

BACCALAUREAT TECHNOLOGIQUE
SERIE SCIENTIFIQUES ET TECHNIQUES INDUSTRIELLES
GENIE MECANIQUE options A et B

SESSION 2000

EPREUVE : ETUDE DES CONSTRUCTIONS

Durée : 6 heures

Coefficient : 8

SECTIONNEUR PANTOGRAPH Type : SX 420

AUCUN DOCUMENT N'EST AUTORISE

MOYENS DE CALCUL AUTORISES :

Calculatrice électronique de poche, y compris les calculatrices programmables, alphanumériques ou à écran graphique à conditions 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 DT6)jaune
- Dossier « Travail demandé » (page 1/6 à 6/6)vert
- Dossier des "documents réponses" (DR1 à DR5)blanc

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

Tous les documents "réponses" même vierges sont à remettre en fin d'épreuve.

DOSSIER TECHNIQUE

Ce dossier comporte 6 documents numérotés de DT1 à DT6

DT1

Présentation, principe de fonctionnement et caractéristiques techniques

DT2

Vue d'ensemble du sectionneur

DT3

Schéma cinématique du mécanisme complet

DT4

Dessin d'ensemble du mécanisme de transformation de Mouvement

DT5

Nomenclature partielle

DT6

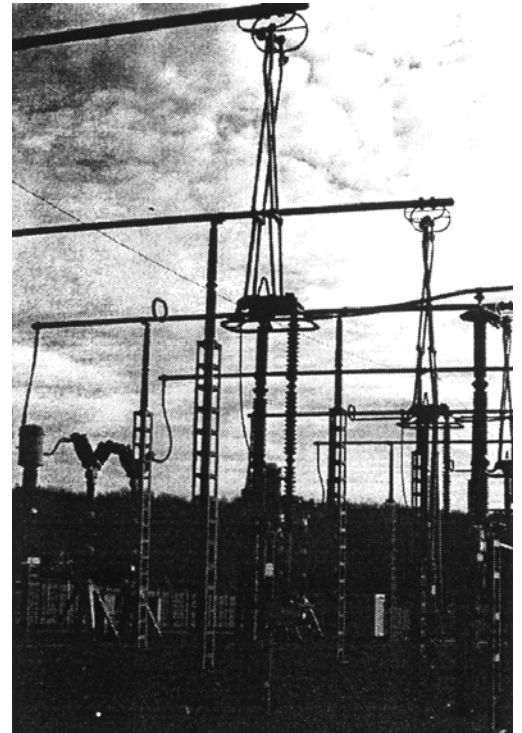
Schéma cinématique du mécanisme plan de transformation de Mouvement

1) Mise en situation

L'appareil représenté ci-contre est utilisé en France pour le transport et la distribution de l'énergie électrique. Pour des raisons de sécurité, mais surtout pour modifier le parcours de l'énergie dans le réseau (passage du courant dans les lignes hautes tensions), il est nécessaire de pouvoir établir ou supprimer la tension dans toute ou partie du réseau.

2) Description du sectionneur

Les sectionneurs sont des mécanismes de manœuvre destinés à établir ou supprimer, hors tension, les raccordements physiques entre différentes lignes du réseau. Le sectionneur pantographe type SX 420 est employé sur des lignes hautes tension 420 KV. Il travaille verticalement et se comporte comme un bras articulé de grandes dimensions.



Il possède deux positions comme le montre le document **DT2** :

- Position fermée : le bras est en position haute et établit la liaison entre la ligne d'arrivée et la ligne de départ.
- Position ouverte : le bras est en position basse (position repliée), la liaison est supprimée.

Description (DT2 et DT4)

Un pôle est essentiellement constitué :

- d'un châssis inférieur **1** surmonté d'une colonne isolante **2** qui supporte le sectionneur pantographe ;
- d'une colonne de manœuvre **3**, isolante, rotative sur 180° qui transmet le mouvement de l'organe de commande **50** au mécanisme du sectionneur par l'intermédiaire d'un plateau d'accouplement **4** faisant cardan ;
- le sectionneur proprement dit est constitué d'un châssis **5** comportant :
 - Un embiellage de commande **6**, **7**, **8**, **9** et **10** ;
 - Un ressort d'équilibrage **11** ;
 - Deux prises de courant **12** ;
 - Un système pantographe en X à 8 bras **15**, **16**, **17** et **18**, en tube d'alliage d'aluminium ;
 - Un trapèze, fixé sur la ligne, complète le dispositif.

3) Fonctionnement du système sectionneur pantographe

Fonctionnement du pantographe (DT3, DT4 et DT6)

Fermeture : La colonne de manœuvre 3, tournant dans le sens des aiguilles d'une montre, transmet son mouvement de rotation autour d'un axe vertical à un vilebrequin 6. Ce dernier entraîne, à l'aide des bielles d'attaque 7 et de liaison 8, un jeu de leviers faisant tourner simultanément, en sens inverse, deux arbres 9 et 10. Sur ces deux arbres sont fixés les bras inférieurs 15 et 16, permettant ainsi à l'ensemble du pantographe de se déployer vers le haut. En fin de montée, les barrettes 31 fixées à la partie supérieure des bras 17 et 18 arrivent en contact avec le barreau 30 du trapèze.

L'appareil étant fermé, le vilebrequin 6 au terme de sa rotation, permet à la bielle d'attaque 7 un dépassement de point mort, qui assure ainsi le verrouillage du sectionneur.

Pression de contact : elle est assurée par l'effort de déformation des bras du pantographe ; cet effort est réglé en usine en faisant varier la longueur de la bielle 7.

Ouverture : Le mouvement d'ouverture s'effectue à l'inverse de celui de la fermeture.
En position "OUVERT", il n'y a pas de dépassement de point mort de l'embellage d'attaque.

Fonctionnement de la commande

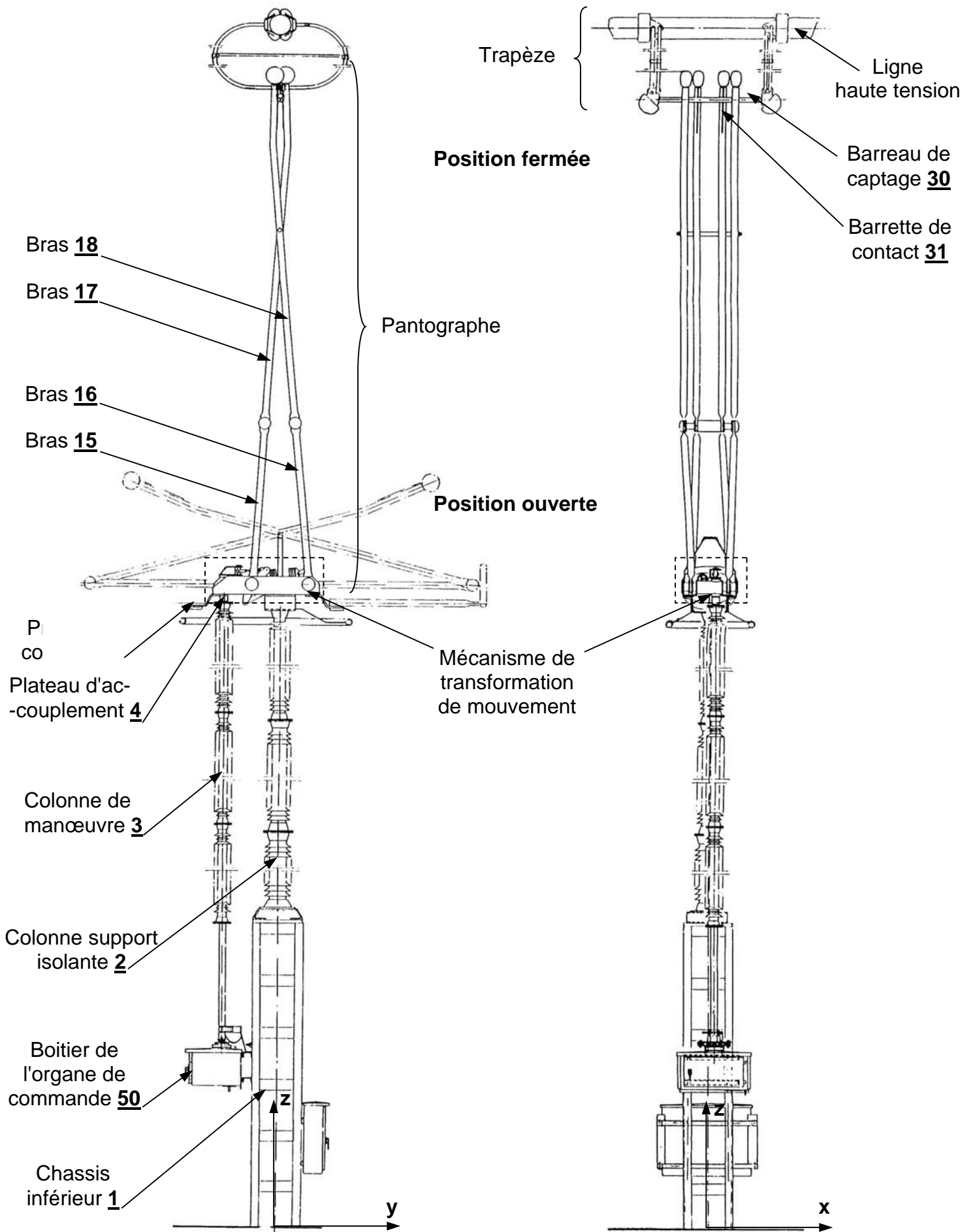
Electrique : Sur un ordre d'émission de tension, le moteur 61 entraîne la vis sans fin 58 par l'intermédiaire des pignons 62 et 56, ainsi que le secteur denté 59 solidaire de l'arbre de sortie 3.
Une butée et des capteurs coupent le circuit d'alimentation du moteur en fin de course.

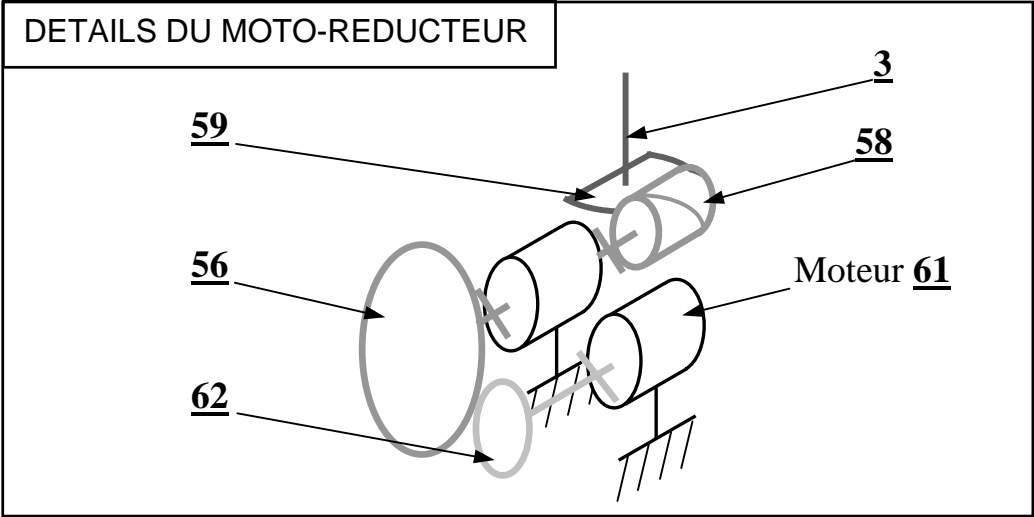
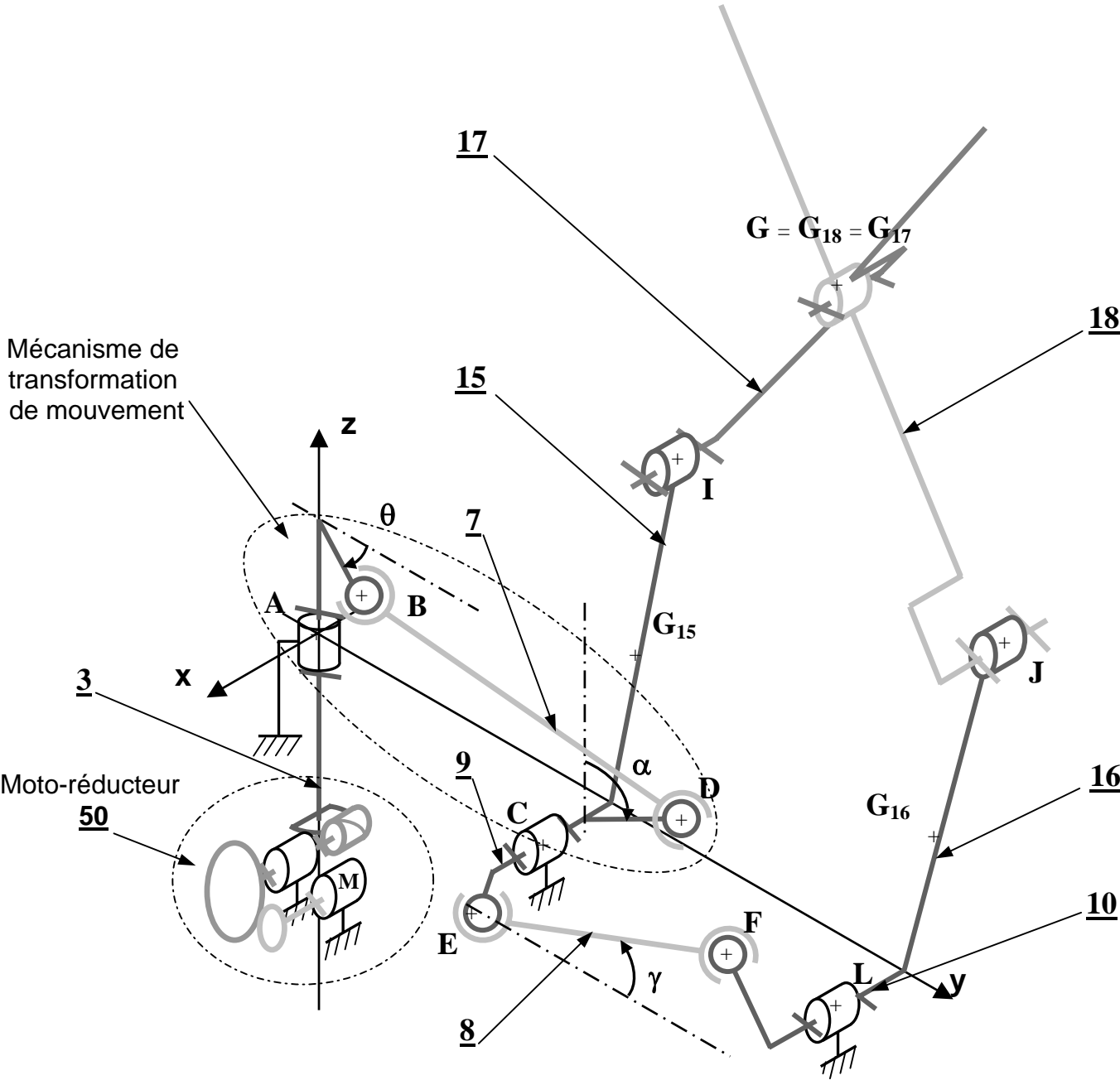
Manuel : On peut également manœuvrer la commande sans le circuit moteur. Dans cette position le circuit moteur est coupé et il est alors permis d'introduire la manivelle de secours à l'extrémité libre de la vis sans fin.

4) Extrait du C.D.C.F. relatif au sectionneur pantographe

Fonctions techniques	Critères d'appréciations	Niveaux d'appréciations
FT1 : Assurer le raccordement physique entre les lignes du réseau	1 - Aptitude à « capturer » le connecteur d'arrivée du courant 2 - Temps de fermeture	1 - Variation de la position du connecteur 2 - $T \leq 10$ s
FT2 : Utiliser une commande électrique existante. (moto-réducteur).	Couple en sortie Puissance en sortie	100 daN.m en moyenne 150 daN.m maxi Puissance utile moteur : 550 W Vitesse nominale : 1500 tr/mn

On se propose de valider la fonction technique FT2.

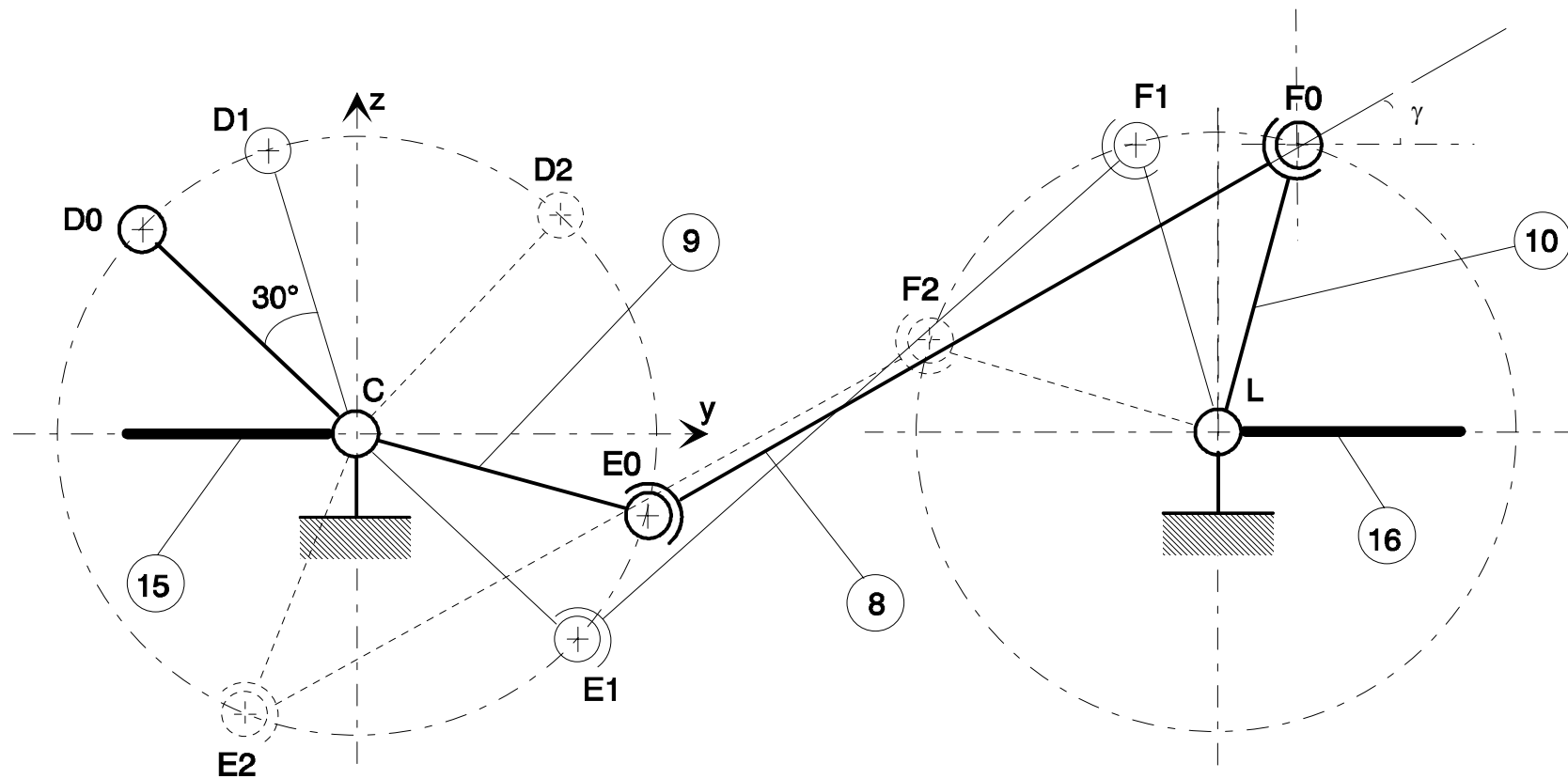




62	1	Pignon arbré		
61	1	Moteur électrique		
60	1	Clavette		Dim. 8 x 7 x 32
59	1	Secteur denté		Course 180°
58	1	Vis sans fin		
57		Cales pelables		
56	1	Roue dentée		
55	1	Roulement à deux rangées de billes		
54	1	Support		
53	1	Roulement à deux rangées de billes		
52	1	Support		
51	1	Plaque support	EN AW 7020	
50	1	Organe de manœuvre		
27				
26				
25				
24				
23				
22	2	Bague autolubrifiante	Bronze BP 25	Dim. 25 x 32 x 22
21	1	Rondelle de butée	DU	Dim. 52 x 78 x 2
20	2	Bague autolubrifiante	Bronze BP 25	Dim. 50 x 56 x 45
19	1	Vilebrequin	EN AW 6061	
18	1	Bras supérieur	EN AW 6061	
17	1	Bras supérieur	EN AW 6061	
16	1	Bras inférieur	EN AW 6061	
15	1	Bras inférieur	EN AW 6061	Alliage léger d'alu.
14	4	Contact lisse mâle	Cuivre	
13	4	Contact lisse femelle	Cuivre	
12	2	Prise de courant	Aluminium	
11	1	Ressort d'équilibrage	Acier	Acier ressort
10	1	Arbre manivelle	EN AW 7020	
9	1	Arbre levier	EN AW 7020	
8	1	Bielle de liaison	Acier	
7	1	Bielle d'attaque	Acier	
6	1	Axe de manœuvre	Acier	
5	1	Chassis	EN AW 7020	Alliage d'alu. moulé
4	1	Plateau d'accouplement	Acier	
3	1	Colonne de manœuvre	Acier	
2	1	Colonne support	Acier	
1	1	Chassis inférieur	Acier	
REP	NB	Désignation	Matière	Observations
SECTIONNEUR PANTOGRAPH Type SX 420 Nomenclature partielle				DT 5

Echelle des longueurs : 1:4

Mécanisme plan de transformation de mouvement



DT6

DOSSIER " TRAVAIL DEMANDE "

Le sujet est composé de 4 parties

Ce dossier comporte 6 feuilles numérotées de 1/6 à 6/6.

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

Lecture du dossier et des documents techniques	0h 30 min
1^{ère} Partie : Analyse et compréhension du mécanisme	0h 30 min
2^{ème} Partie : Analyse statique du sectionneur pantographe Détermination du couple moteur au démarrage	1h 30 min
3^{ème} Partie : Etude de la transmission de puissance Détermination de la puissance maximale à fournir au système	1h 45 min
4^{ème} Partie : Définition des liaisons du réducteur	1h 45 min

Partie 1 : Compréhension du mécanisme de transformation de mouvement (DT1, DT3, DT4 et DT5)

Objectif : Comprendre le fonctionnement du mécanisme et caractériser certaines de ses liaisons.
Les réponses seront écrites sur la copie.

Question 1 :

1.a. Fonctionnement du mécanisme de transformation de mouvement.

- ⇒ Donner le type de mouvement de l'axe **6** par rapport au bâti.
- ⇒ Préciser le mouvement des ensembles **10** et **9** par rapport au bâti.
- ⇒ Conclure sur le rôle du mécanisme de transformation de mouvement

1.b. Etude des assemblages mécaniques.

- ⇒ Définir les degrés de liberté de l'assemblage (**6** **19**) et **7**. Par quelle liaison aurait-il fallu le modéliser ?
- ⇒ Donner le modèle de liaison associé à l'assemblage entre **6** et le bâti, et décrire sa solution constructive.
- ⇒ Donner le modèle de liaison associé à l'assemblage entre **6** et **19**, et décrire sa solution constructive.

Partie 2 : Détermination du « couple au démarrage » – Etude statique

Objectif : Valider les caractéristiques du moteur par rapport au « couple » qu'il faut fournir pour soulever les bras du pantographe.

Hypothèses :

- Le système spatial de transformation de mouvement (voir **DT2** et **DT3**) sera considéré système plan (Y,Z). Les actions mécaniques sont modélisables par des glisseurs.
- Les liaisons en C, L, I, J, G seront considérées comme des liaisons pivots de même nom que leur centre. (voir **DT6**).
- Les liaisons en B, D, E, F, seront considérées comme des liaisons rotules de même nom que leur centre. (voir **DT3**).
- Seuls les poids des bielles **15**, **16**, **17**, **18** seront pris en compte.
- Les masses des bielles **15**, **16**, **17**, **18** sont données : $m_{15} = m_{16} = 12,5 \text{ kg}$; $m_{17} = m_{18} = 22,5 \text{ kg}$, et on prendra pour valeur de \vec{g} (accélération de la pesanteur) $\|\vec{g}\| = 10 \text{ m.s}^{-2}$.

Attention : le mécanisme comporte deux bras 15, deux bras 16, deux bras 17, deux bras 18.

- L'action mécanique de la pesanteur sur les bras 15, 16, 17, 18 sera modélisée respectivement en G_{15} , G_{16} , G_{17} , G_{18} .
- G_{17} et G_{18} seront confondus avec le point G.
- Pour cette étude, on ne prendra pas en compte le ressort d'équilibrage **11**.
- Les liaisons sont considérées parfaites.

Etude de l'équilibre de l'ensemble $S1 = \{10, 16\}$.

Nous constatons que le système est soumis à :

- l'action mécanique de la bielle 18 modélisable au point J par le glisseur

$$\{J_{18 \rightarrow S1}\} = \begin{Bmatrix} - & 0 \\ 1940 & - \\ -520 & - \end{Bmatrix}_{J \text{ } (\vec{y}, \vec{z})} = \begin{Bmatrix} - & -832 \\ 1940 & - \\ -520 & - \end{Bmatrix}_{L \text{ } (\vec{y}, \vec{z})}$$

- poids des pièces 16 modélisable par un glisseur au point G_{16}

$$\{P_{S1}\} = \begin{Bmatrix} - & 0 \\ 0 & - \\ -P_{S1} & - \end{Bmatrix}_{G_{16} \text{ } (\vec{y}, \vec{z})} = \begin{Bmatrix} - & -200 \\ 0 & - \\ -250 & - \end{Bmatrix}_{L \text{ } (\vec{y}, \vec{z})}$$

- l'action mécanique de la liaison pivot modélisable en L par un glisseur $\{L_{0 \rightarrow S1}\} = \begin{Bmatrix} - & 0 \\ Y_L & - \\ Z_L & - \end{Bmatrix}_{(\vec{y}, \vec{z})}$.
- l'action mécanique de la biellette 8 modélisable par un glisseur au point F.
avec $\vec{LF} = 0,044\vec{y} + 0,16\vec{z}$

Question 2 : (Répondre sur feuille de copie)

- ⇒ Faire le bilan des actions mécaniques extérieures appliquées à la **solide 8**.
- ⇒ Enoncer le principe fondamental de la statique appliqué à la **solide 8**.
- ⇒ Justifier la relation vectorielle : $\vec{F}_{S1 \rightarrow 8} = F_{S1 \rightarrow 8} \cos \gamma \cdot \vec{y} + F_{S1 \rightarrow 8} \sin \gamma \cdot \vec{z}$ où $F_{S1 \rightarrow 8}$ représente la valeur algébrique de la résultante $\vec{F}_{S1 \rightarrow 8}$ (l'angle γ est définie sur le **DT6**)
- ⇒ En déduire l'écriture du torseur de l'action mécanique de l'ensemble S1 sur la biellette 8 au point F, en fonction de $F_{S1 \rightarrow 8}$ et de γ . On notera ce torseur $_F\{F_{S1 \rightarrow 8}\}$
- ⇒ En déduire l'écriture du torseur de l'action mécanique de la biellette 8 sur l'ensemble S1 au point F. (On notera ce torseur $_F\{F_{8 \rightarrow S1}\}$). Justifier.

Question 3 : (Répondre sur feuille de copie)

- ⇒ Enoncer le principe fondamental de la statique appliqué à l'ensemble S1.
- ⇒ En exprimant les torseurs au point L, écrire les relations traduisant l'équilibre de l'ensemble S1.
- ⇒ En déduire la valeur de $F_{8 \rightarrow S1}$ sachant que $\gamma = 30^\circ$.

Remarque : on prendra pour le reste de l'étude $\|\vec{F}_{8 \rightarrow S1}\| = 8745 \text{ N}$.

Etude de l'équilibre de l'ensemble S2 = {9, 15}. (L'étude est déjà faite dans le plan (\vec{x}, \vec{y}))

L'ensemble S2 est soumis à l'action mécanique de la biellette 7 modélisable par le glisseur

$$\{D_{7 \rightarrow S2}\} = \begin{Bmatrix} -3187 & - \\ 18081 & - \\ - & 0 \end{Bmatrix}_{(\vec{x}, \vec{y})}$$

Détermination du « couple moteur » nécessaire à la mise en mouvement du sectionneur.

On notera C_6 le moment du couple moteur ramené sur l'axe 6.

Question 4 : (DT3, DT4) (DR1)

En phase de décollage on considérera la valeur de l'angle entre l'axe de la biellette 7 et l'axe y égale à **20°**.

- ⇒ Faire le bilan des actions mécaniques extérieures s'exerçant sur l'ensemble $\{19 - 6\}$. (vous répondrez sur votre feuille de copie).
- ⇒ La pièce 7 est soumise à deux glisseurs. Ecrire le PFS appliqué au solide 7.
- ⇒ Tracer $\vec{B}_{7 \rightarrow 6}$ sur le document réponse **DR1**.
- ⇒ Déterminer la valeur du moment C_6 . Pour cela, sur le document **DR1** :
 - mesurer le bras de levier \mathbf{d} de $\vec{B}_{7 \rightarrow 6}$ par rapport à l'axe de rotation de la pièce 6.
 - En déduire la valeur du moment C_6 .
- ⇒ Comparer cette valeur avec la valeur donnée par le constructeur. Conclusion ? (Répondre sur feuille)

Partie 3 : Etude de la transmission de puissance.

Il apparaît que, pour une variation angulaire de, $\Delta\alpha = 30^\circ$ (voir **DT3**), les composantes verticales des vecteurs vitesses (par rapport au bâti **0**) des différents centres de gravité des bras **15**, **16**, **17**, **18** sont maximales. En conséquence, la puissance que doit fournir le moteur est maximale.

Objectif : Valider les caractéristiques du moteur par rapport à la puissance maximale que le moteur doit fournir, pour la variation angulaire $\Delta\alpha = 30^\circ$.

Remarque : Cette étude comporte plusieurs parties qui se succèdent chronologiquement pour valider cette fonction FT2. Ces parties peuvent être traitées indépendamment.

Hypothèses :

- Le système de transformation de mouvement (voir **DT3**) est considéré plan (Y,Z). Les vecteurs vitesses sont donc contenus dans le plan (Y,Z).
- Les liaisons en C, L, I, J, G seront considérées comme des liaisons pivots de même nom que leur centre. (voir **DT6**).
- Les liaisons en B, D,E, F, seront considérées comme des liaisons rotules de même nom que leur centre. (voir **DT3**).
- L'action mécanique de la pesanteur sur les bras 15, 16, 17, 18 sera modélisée respectivement en G_{15} , G_{16} , G_{17} , G_{18} .
- G_{17} et G_{18} seront confondus avec le point G.

Etude du rapport de réduction associé à la commande électrique (DT1 ; DT3)

- La vitesse de rotation du moteur électrique est de **1500 tr/min**.
- Pour une "course" du secteur **59** de **180°** le nombre de tours associé de la vis **58** est égal à **32,5 tours**.
- Le rapport de réduction associé à l'engrenage constitué des pignons **62** et **56** est égal à **0,08**.

Question 5. (DR2)

⇒ Déterminer le rapport de réduction global R entre l'axe **6** et l'arbre moteur.

⇒ En déduire la vitesse de rotation $\omega_{6/0}$ (en rad/s) de l'axe **6**. (Inscrire ce résultat sur DR2)

Les vitesses à prendre en compte pour la suite, le sont pour la position du pantographe correspondant à la valeur angulaire $\alpha = 20^\circ$.

⇒ Connaissant la vitesse angulaire de l'axe **6** et en analysant la courbe définie **DR2**, déterminer la vitesse angulaire $\omega_{9/0}$. (Vous ferez apparaître vos tracés sur **DR2**)

Remarque : on prendra pour le reste de l'étude $|\omega_{9/0}| = 0,167 \text{ rad/s}$.

Recherche des vitesses des centres de gravité G_{15} , G_{16} et G.

Pour chacune des vitesses recherchées, on vous demande de justifier sur feuille de copie chacune de vos réponses avant de tracer les vecteurs vitesses sur les documents réponses **DR3** et **DR4**.

D'autre part, pour le tracé des vecteurs vitesses on se propose d'adopter le code couleur : **vert** pour la direction des vitesses, **bleu** pour les projetés des vecteurs vitesses, **rouge** pour les vecteurs vitesses.

Question 6. (DR3)

- ⇒ Définir le mouvement du solide 9 par rapport au bâti 0.
- ⇒ Connaissant $|\omega_{9/0}|$, déterminer la norme de la vitesse $\vec{V}_{E,9/0}$. (les mesures se feront sur document DR3)
- ⇒ En déduire et tracer le vecteur vitesse $\vec{V}_{E,9/0}$. (Justifier).

Question 7. (DR3)

- ⇒ Définir le mouvement du solide 10 par rapport au bâti 0.
- ⇒ Comparer les vecteur vitesses $\vec{V}_{E,10/0}$ et $\vec{V}_{E,8/0}$ et d'autre part $\vec{V}_{F,10/0}$ et $\vec{V}_{F,8/0}$.
- ⇒ Définir la nature du mouvement du solide 8 par rapport au bâti 0. Définir la direction de $\vec{V}_{F,8/0}$
- ⇒ Connaissant $\vec{V}_{E,8/0}$, en déduire complètement le vecteur vitesse $\vec{V}_{F,8/0}$. Quel théorème utilisez-vous ?
- ⇒ En déduire $\omega_{10/0}$.

On rappelle que les pièces **15** et **9** ont le même mouvement, tout comme les pièces **16** et **10**.

Question 8. (DR4)

- ⇒ Déterminer complètement les vitesses $\vec{V}_{I,15/0}$ et $\vec{V}_{J,16/0}$.
- ⇒ En déduire graphiquement les vecteurs vitesses $\vec{V}_{G15,15/0}$ et $\vec{V}_{G16,16/0}$.

Question 9. (DR4)

- On considère que le vecteur vitesse $\vec{V}_{G,17/0}$ est vertical.
- ⇒ Par application du théorème d'équiprojectivité, en déduire graphiquement $\vec{V}_{G,17/0}$.

Question 10. (DR4) (Vous ferez apparaître vos tracés)

- ⇒ déterminer la composante suivant z de la vitesse $\vec{V}_{G15,15/0}$. On notera cette composante $V_{G15,15/0}^z$
- ⇒ déterminer la composante suivant z de la vitesse $\vec{V}_{G16,16/0}$. On notera cette composante $V_{G16,16/0}^z$

Remarque : Pour la suite $\|V_{G15,15/0}^z\| = 0,1 \text{ m/s}$, $\|V_{G16,16/0}^z\| = 0,1 \text{ m/s}$; $\|V_{G,17/0}^z\| = 0,45 \text{ m/s}$.

Recherche de la puissance nécessaire au mouvement de la structure.

- Les masses des bielles **15**, **16**, **17**, **18** sont données : $m_{15} = m_{16} = 12,5 \text{ kg}$; $m_{17} = m_{18} = 22,5 \text{ kg}$, et on prendra pour valeur de \vec{g} (accélération de la pesanteur) $\|\vec{g}\| = 10 \text{ m.s}^{-2}$.

Attention : le mécanisme comporte deux bras 15, deux bras 16, deux bras 17, deux bras 18.

Question 11. (DR4)

- ⇒ Calculer la puissance absorbée par le solide 15.
- ⇒ Calculer la puissance absorbée par le solide 16.
- ⇒ Calculer la puissance absorbée par les solides 17 et 18.
- ⇒ Calculer la puissance totale absorbée par le système pantographe. On notera cette vitesse P_{totale} .

Rappel : Calcul de la puissance P d'une masse m animée d'une vitesse suivant z égale à V :

$$\mathbf{P} = -\mathbf{m.g.V} \text{ avec } g \text{ accélération de la pesanteur. } (g = 10 \text{ m.s}^{-2}).$$

Remarque : on prendra pour le reste de l'étude $P_{\text{totale}} = -516 \text{ watts}$

Question 12. (DT1) (Répondre sur feuille de copie)

Le rendement du système du réducteur de vitesse (roue et vis sans fin et engrenage) entre l'arbre moteur et l'axe **6** est : $\eta = 0,6$.

Connaissant la puissance totale absorbée par le système,

⇒ Calculer la puissance que devrait fournir le moteur. On notera cette puissance P_{moteur} .

⇒ Comparer cette valeur avec la valeur P_u donnée par le constructeur. Conclusion ?

Recherche de la raideur du ressort d'équilibrage 11.

On se rend compte que le ressort d'équilibrage est nécessaire pour diminuer la valeur du couple moteur en cours de fonctionnement. On se propose donc d'estimer la raideur du ressort par une méthode énergétique. On connaît :

- la puissance utile du moteur : **$P_u = 550$ watts.**
- la puissance moyenne qu'il faut fournir pour élever la structure : $\overline{P_{\text{totale}}} = 850$ watts.
- le temps de fermeture du pantographe est donné : **$t_f = 10$ s.**

Hypothèse : Pour simplifier la représentation, on pourra considérer que le ressort est accroché respectivement aux points **D** et **F**.

Question 13. (DT6).(Répondre sur feuille de copie)

⇒ Déterminer la puissance nécessaire manquante. On la notera P_{res} .

⇒ Déterminer alors le travail W_{res} (fournit par le ressort) nécessaire à l'élévation en 10 s de la structure.

Rappel : soit W le travail, soit P la puissance et Δt l'intervalle de temps, alors $W = P \cdot \Delta t$

⇒ Mesurer l'élongation Δl du ressort entre la position finale et la position initiale sur le **DT6**

⇒ En déduire la valeur de la raideur K du ressort. Rappel : $W_{\text{res}} = \frac{1}{2} \cdot K \cdot (\Delta l)^2$

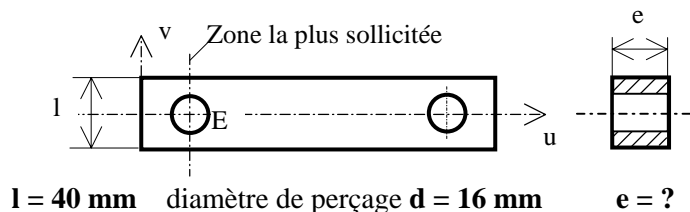
Vérification de la résistance de la biellette 8.

Objectif : Dimensionner cette pièce dans la zone la plus sollicitée. Cette étude sera menée lors « du décollage » du pantographe.

Données – Hypothèses :

- L'étude de statique a permis de déterminer le torseur des actions mécaniques s'exerçant sur la biellette 8 (soumise à deux glisseurs) au point E. Dans un repère lié au solide 8 :

$$\{E_{9 \rightarrow 8}\}_E = \begin{Bmatrix} -8745 & 0 \\ 0 & 0 \\ 0 & 0 \end{Bmatrix}_{(\vec{u}, \vec{v}, \vec{x})}$$



- La section prise en compte sera une section rectangulaire d'épaisseur **e** , à déterminer, de largeur **l** .
- La contrainte dans la section à étudier est donnée : $\sigma = \frac{F}{(l - d)e}$
- Le coefficient de sécurité adopté est : **$s = 5$** .
- L'accident géométrique dû à la présence du perçage en E engendre un phénomène de concentration de contrainte de coefficient **$k = 3$** .
- La contrainte limite élastique de traction du matériau est : **$R_e = 600 \text{ Mpa}$** .

Question 14 : (Répondre sur feuille de copie).

- ⇒ Déterminer le torseur associé aux actions de cohésion au point E.
- ⇒ Préciser la nature de la sollicitation.
- ⇒ Déterminer la résistance pratique du matériau, notée **Rpe**.
- ⇒ Déterminer l'expression littérale de la contrainte maximale dans la zone à étudier.
- ⇒ En déduire l'épaisseur **e** de la bielle 8.

Partie 4 : Définition des liaisons du réducteur(DR 5).

Objectif : Définir les formes de l'axe 58 supportant la vis sans fin et la roue dentée 56.

L'axe - vis sans fin 59 est guidé en rotation par rapport au bâti 51 et est entraîné par l'intermédiaire d'une roue dentée 56, elle même en prise avec le pignon arbré 62 du moteur 61.

Les solutions constructives retenues sont les suivantes :

- La vis est directement usinée sur l'arbre,
- La roue dentée 56 est rapportée sur l'arbre, avec :
 - une mise en position cylindrique longue,
 - un arrêt en rotation par clavette (dimensions : $l \times h \times L = 8 \times 7 \times 32$)
 - un arrêt en translation par épaulement du côté vis et par appui sur une des bagues du roulement de l'autre côté.
- L'ensemble de l'axe est guidé en rotation par deux roulements à deux rangées de billes à contact oblique, montés en X.

Question 15 :

- ⇒ Sur le **DR5**, définir complètement :
 - l'encastrement de la roue 56 en vue de face et en coupe partielle afin d'expliciter l'utilisation de la clavette,
 - le guidage en rotation (montage en X) de l'axe 58 par rapport au bâti.
- ⇒ Sur le DR5, repasser en vert les surfaces fonctionnelles réalisant l'encastrement de la roue dentée et en bleu celles réalisant le guidage en rotation de l'axe.
- ⇒ Sur la feuille de copie, expliquer comment on pourrait régler axialement les efforts exercés sur les bagues des roulements.

DOSSIER " DOCUMENTS REPONSES "

Ce dossier comporte 5 documents numérotés de DR1 à DR5.

DR1

Biellette 6 isolée

DR2

Lois des vitesses du pantographe

DR3

Cinématique graphique du mécanisme
de transformation de mouvement

DR4

Cinématique graphique des bras du pantographe
Puissances des différents bras du sectionneur pantographe

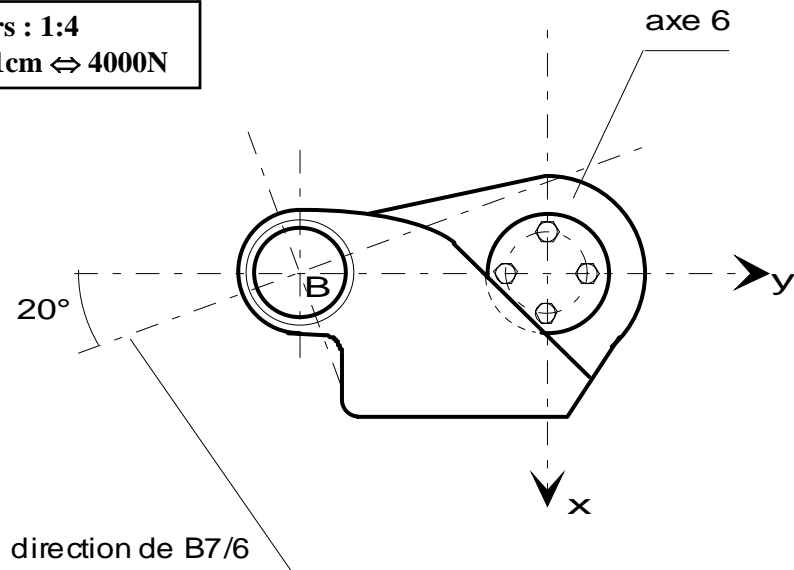
DR5

Construction des liaisons du réducteur

**Tous ces documents, même vierges, sont à joindre
à la copie en fin d'épreuve.**

Détermination du couple moteur "au décollage" de la structure

Echelle des longueurs : 1:4
Echelle des forces : 1cm \Leftrightarrow 4000N



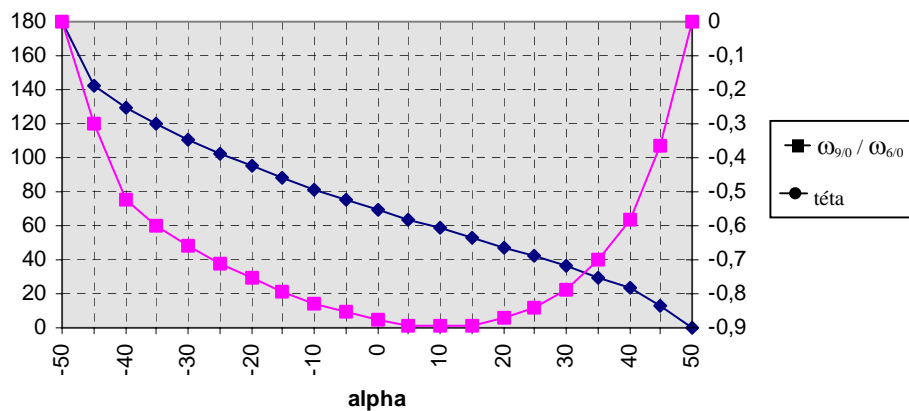
Question 3 :

$d =$ _____ mm

$C_6 =$ _____ Nm

DR1

Lois des vitesses du pantographe



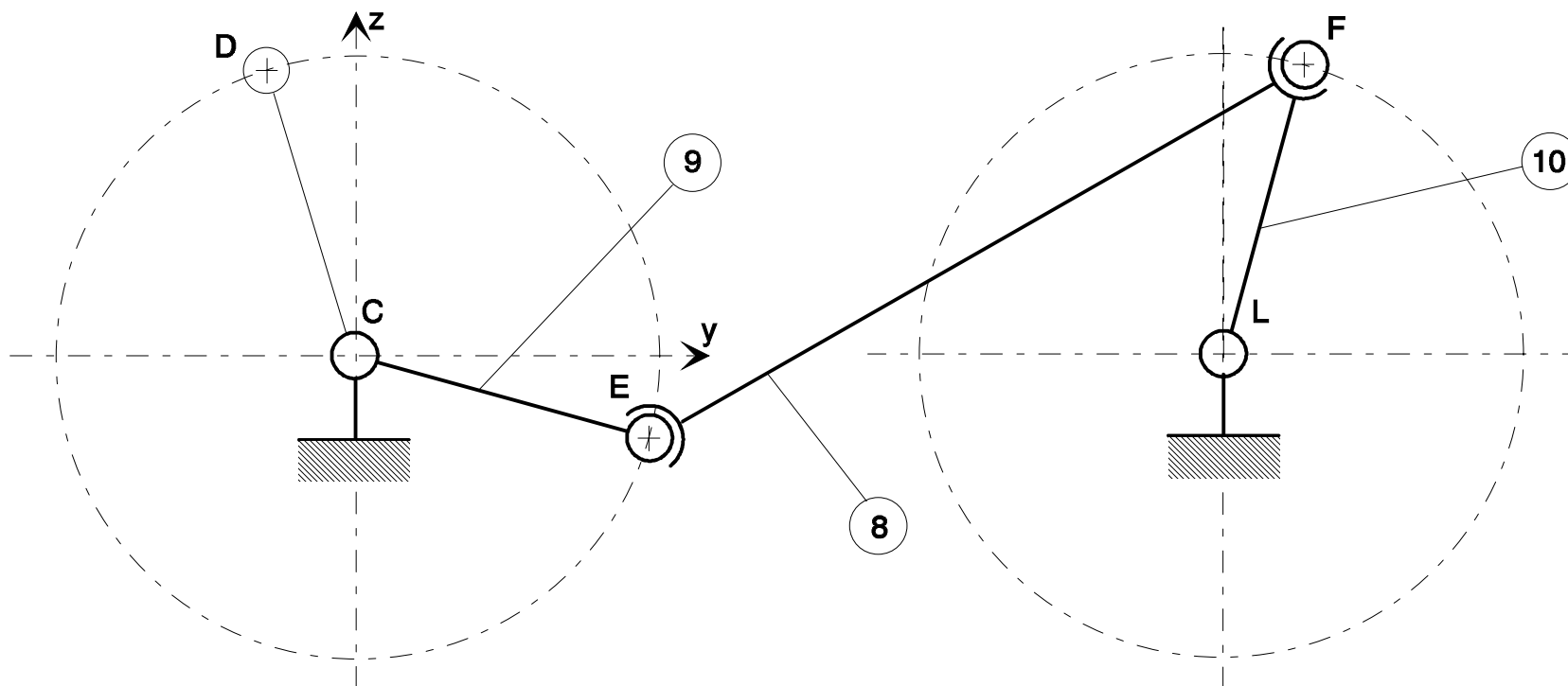
Question 4 :

$\omega_{6/0} =$ _____ rad/s

$\omega_{9/0} =$ _____ rad/s

DR2

Echelle des longueurs : 1:4
Echelle des vitesses : 1cm \Leftrightarrow 1cm/s

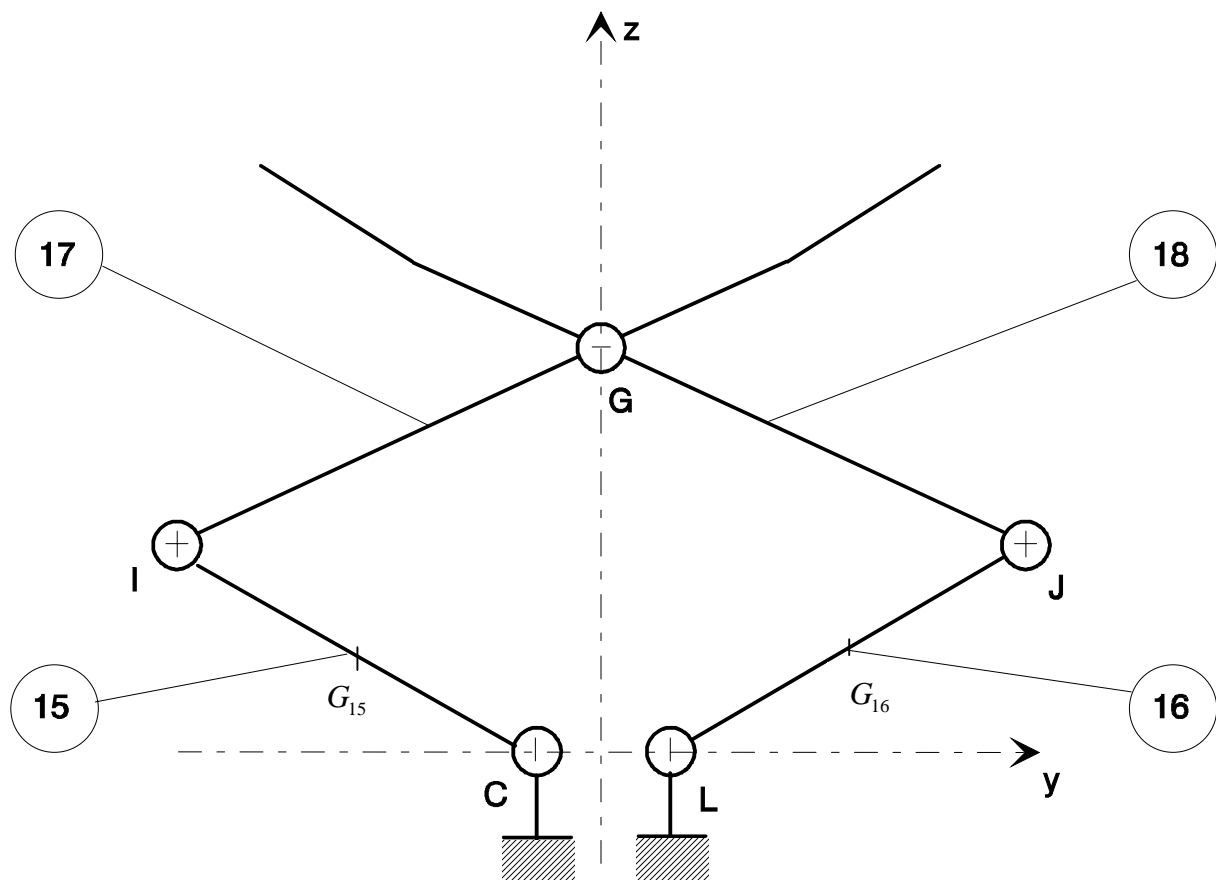


Question 7 :

$\omega_{10/0} =$ _____ rad/s

DR3

Echelle des longueurs : 1:30
Echelle des vitesses : 1cm \Leftrightarrow 0,1m/s



Question 10 :

$$V_{G15,15/0}^z = \text{_____ m/s}$$

$$V_{G16,16/0}^z = \text{_____ m/s}$$

$$V_{G,17/0}^z = \text{_____ m/s}$$

Question 11 :

$$P_{P15} = \text{_____ watts}$$

$$P_{P16} = \text{_____ watts}$$

$$P_{P(17-18)} = \text{_____ watts}$$

$$P_{\text{tot}} = \text{_____ watts}$$

DR4