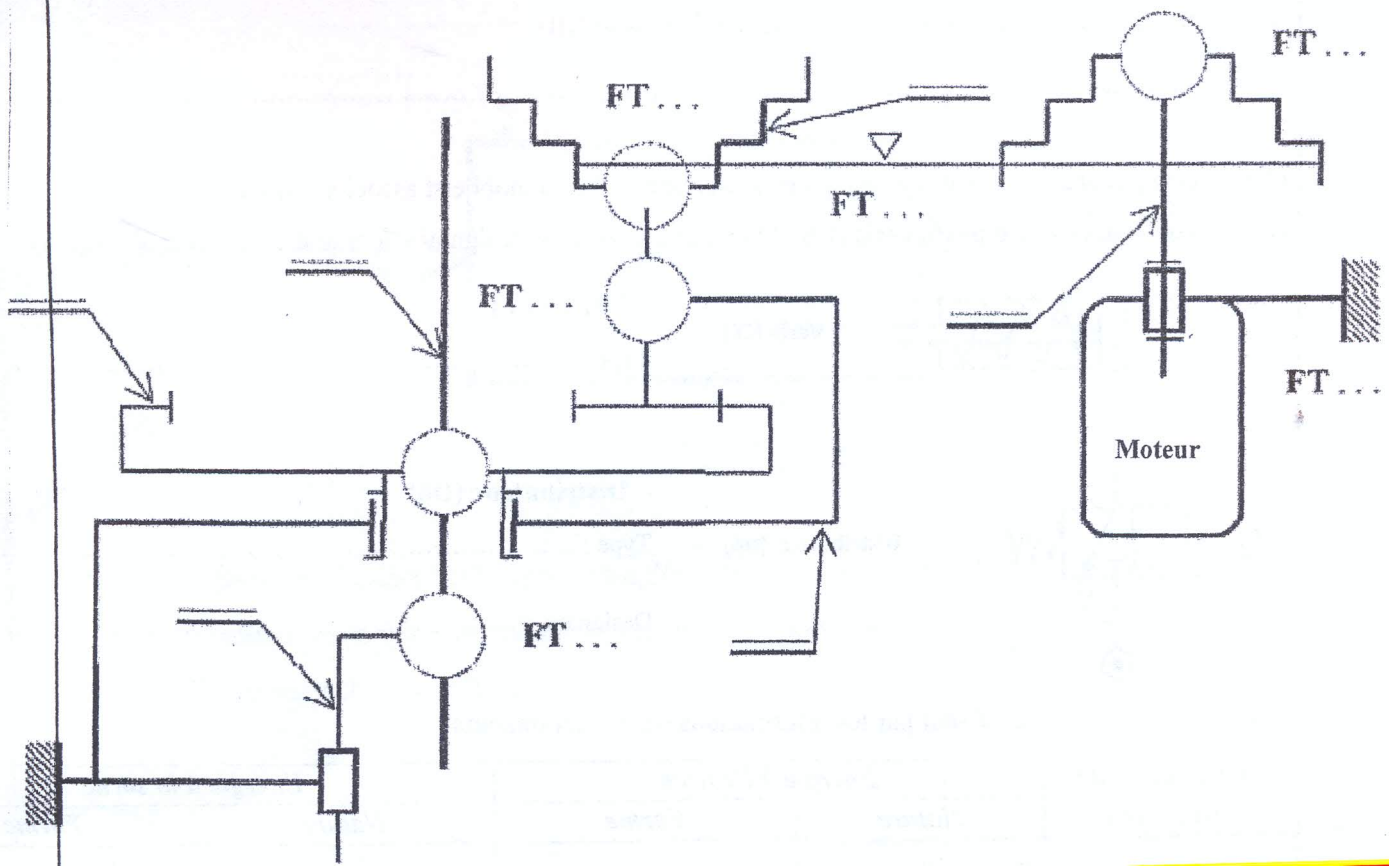
Classes d'équivalence cinématiques

C.E.C	COMPOSANTS
A	1, 2, 3, 8, 9, 10, 13, 19, 35,.....
B	29, 30, 31,.....
C	26,.....
D	22, 24,
E	14, 15, 18, 33, 34,.....
F	4, 7,.....

Graphe des liaisons



b) Compléter le schéma cinématique suivant : tracer les symboles des liaisons (à l'intérieur des zones encadrées) ; préciser l'emplacement des classes d'équivalence cinématique (C.E.C) ainsi que les fonctions techniques FT21; FT 23; FT 221; FT 222; FT223 et FT225.



3. Etude technologique:

a) Indiquer les éléments assurant la mise et le maintien en position des assemblages (4)-(7) et (22)-(23).

	Surface de mise en position	Eléments de maintien en position
Assemblage de l'arbre moteur (4) avec la poulie motrice (7)		
Assemblage du corps (22) avec la couronne (23)		

b) Donner le nom et la fonction de la composante (17)

.....
.....

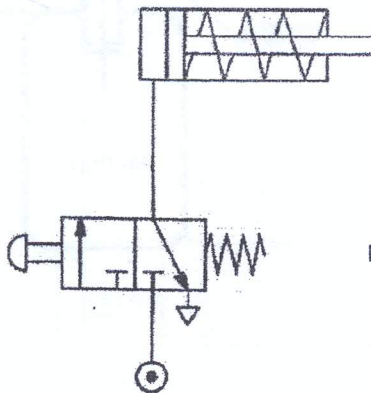
c) En se basant sur ses les hachures, quel est le matériau de la pièce (7)

.....

d) Donner la désignation normalisée de l'organe de liaison (10)

.....

e) Le vérin pneumatique (C6) de serrage et desserrage de l'étau mobile st associée à un distributeur (D6) (voir figure ci-dessous). Quel est le type du vérin (C6) ? Donner le type et la désignation complète du distributeur (D6) :



Vérin (C6)

- Vérin (C6)

Type :

- Distributeur (D6)

Type :

Désignation :

f) Compléter le tableau suivant par les informations sur les actionneurs :

Désignation de l'actionneur	Energie à l'entrée		Energie à la sortie	
	Nature	Forme	Nature	Forme
Vérin C6	Pneumatique			