

BACCALAURÉAT PROFESSIONNEL

Maintenance des Systèmes Mécaniques Automatisés

Épreuve : E1 : - Épreuve Scientifique et Technique

Sous-épreuve A1-U11 : Sciences et techniques industrielles

Durée : 4 heures
Coefficient : 3

Cette partie de l'épreuve est destinée à vérifier que le candidat a acquis les savoirs associés :

- D'analyse fonctionnelle et structurelle des systèmes mécaniques automatisés
- De mécanique

À partir de documents fournis (dossiers techniques, plans), le candidat peut être amené à :

- Procéder à l'analyse du fonctionnement du système mécanique automatisé
- Définir la fonction globale et les fonctions des sous-ensembles constituant le système
- Justifier les solutions retenues pour assurer les fonctions du système (mécanique, électrique, électronique, informatique, pneumatique, hydraulique)
- Concevoir tout ou partie de solutions de remplacement
- Effectuer l'analyse d'un système mécanique simple conduisant à une modélisation
- Utiliser les lois et les principes de la mécanique afin de justifier une solution retenue

Les supports retenus peuvent être spécifiques à l'option maintenance des systèmes mécaniques automatisés

Ce sujet comporte : pages

- Document technique.....feuilles 2/19 à 8/19
- Dossier questions-réponses (à rendre par le candidat).....feuilles 9/19 à 19/19

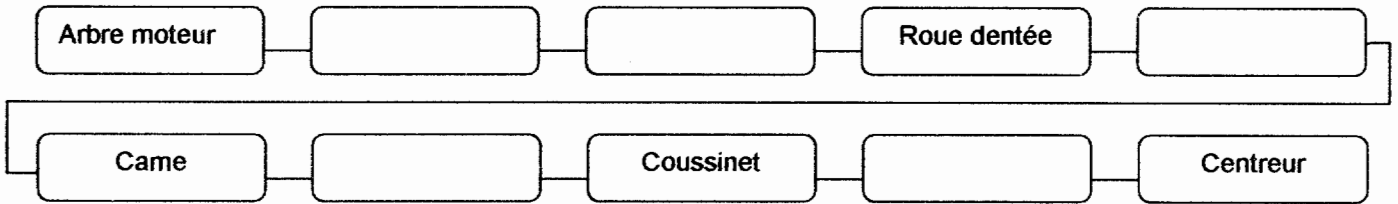
Le dossier questions-réponses est à rendre impérativement, même s'ils n'ont pas été complétés par le candidat. Ils ne porteront pas l'identité du candidat. Ils seront agrafés à une copie d'examen par le surveillant.

Une calculatrice de poche à fonctionnement autonome, sans imprimante et sans aucun moyen de transmission, à l'exclusion de tout autre élément matériel ou documentaire (circulaire n° 99-186 du 16 novembre 1999 ; B.O.E.N. n° 42)

Matériel autorisé : aide-mémoire du dessinateur – calculatrice

La première modification amène l'agent de maintenance à effectuer l'analyse de ce système.
 A l'aide du dessin d'ensemble document DT 04/19, de la nomenclature DT 05/19, on vous demande de :

Question 1 : Compléter le graphe de la chaîne de transmission du moteur au centreur par le nom des pièces.



Question 2 : Compléter les classes d'équivalence S_6 et S_{25} du système. Reporter sur le schéma cinématique ci-dessous les classes d'équivalence S_6 et S_{21} (ne pas prendre en compte les joints, les roulements, les ressorts).

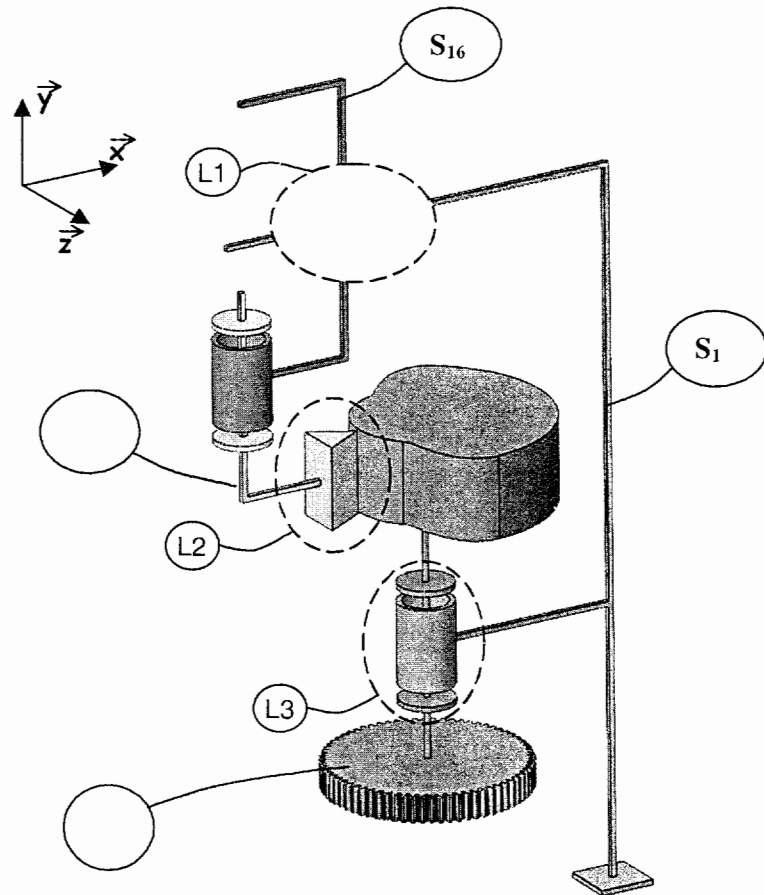
- Bâti $\{S_1\}$ = { 1 ; 2 ; 3 ; 5 ; 13 }
- Arbre de Came $\{S_6\}$ = { 6 ; }
- Galet suiveur $\{S_{21}\}$ = { 21 ; 22 }
- Chariot des centreurs $\{S_{16}\}$ = { 16 ; 17 ; 18 ; 19 ; 20 }
- Arbre moteur $\{S_{25}\}$ = { 25 ; }

Question 3 : Compléter les tableaux des liaisons cinématiques ci-dessous. Représenter la liaison L1 (en perspective) sur le schéma ci-contre.

L1			
Liaison entre $\{S_i\}$ et $\{S_{16}\}$			
Tx		Rx	
Ty		Ry	
Tz		Rz	
Nom de la liaison:			
Symbole plan :			

L2			
Liaison entre { } et { }			
Tx	0	Rx	1
Ty	1	Ry	1
Tz	1	Rz	0
Nom de la liaison:			
Symbole plan :			

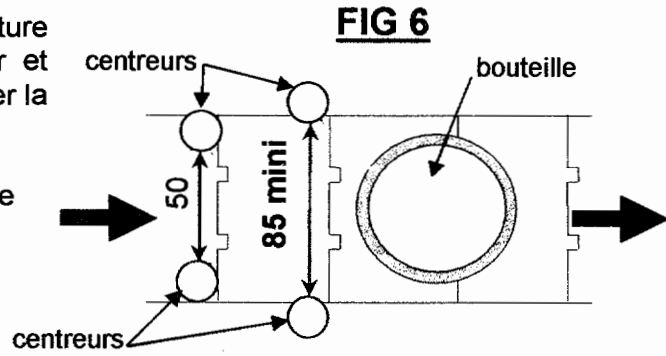
L3			
Liaison entre $\{S_i\}$ et $\{S_6\}$		Symbole plan :	
Tx		Rx	
Ty		Ry	
Tz		Rz	
Nom de la liaison:			



..... / 34 pts

Le nouveau cahier des charges impose une valeur d'ouverture des centreurs de 85 mm mini pour permettre d'amener et d'évacuer les bouteilles. La valeur de fermeture pour bloquer la bouteille devant le champ de la caméra est de 50 mm.

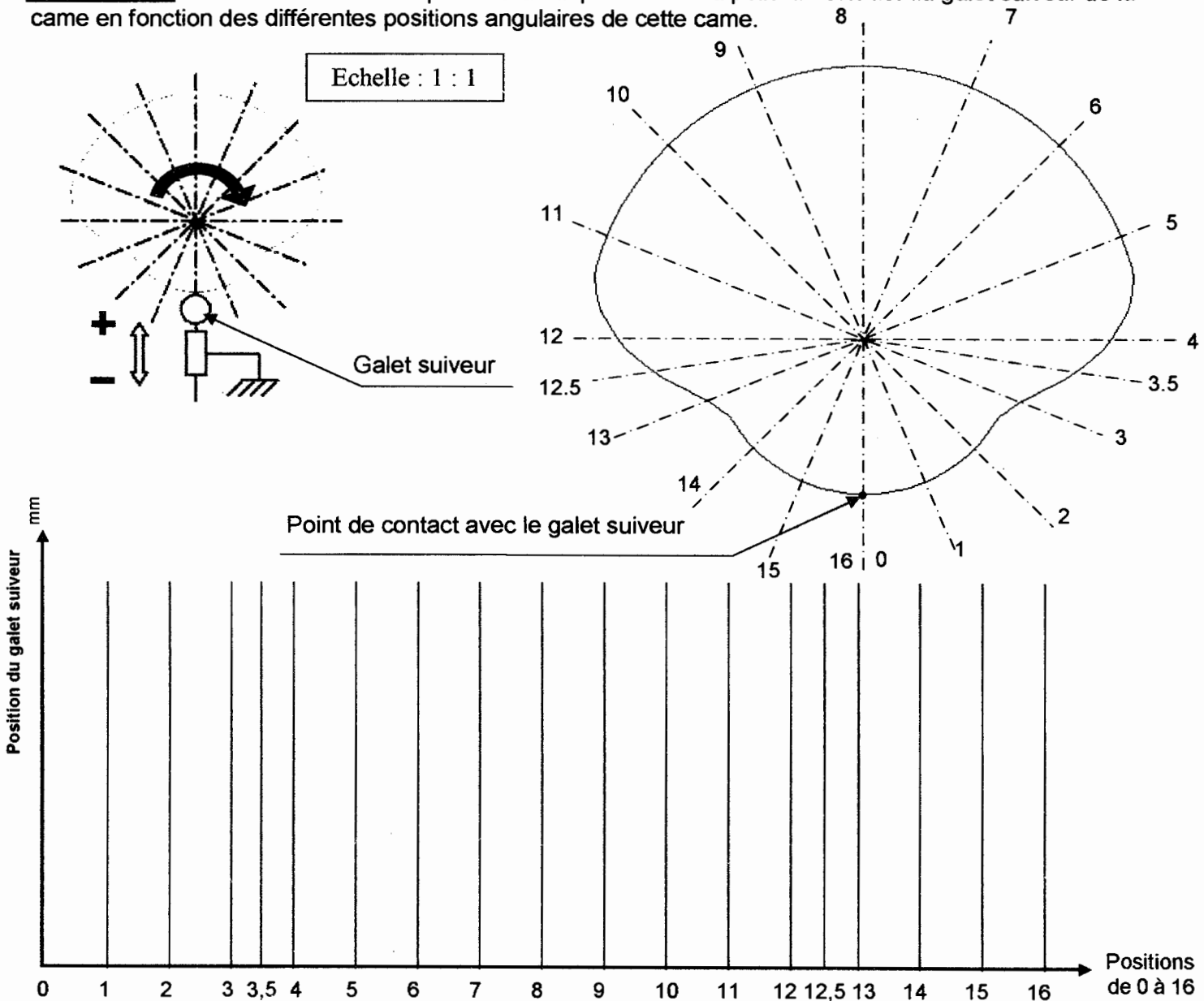
On demande à l'agent de maintenance de vérifier si la course des centreurs est suffisante.



Question 4 : Compléter dans le tableau la nature du mouvement des pièces en vous aidant du plan d'ensemble document (DT04/19). Cocher par une croix vos choix.

	Translation rectiligne	Rotation	Translation circulaire	Mouvement quelconque
Mouvement de la came <u>07</u> / Bâti S ₁	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Mouvement du chariot <u>16</u> / Bâti S ₁	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Question 5 : Tracer la courbe correspondant au déplacement du point de contact du galet suiveur de la came en fonction des différentes positions angulaires de cette came.



..... / 22 pts

Question 6 : Repérer sur la courbe page 10/19, les positions d'ouverture et de fermeture, en les repassant en rouge. Déduire la course pour un galet suiveur. Justifier votre réponse.

.....

$C_1 = \dots\dots\dots$

Préciser les unités

Question 7 : Calculer la course pour les deux galets suiveurs.

$C_2 = \dots\dots\dots$

$C_2 = \dots\dots\dots$

En reprenant la valeur de fermeture imposée. Voir document (DR 10/19)

Question 8 : Calculer la valeur de l'écartement (E) obtenue à pleine ouverture

$E = \dots\dots\dots$

$E = \dots\dots\dots$

Question 9 : Conclure : l'écartement (E) est-il suffisant (Entourer la bonne réponse).

OUI

NON

Justifier votre réponse :

La cadence du nouveau cahier des charges nous impose 11250 articles par heure. Le service maintenance doit vérifier si la fréquence de rotation du moteur convient à cette nouvelle cadence.

Question 10 : Calculer le temps (en seconde) maximum pour contrôler une bouteille. Réponse avec 2 décimales.

Temps de contrôle pour une bouteille : $t = \dots\dots\dots$

$t = \dots\dots\dots$

A partir de la solution technologique du système, on sait que pour un tour de came une bouteille est contrôlée.

On prendra comme temps de cycle de contrôle 0.32 s

Question 11 : Calculer la fréquence de rotation des cames pour une minute. Préciser l'unité.

$n_{\text{cames}} = \dots\dots\dots$

$n_{\text{cames}} = \dots\dots\dots$

Sachant que le moteur et les cames sont en relation par un engrenage, à l'aide de la nomenclature (DT 05/19) et du dessin d'ensemble (DT 04/19)

Question 12 : Calculer la raison du rapport de transmission de cet engrenage.

$r = \dots\dots\dots$

$r = \dots\dots\dots$

Question 13 : Calculer la fréquence de rotation du moteur : n_{moteur} .

(prendre $n_{\text{cames}} = 188 \text{tr/min}$ et $r = 0.24$)

$n_{\text{moteur}} = \dots\dots\dots$

$n_{\text{moteur}} = \dots\dots\dots$

En vous aidant du document ressource (DT 08/19)

Question 14 : Choisir le moteur qui convient en complétant sa référence.

Réf :

..... / 23 pts

Suite à l'augmentation de la cadence de contrôle on vérifie la solution technologique de la liaison L1 entre le chariot et le bâti. Le service maintenance étudie donc cette solution technologique.

Question 15 : Donner le nom de la solution technologique qui réalise la liaison L1 entre le bâti et le chariot.

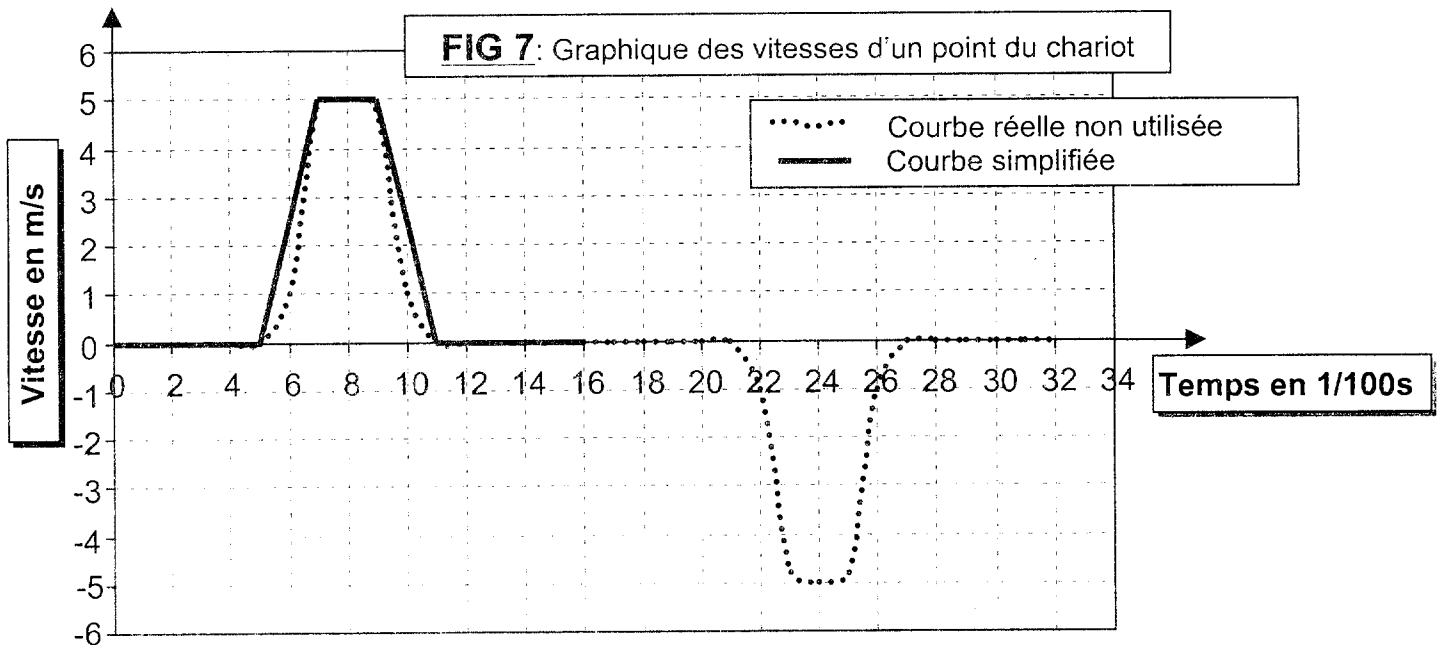
Solution :

En vous aidant du document ressource (DT 08/19) et du plan d'ensemble (DT 04/19)

Question 16 : Compléter le tableau des caractéristiques technologiques pour la pièce 17.

Matière	Ordre de prix	Vitesse linéaire Maxi	Pression maxi	Plage de température

Pour la bonne tenue dans le temps de cette solution, le service de maintenance décide d'explorer le comportement cinématique grâce à un logiciel d'analyse de système mécanique tridimensionnelle dont voici les résultats :



A partir de la courbe simplifiée du graphe des vitesses (fig 7), on constate que l'on peut décomposer le déplacement du centre du galet suiveur en plusieurs mouvements.

Question 17 : Compléter dans le tableau ci-dessous (à partir de la courbe simplifiée du graphe fig 7) les caractéristiques des différents mouvements ainsi que les valeurs de la durée, vitesse et accélération pour chaque type de mouvement.

Phase ou type de mouvement	Durée	Valeur de la vitesse + unité	Valeur de l'accélération
Aucun mouvement de translation rectiligne	0.05 s	0 m/s ²
.....	Variable en m/s	8 m/s ²
Mouvement rectiligne uniforme à vitesse constante
.....	Variable en m/s	- 8 m/s ²
Aucun mouvement de translation rectiligne

En comparant la valeur maximale de la vitesse relevée dans le tableau de la question 17 et celle que vous avez donnée à la question 16

Question 18 : Conclure : Cette solution convient-elle pour cette nouvelle cadence de 11250 bouteilles par heure. Justifier votre réponse.

..... /21 pts

Suite à l'étude précédente, on décide de modifier la solution technologique pour la liaison entre le chariot et le bâti en la remplaçant par des douilles à billes. Lors de cette modification on décide de ne pas modifier l'axe rep 2.

A partir du Diagramme FAST partiel qui vous présente la modification et du plan d'ensemble (DT04/19)

Question 19 : Repérer à l'aide des couleurs indiquées toutes les surfaces fonctionnelles sur les vues en 3D représentées dans la Fig 8 placée au bas de cette page.

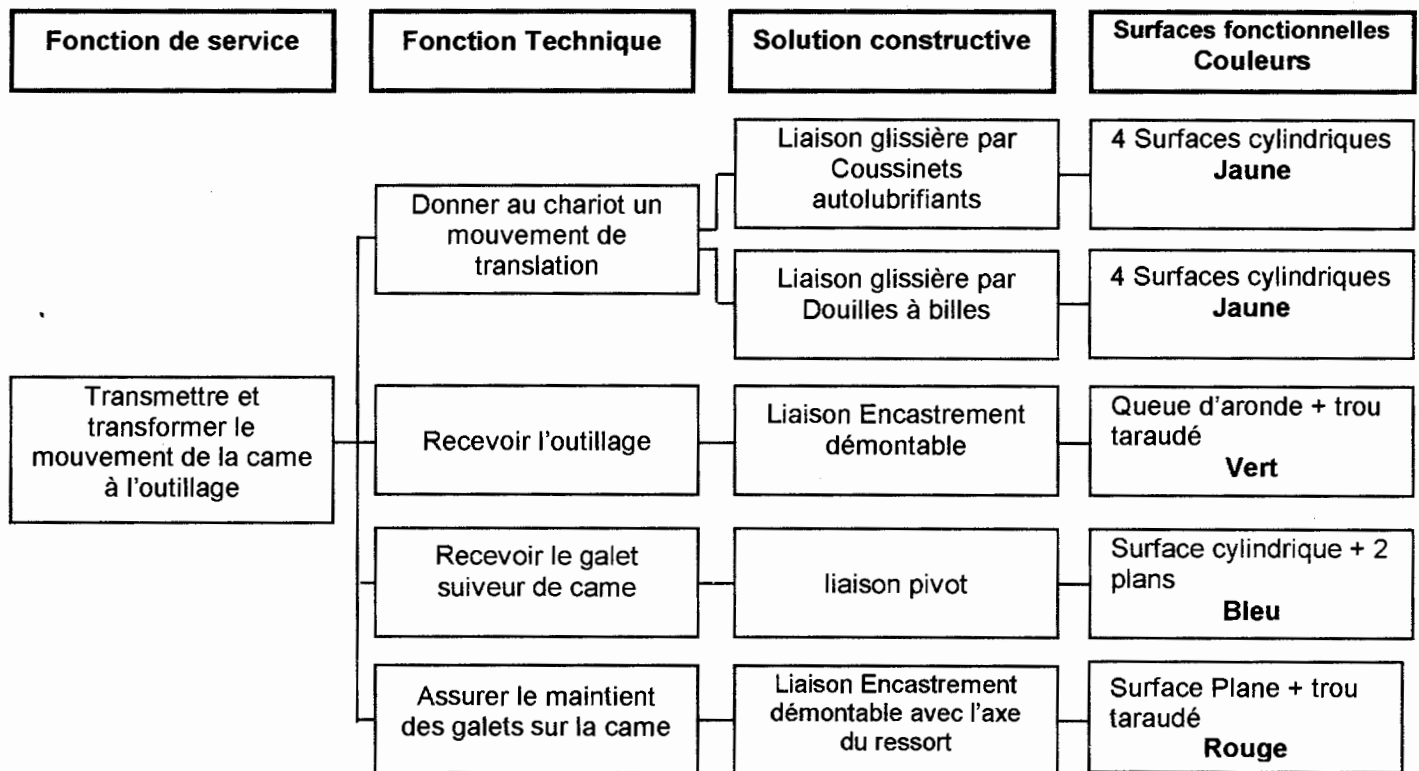
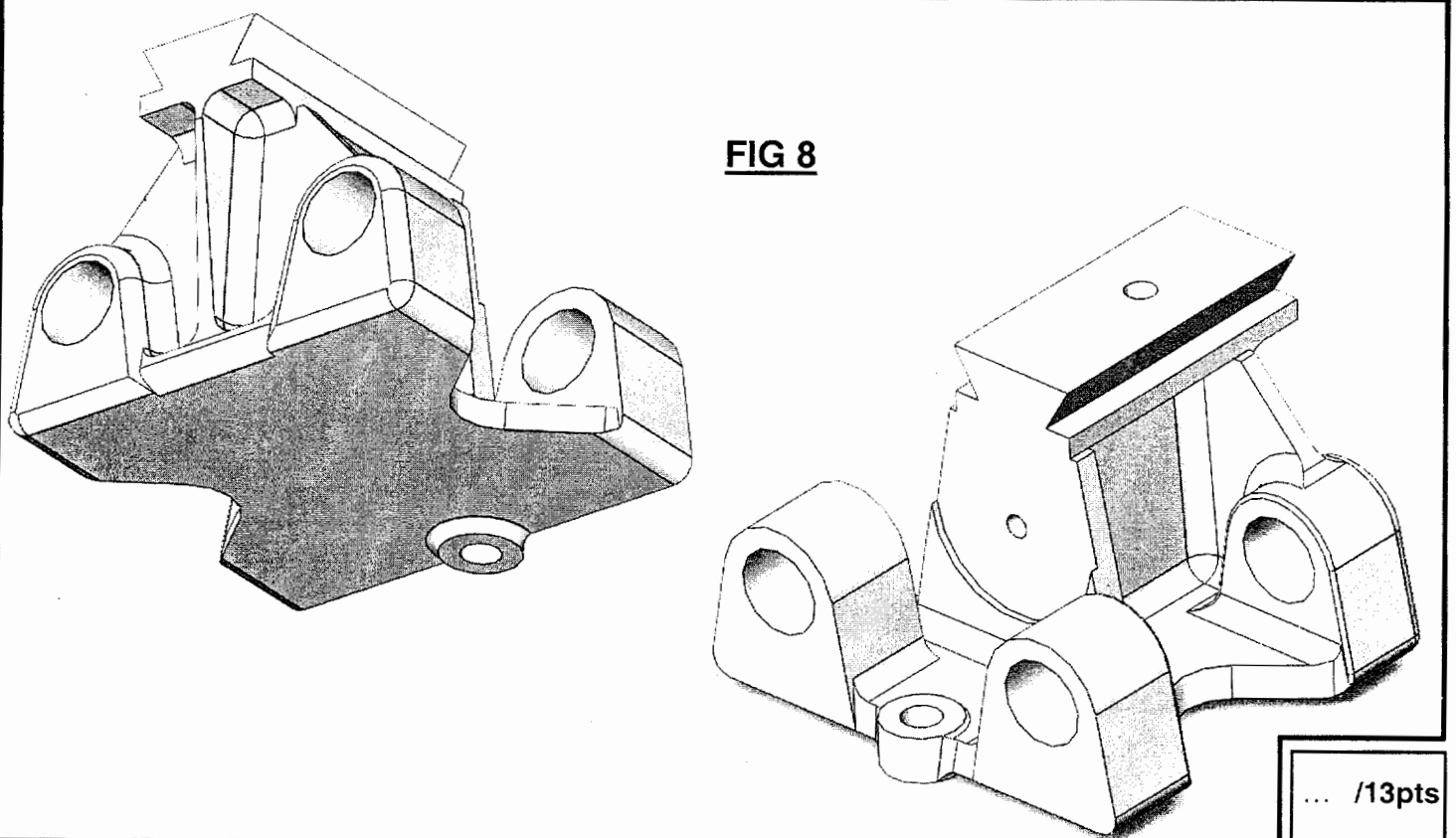
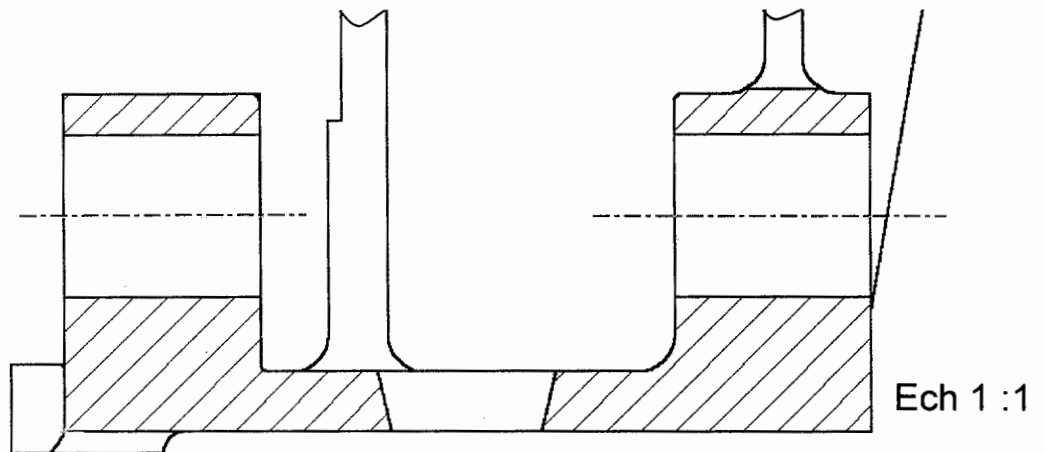
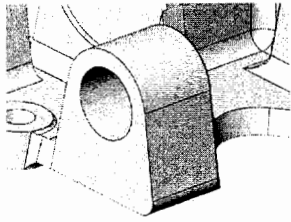


FIG 8

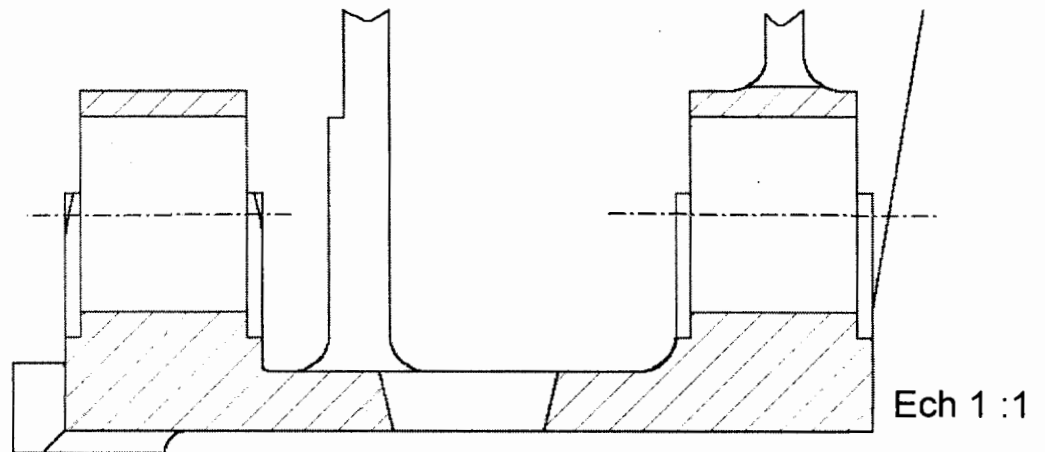
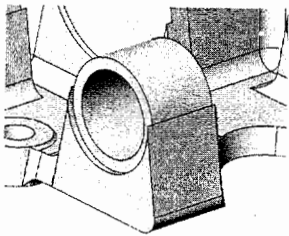


... /13pts

Version coussinet



Version douille à billes



Les deux dessins partiels en coupe ci-dessus représentent les formes fonctionnelles au niveau des guidages pour les deux solutions technologiques (coussinets et douilles à billes).

Question 20 : Repasser en rouge les surfaces modifiées sur le dessin représentant la version « douille à billes ».

A l'aide du document ressource et du dessin ci-dessus

Question 21 : Donner la référence de la douille à bille.

Réf :

Question 22 : Effectuer la cotation dimensionnelle des volumes modifiés sur le dessin représentant la version douille à billes.

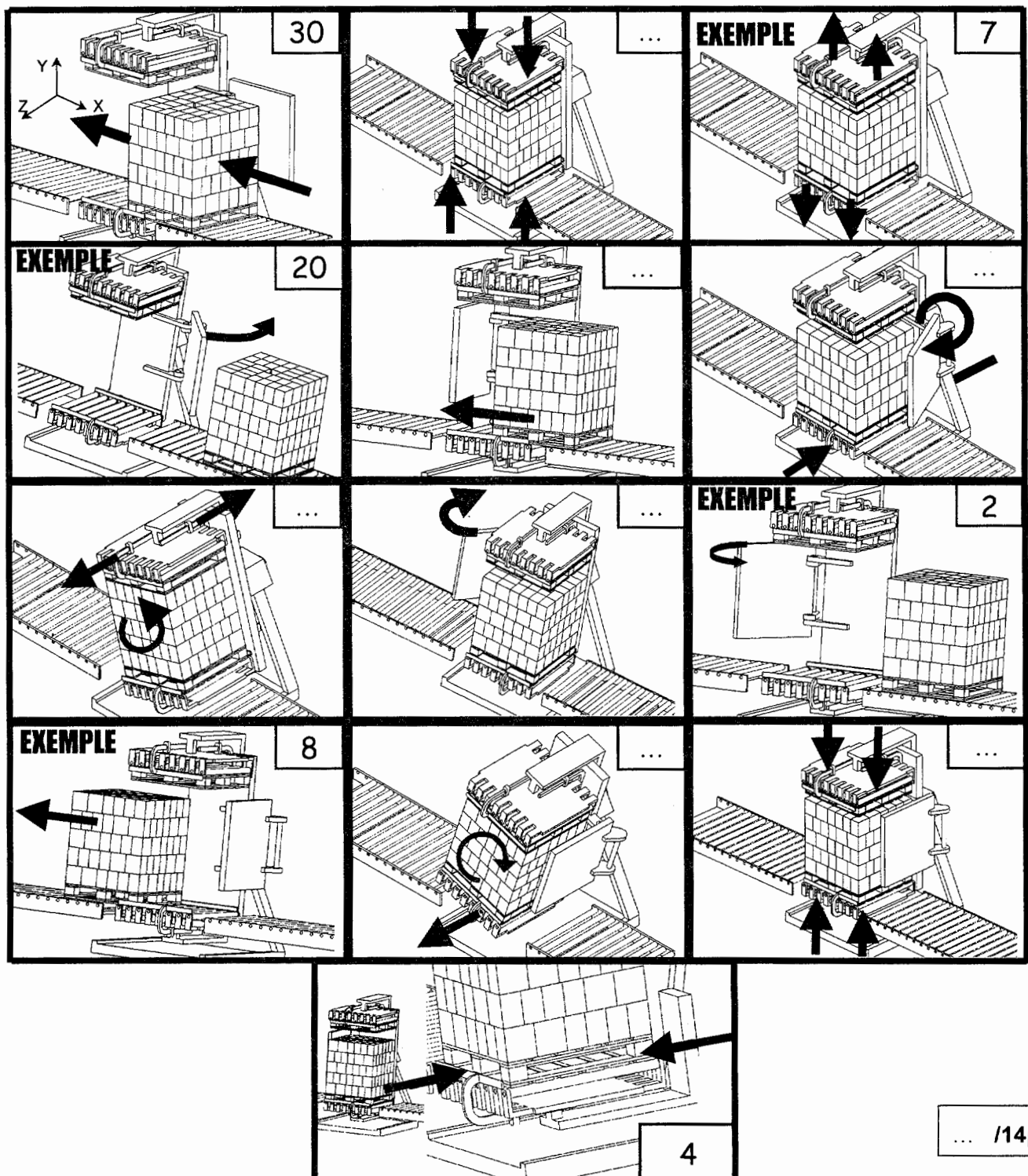
La seconde modification oblige le service maintenance à intervenir sur le retourneur afin de supprimer les taches d'huile sur les cartons.

Avant de faire cette modification, l'agent de maintenance est appelé à comprendre le cycle de fonctionnement du retourneur.

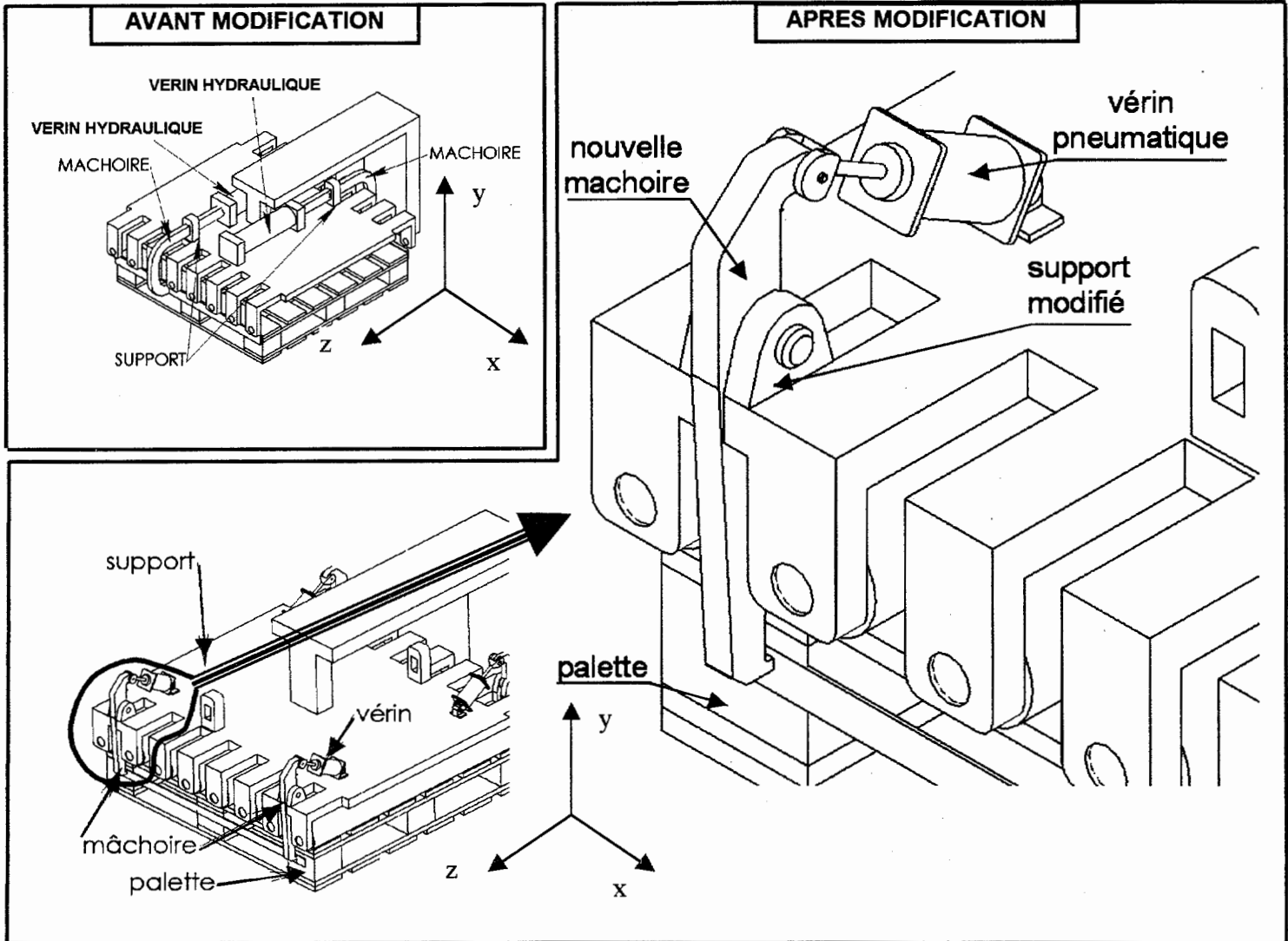
A l'aide du schéma cinématique (fig5) (DT 06/19) et du grafctet du retourneur (DT 07/19). On vous demande :

Question 23 : Mettre le numéro d'étape correspondant à l'action qui est en cours de réalisation comme l'exemple pour l'étape 7 .

Remarque : l'axe $x+$ va vers la droite le $y+$ vers le haut et le $z+$ vers l'avant. Voir le repère sur la première représentation. Pour certaines étapes on peut avoir deux représentations différentes, pour cet exercice on a choisi de vous en donner qu'une seule.



Après l'analyse du système, on conclut que c'est au niveau du système des mâchoires 1 et 2 que l'on observe des suintements d'huile. Afin de ne plus rencontrer le problème on décide de changer l'énergie en utilisant une fermeture pneumatique ce qui nous amène à modifier la conception de la fermeture. Pour le mouvement d'une mâchoire On remplace les vérins hydrauliques par 4 vérins pneumatiques.



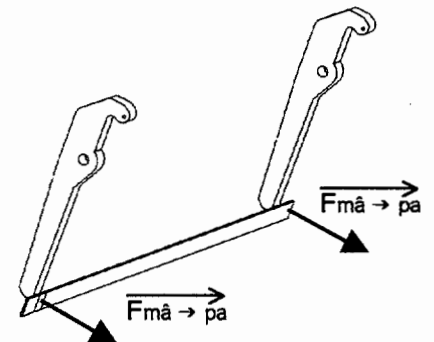
Etude de la modification afin de déterminer le dimensionnement du vérin :

On veut déterminer le diamètre des vérins pneumatiques.

- Hypothèses :**
- les actions sont coplanaires.
 - le poids des pièces est négligé
 - les frottements ne sont pas pris en compte sauf au niveau du contact entre la palette (pa) et la mâchoire (mâ) où il y a adhérence.

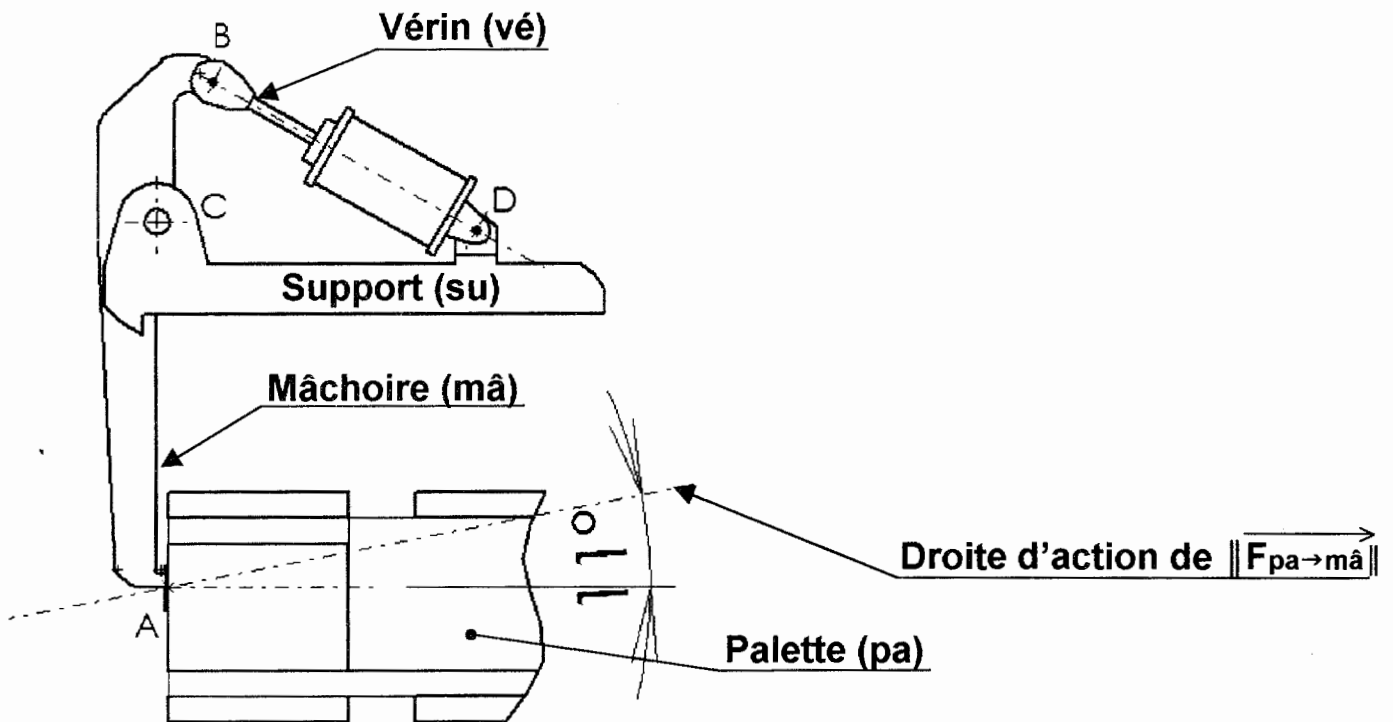
- Données :**
- l'action d'une mâchoire sur la palette
 $\| \vec{F}_{\text{total}} \rightarrow \text{pa} \| = 400 \text{ N}$
 - Cette action se divise en deux actions égales de 200 N

$$\| \vec{F}_{\text{mâ}} \rightarrow \text{pa} \| = 200 \text{ N}$$



On décide d'isoler le vérin. Sur la représentation de la nouvelle solution ci-dessous, On vous demande :

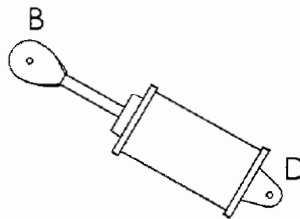
Question 24 : Colorier ou surligner les lettres des points d'application des actions qui vont s'exercer sur le vérin.



Question 25 : Compléter le tableau pour les actions qui s'appliquent au vérin.

FORCE	POINT D'APPLICATION	DIRECTION	SENS	INTENSITE

Question 26 : Tracer en rouge sur le schéma ci-dessous la direction pour les actions qui s'exercent sur le vérin.

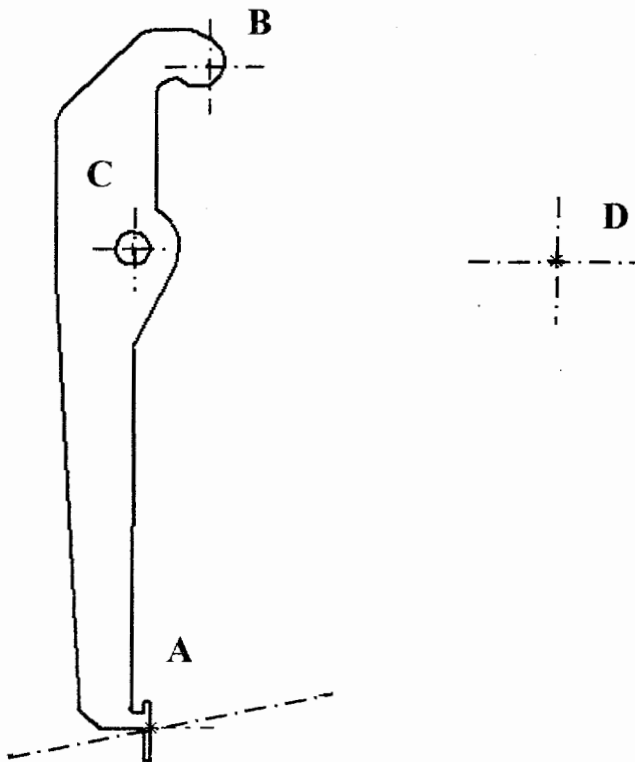


Pour trouver l'intensité de la force qui s'exerce sur le vérin, on isole la mâchoire (voir DR 18/19).

Question 27 : Compléter le tableau avec les différents éléments pour les actions qui s'appliquent à la mâchoire. Mettre un point d'interrogation quand on a une inconnue.

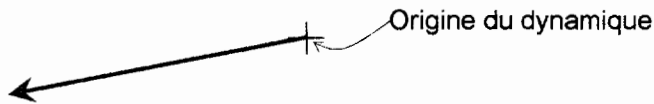
FORCE	POINT D'APPLICATION	DIRECTION	SENS	INTENSITE
$\ \vec{F}_{pa \rightarrow mâ}\ $				200 N

Question 28 : Tracer les droites d'actions des forces (directions)



Question 29 : Déterminer graphiquement l'intensité des forces qui s'exercent sur la mâchoire.

DYNAMIQUE
DES FORCES



Echelle des forces
Ech 1mm ≈ 5N

Question 30 : Compléter le tableau avec les intensités des forces trouvées à partir de votre dynamique.

$\vec{F}_{pa \rightarrow mâ} = \dots\dots\dots N$	$\vec{F}_{vé \rightarrow mâ} = \dots\dots\dots N$	$\vec{F}_{su \rightarrow mâ} = \dots\dots\dots N$
---	---	---

Données : On admettra que la force qui s'exerce sur le vérin est de **500 N** et que le taux de charge est de **70 %**

Question 31 : Calculer l'effort minimal ($F_{vé\ mini}$) que doit développer le vérin. Faire apparaître le calcul.

.....

$F_{vé\ mini} = \dots\dots\dots N$

Sachant que la pression du réseau pneumatique est de **0,6 MPa** ($1\ MPa = 1\ N/mm^2$.)

Question 32 : Calculer la section du vérin ($S_{vé}$) .

.....
.....

$S_{vé} = \dots\dots\dots$

A partir du tableau et de votre résultat :

Question 33 : Choisir le diamètre du vérin.

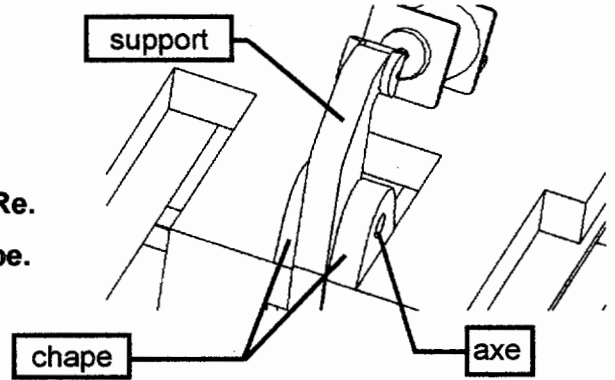
Diamètre du vérin :

S en mm ² coté piston	S en mm ² coté tige	Ø vérin
800	690	32
1260	1000	40
1960	1700	50

Avant de réaliser la modification il faut dimensionner le diamètre de l'axe qui réalise la liaison Pivot entre le bâti et le support.

Suite aux résultats de l'étude statique on considérera que :

- La force exercée est de 700 N.
- L'acier que l'atelier dispose en stock est du S185
- Cet acier fait partie des aciers doux avec $Reg = 0.5 Re$.
- Le montage qui sera réalisé est un montage en chape.
- Le coefficient de sécurité retenu est $s = 8$



Question 34 : Donner le type de sollicitation que supporte l'arbre.

Question 35 : Donner la valeur de Re pour cet acier. Préciser l'unité.

Re =

Question 36 : Calculer Reg (prendre $Re = 185$ MPa).

Reg =

Question 37 : Calculer Rpg :

Rpg =

Question 38 : Ecrire la condition de résistance

.....

Question 39 : Calculer la section totale qui permet d'avoir cette condition. $\tau = T/s$

s =

Question 40 : Donner le nombre de section(s) cisailée(s)

Nb de section(s) :

Question 41 : Calculer le diamètre mini (d) de cet axe.

d = mm

Question 42 : Choisir le diamètre de l'axe parmi les solution proposées ci-dessous (entourer la bonne réponse) :

- | | | | | | | |
|-----|-----|-----|-----|-----|------|------|
| Ø 5 | Ø 6 | Ø 7 | Ø 8 | Ø 9 | Ø 10 | Ø 11 |
|-----|-----|-----|-----|-----|------|------|