

DS 04- Basculeur de bobines

PTSI

Samedi 12 février 2022

Table des matières

I	Présentation	2
II	Etude de l'asservissement en position selon \vec{y}_0 du système de basculement	6
III	Analyse et compréhension du système de basculement	7
IV	Étude de la fonction « Basculer la bobine »	8
V	Lecture de plan	10

Basculeur de bobines

I Présentation

Les productions étant automatisées dans différents secteurs (imprimerie, cosmétique, agro-alimentaire...), les opérations sur le produit fabriqué étant réalisées par les machines, il reste aux opérateurs à approvisionner les matières premières.

La fréquence des efforts est réduite mais pour obtenir une autonomie des machines suffisante, certaines fournitures sont lourdes à manipuler et cela dans un espace difficilement accessible.

Pour les machines consommant des films (étiquettes, plastique pour regrouper des produits, cellophanage de produit unitaire (exemple parfumerie)), les bobines doivent être posées souvent en hauteur ou au ras du sol.

Dans une démarche permettant de limiter les risques liés à la manipulation de charges lourdes, on souhaite mettre en place un système de préhension de bobines.

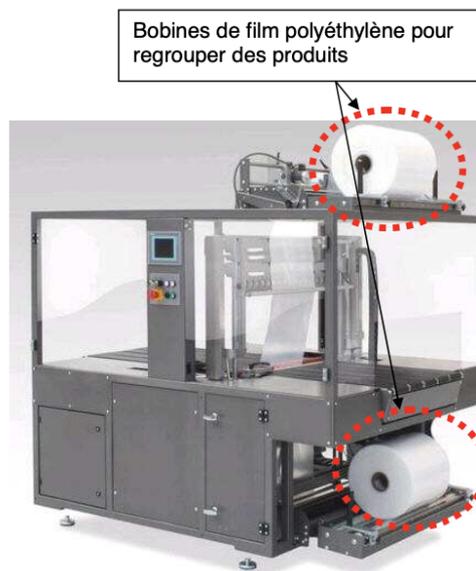
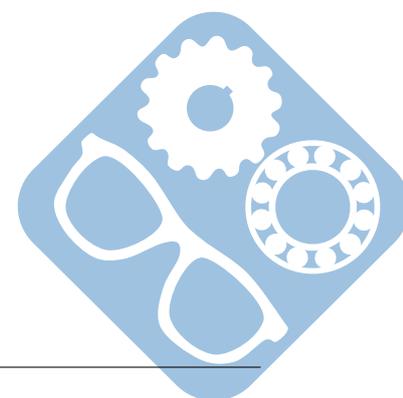


Figure 1 – Mise en situation

La société TECADIS propose un chariot permettant de manipuler des bobines. Une option permet de basculer les bobines. Cette adaptation associée au chariot permet à l'opérateur :

- de saisir la bobine à la main sans risque,
- de la faire passer de la position verticale (livraison sur palette permettant de grande charge sans abimer la bobine) à la position horizontale (rotation de 90°),
- de la positionner au poste d'utilisation (hauteur variable),
- d'éviter les efforts importants dans des positions inconfortables pour l'opérateur.



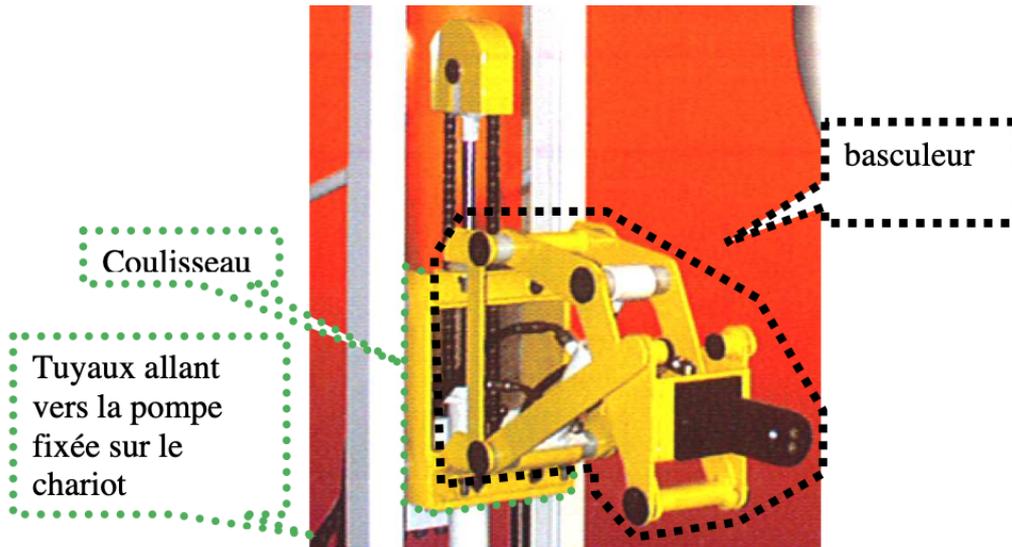


Figure 2 – Principe de fonctionnement

Le basculeur s’adapte physiquement sur le coulisseau du chariot grâce à 4 perçages.

Ensuite on relie les flexibles hydrauliques aux distributeurs situés en aval d’une pompe hydraulique.

Un limiteur de pression délivre un maximum $p_{maxi} = 7 \text{ MPa}$ ($1 \text{ bar} = 10^5 \text{ Pa} = 0,1 \text{ MPa} = 1 \text{ N.mm}^2$).

L’opérateur choisit les mouvements du basculeur avec 3 distributeurs, il ne peut faire qu’un seul mouvement à la fois :

- Montée-descente coulisseau,
- Serrage-desserrage mandrin,
- Basculement haut-bas.

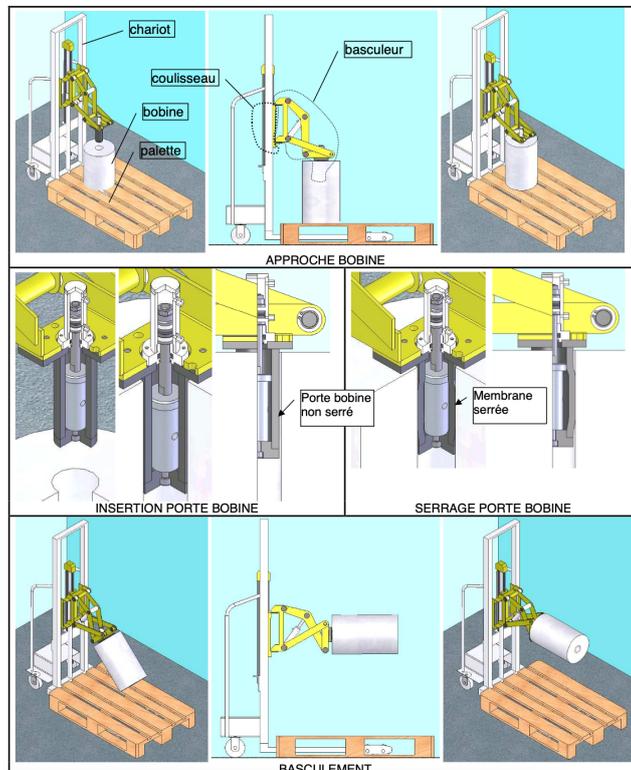
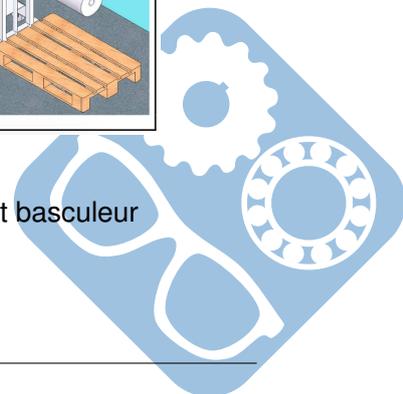


Figure 3 – Vue en perspective chariot basculeur



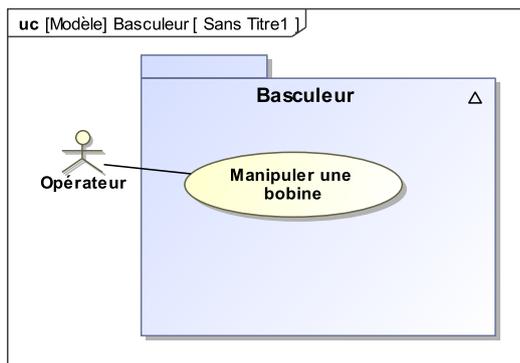


Figure 4 – Analyse fonctionnelle

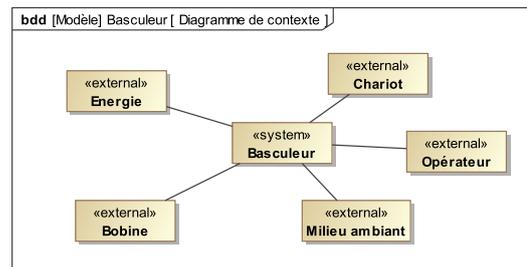


Figure 5 – Analyse fonctionnelle

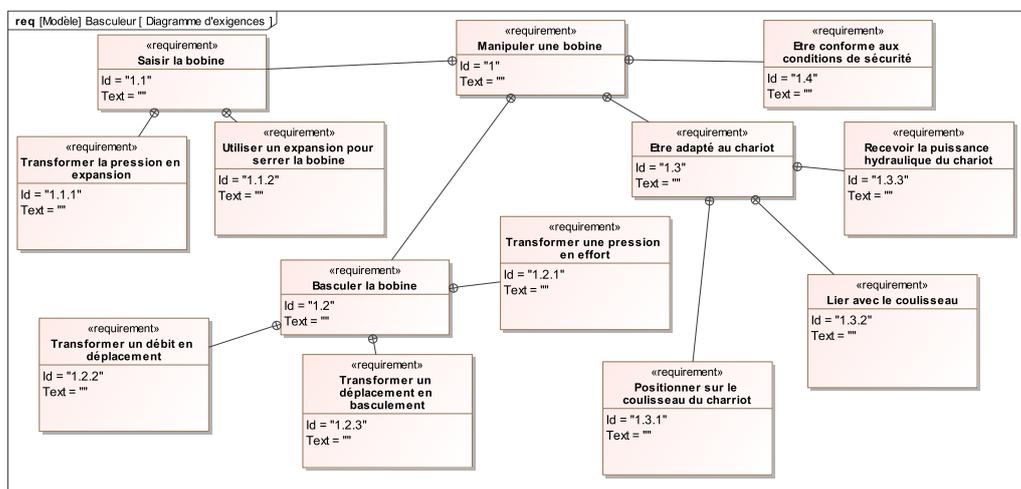
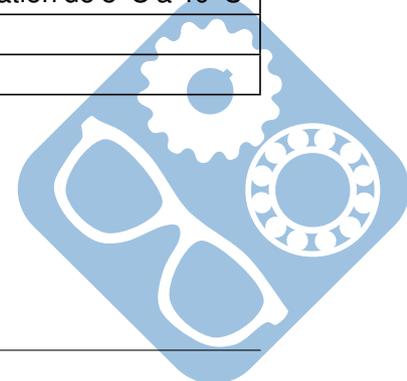


Figure 6 – Analyse fonctionnelle

Taille bobine	Longueur maxi 500 mm Longueur mini 150 mm Diamètre maxi 500 mm
Bobine	Diamètre intérieur 70 à 80 mm
Masse bobine seule	35kg
Angle et vitesse de levée	De 0° (vertical) à 92° au moins, durée 8s
Environnement : l'appareil est utilisable dans divers secteurs	Humidité : de 100 % à 50 % Chaleur : stockage de -10°C à 50°C, utilisation de 5°C à 40°C
Durée de vie : nb de manœuvres	10 ⁶
Pression maximum	$p_{maxi} = 7Mpa = 70bars = 7N.mm^{-2}$

Tableau 1 – Extrait du cahier des charges



Paramétrage cinématique :

— Repère lié au bâti S0 :
 $R_0 = (C, \vec{x}_0, \vec{y}_0, \vec{z}_0)$

— Repère lié au porte-bobine S5 :
 $R_5 = (K, \vec{x}_5, \vec{y}_5, \vec{z}_5)$ avec
 $\theta_5 = (\vec{x}_0, \vec{x}_5) = (\vec{y}_0, \vec{y}_5)$

— Repère lié au fût vérin S2 :
 $R_2 = (F, \vec{x}_2, \vec{y}_2, \vec{z}_2)$ avec
 $\theta_2 = (\vec{x}_0, \vec{x}_2) = (\vec{y}_0, \vec{y}_2)$

L'axe de la bobine est donné par (K, \vec{x}_5) :

- $\theta_5 = -90^\circ$ lorsque la bobine est en position verticale (bobine dirigée vers le bas),
- $\theta_5 = 0^\circ$ lorsque la bobine est en position horizontale.

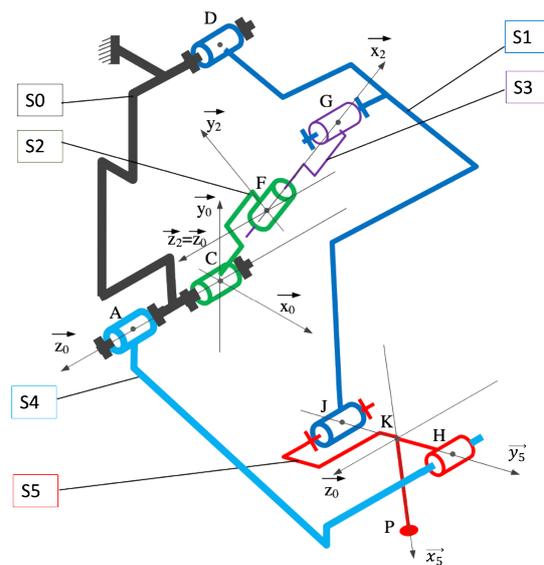


Figure 7 – Schéma cinématique lorsque S0 est bloqué en translation

Classes d'équivalence :

Le système se compose de 6 classes cinématiques équivalentes de S0 à S5 : S0 = Support, S1 = Levier, S2 = Fût vérin, S3 = Vérin mobile, S4 = Bielle, S5 = Porte bobine.

S1 est en liaison :

- pivot d'axe (D, \vec{z}_0) par rapport à S0,
- pivot d'axe (J, \vec{z}_0) par rapport à S5,
- pivot d'axe (G, \vec{z}_0) par rapport à S3.

S4 est en liaison :

- pivot d'axe (A, \vec{z}_0) par rapport à S0,
- pivot glissant d'axe (H, \vec{z}_0) par rapport à S5.

S2 est en liaison :

- pivot d'axe (C, \vec{z}_0) par rapport à S0,
- pivot glissant d'axe (C, \vec{x}_2) par rapport à S3.

Dimensions utiles :

- $\vec{AD} \cdot \vec{y}_0 = \vec{CD} \cdot \vec{y}_0 = a$ avec $a = 160 \text{ mm}$,
- $\vec{JH} = b \cdot \vec{y}_0$ avec $b = 100 \text{ mm}$,
- $\vec{AH} \cdot \vec{y}_5 = c$ avec $c = 200 \text{ mm}$,
- $\vec{CG} = \lambda(t) \cdot \vec{x}_2$,
- $\vec{CA} = b \cdot \vec{z}_0$.

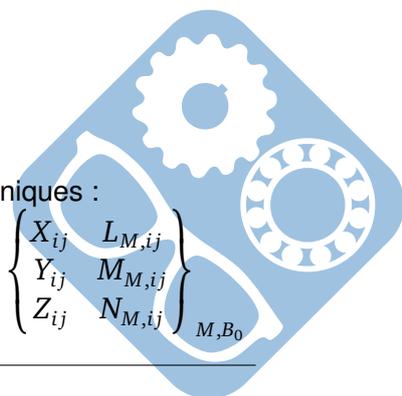
Notations :

Torseur cinématique :

$$\{V_{i/j}\} = \left\{ \begin{array}{c} \vec{\Omega}_{i/j} \\ \vec{V}_{M,i/j} \end{array} \right\}_M = \left\{ \begin{array}{cc} \omega_{x,ij} & V_{xM,ij} \\ \omega_{y,ij} & V_{yM,ij} \\ \omega_{z,ij} & V_{zM,ij} \end{array} \right\}_{M,B_0}$$

Torseur des actions mécaniques :

$$\{T_{i \rightarrow j}\} = \left\{ \begin{array}{c} \vec{F}_{i \rightarrow j} \\ \vec{M}_{M,i \rightarrow j} \end{array} \right\}_M = \left\{ \begin{array}{cc} X_{ij} & L_{M,ij} \\ Y_{ij} & M_{M,ij} \\ Z_{ij} & N_{M,ij} \end{array} \right\}_{M,B_0}$$



II Etude de l'asservissement en position selon \vec{y}_0 du système de basculement

Pour positionner le coulisseau (solidaire du système basculeur) selon la direction \vec{y}_0 , on utilise un vérin hydraulique.

Question 1 Compléter l'extrait du schéma organique Chaîne d'Information-Chaîne d'Energie-Puissance en nommant les éléments réalisant les fonctions Alimenter, Moduler et Convertir. Préciser les énergies entrantes et sortantes des 3 blocs fonction.

Hypothèse : Le fluide présent dans le vérin hydraulique est incompressible.

Données :

- débit volumique : $q(t)$ en $m^3.s^{-1}$,
- déplacement du tiroir de la servocommande : $x(t)$ en m ,
- déplacement de la tige qui se déplace : $z(t)$ en m ,
- débit par fuite entre les 2 chambres de la servocommande : $q_p(t)$ en $m^3.s^{-1}$,
- différence de pression entre les 2 chambres du vérin : Δ_p en $N.mm^{-2}$,
- masse de l'ensemble coulisseau+système de basculeur : M en kg .

Équations :

- Comportement de la servocommande : $q(t) = k \cdot x(t)$ (1)
- Comportement du vérin : $q(t) = S \cdot \dot{z}(t) + q_p(t)$ (2)
- $q_p(t) = f \cdot \Delta_p(t)$ (3) ou f est un coefficient constant.
- $F(t) = S \cdot \Delta_p(t)$ (4)
- Comportement de la masse : $F(t) = M \cdot \ddot{z}(t)$ (5)

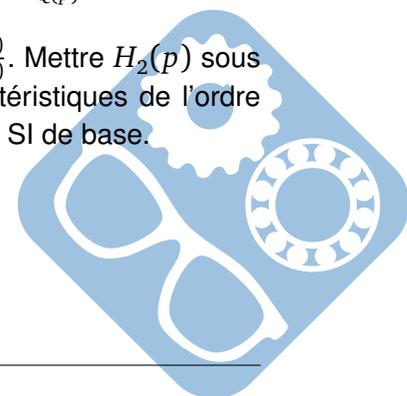
Remarque : on notera $L[x(t)] = X(p)$, $L[z(t)] = Z(p)$, $L[q(t)] = Q(p)$, $L[q_p(t)] = Q_p(p)$, $L[\Delta_p(t)] = \Delta_p(p)$, $L[F(t)] = F(p)$.

Question 2 Transformer les équations précédentes données dans le domaine de Laplace (conditions initiales nulles).

Question 3 Compléter alors le schéma bloc correspondant au comportement de la servocommande.

Question 4 Exprimer la fonction de transfert $H_{BO} = \frac{Q_p(p)}{\epsilon_q(p)}$ puis exprimer $H_1(p) = \frac{Z(p)}{Q(p)}$.

Question 5 En déduire la fonction de transfert en boucle fermée $H_2(p) = \frac{Z(p)}{X(p)}$. Mettre $H_2(p)$ sous forme canonique. Indiquez la classe, l'ordre, le gain et les caractéristiques de l'ordre trouvé. Faire l'application numérique et préciser les unités en unité SI de base.



Pour compléter l'étude, on donne les valeurs numériques suivantes :

- $S = 3000 \text{ mm}^2$,
- $f = 6 \text{ dm}^3 \cdot \text{min}^{-1} \cdot \text{MPa}^{-1}$,
- $k = 0,24 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{mm}^{-1}$,
- $M = 42 \text{ kg}$.

Question 6 Tracer le diagramme de Bode asymptotique en gain et en phase de cette fonction de transfert en boucle fermée, en précisant les pulsations de coupure lorsque c'est nécessaire.

III Analyse et compréhension du système de basculement

On étudie maintenant le système de basculement, le chariot est alors bloqué en translation (pas de mouvement suivant \vec{z} de S_0).

Question 7 En s'aidant de l'extrait du dessin d'ensemble du système de basculement de la figure 9 (le format original A3 a été réduit, mais cela n'impacte pas vos réponses) et de la nomenclature figure 10, indiquer l'ensemble des pièces constituant la classe d'équivalence S3 VERIN MOBILE. La pièce 29 est supposée fixe par rapport au LEVIER N°4.

Question 8 Compléter le graphe des liaisons du système étudié.

Question 9 Décrire la nature du mouvement d'entrée de ce système.

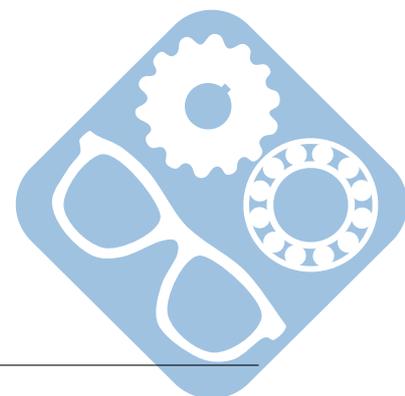
Question 10 Décrire la nature du mouvement de sortie de ce système. En déduire la mobilité utile de ce système.

Question 11 Compléter le tableau en indiquant les 6 composantes des torseurs cinématique et statique des différentes liaisons. (Attention, il faut bien respecter les notations de l'énoncé). L'exemple de la liaison entre S_0 et S_4 est fourni.

Question 12 En écrivant la relation littérale utilisée, donner le degré d'hyperstatisme du système (S_0 , S_1 , S_2 , S_3 , S_4 , S_5).

Question 13 En considérant uniquement la chaîne 0-2-3-1, écrire une fermeture cinématique à l'aide des torseurs des différentes liaisons, au point A et dans la base $(\vec{x}_2, \vec{y}_2, \vec{z}_2 = \vec{z}_0)$.

Question 14 En utilisant la relation liant inconnues cinématiques, rang des équations (nombre d'équations indépendantes) et mobilité, donner la mobilité m de cette chaîne.



IV Étude de la fonction « Basculer la bobine »

Hypothèse :

- L'étude des mouvements et des trajectoires s'effectuera dans le plan médian du basculeur $(A, \vec{x}_0, \vec{y}_0)$,
- L'étude sera réalisée dans 3 positions : celles-ci sont superposées sur le document réponse question 15 : La position 1 verticale de la bobine ($\theta_5 = 0^\circ$), la position 2 inclinée ($\theta_5 = -45^\circ$) et la position finale 3 ($\theta_5 = -90^\circ$),
- Dans les positions 1 et 3 les vitesses sont nulles (début et fin de mouvement), la vitesse maximum du vérin est atteinte lors de la position intermédiaire 2. Sur le document réponse question , seule la position 2 est donnée,
- Les liaisons sont simplifiées : en A, D, G, J, H les liaisons sont toutes des liaisons pivot.

On donne le schéma cinématique plan suivant :

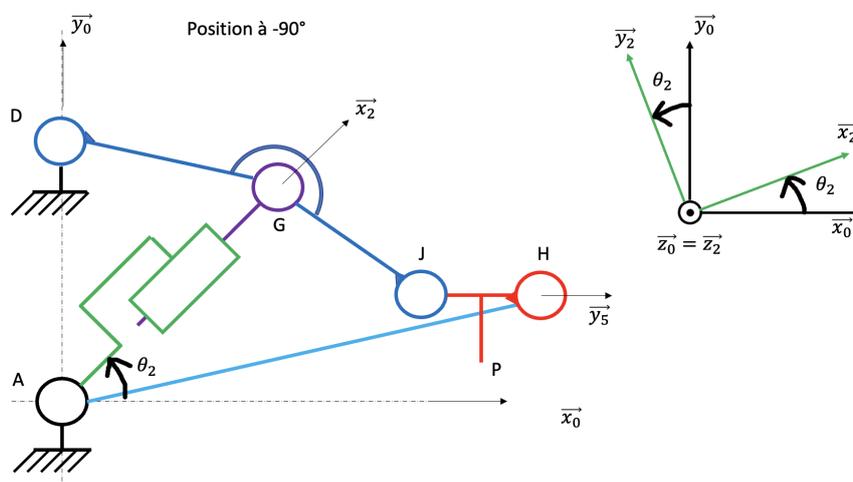


Figure 8 – Schéma cinématique

Course de l'actionneur

Le vérin choisi par le constructeur a une course maximale de $C_m = 100 \text{ mm}$. Sur les documents réponses fournis, l'échelle des distances peut être obtenue connaissant la dimension entre A et D (cf. paramétrage).

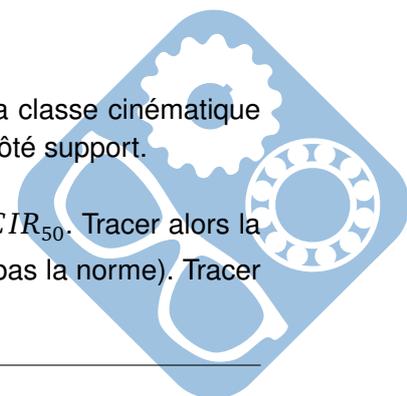
Question 15 En se basant sur les points fournis sur le document réponse, écrire l'expression littérale de la course utile C_u et faire l'application numérique. Conclure sur la compatibilité de la course du vérin C_u et la course utile du vérin choisi.

Sécurité de la bobine

La bobine manipulée est entourée d'un film plastique de protection.

Le point Q1 est un point de contact entre le sol et la bobine, il appartient à la classe cinématique S5. Le point M1 est également un point de contact entre la bobine et le sol situé côté support.

Question 16 A partir de la trajectoire des points J et H, déduire la position du CIR₅₀. Tracer alors la direction et le sens du vecteur vitesse $\vec{V}_{Q1 \in S_5 / S_0}$ (on ne demande pas la norme). Tracer également la direction et le sens du vecteur vitesse $\vec{V}_{M1 \in S_5 / S_0}$.



Question 17 Que risque la bobine en contact avec le sol au début du mouvement ? Si le diamètre extérieur de la bobine est encore plus grand que celui représenté sur le système actuel, que risque-t-il d'arriver au début du mouvement ? Quelle précaution l'utilisateur devra prendre pour pallier le problème ?

Vitesse et sécurité pour l'utilisateur

En position 2, la tige du vérin est à sa vitesse maximum de sortie. On peut vérifier, pour des raisons de précautions, que la vitesse maximum en bout de bobine n'atteigne pas la vitesse limite $\left\| \overrightarrow{V_{N,S5/S0}} \right\| = 200 \text{ mm.s}^{-1}$. Le point N est un point à l'extrémité de la bobine en position 2.

Les réponses aux questions suivantes se feront sur le même document réponse de la question 19, qui contient 2 épures A et B avec des échelles différentes.

Question 18 Tracer sur l'épure A le vecteur de sortie de tige du vérin $\overrightarrow{V_{G,S2/S3}}$, sa norme vaut $\left\| \overrightarrow{V_{G,S2/S3}} \right\| = 11 \text{ mm.s}^{-1}$.

Question 19 Écrire la composition de vitesse permettant d'obtenir $\overrightarrow{V_{G2,S1/S0}}$. Justifier la valeur de $\overrightarrow{V_{G2,S1/S3}}$. Tracer toutes les directions des vitesses de cette expression obtenues sur l'épure A.

Question 20 En déduire et tracer $\overrightarrow{V_{G2,S1/S0}}$ sur l'épure A.
! ATTENTION, les tracés se font maintenant sur l'épure B!

Question 21 Reporter $\overrightarrow{V_{G2,S1/S0}}$ en utilisant l'échelle de l'épure B.

Question 22 Tracer $\overrightarrow{V_{J2,S1/S0}}$ en citant la méthode utilisé. Vous ferez apparaître vos tracés.

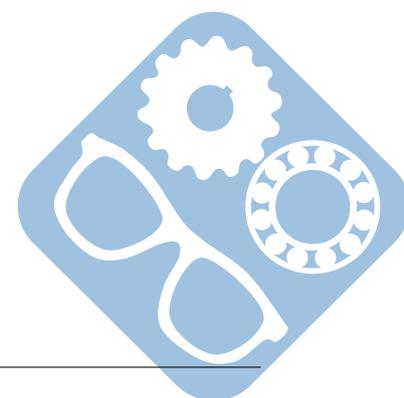
Question 23 Après avoir justifier la valeur de $\overrightarrow{V_{J2,S5/S1}}$, exprimer $\overrightarrow{V_{J2,S5/S0}}$ en utilisant une composition de vitesse.

Question 24 Après avoir justifier la valeur de $\overrightarrow{V_{H2,S5/S4}}$, donner la direction de $\overrightarrow{V_{H2,S5/S0}}$ sur l'épure B.

Question 25 D'après les question 24 et 25, trouver le CIR du mouvement de S5 par rapport à S0 et tracer le vecteur $\overrightarrow{V_{H2,S5/S0}}$ sur l'épure B.

Question 26 Avec la méthode de votre choix, et en justifiant vos tracés, tracer sur l'épure B $\overrightarrow{V_{N,S5/S0}}$. Donner la valeur de la norme de $\overrightarrow{V_{N,S5/S0}}$.

Question 27 Conclure par rapport au cahier des charges donné en début de partie.

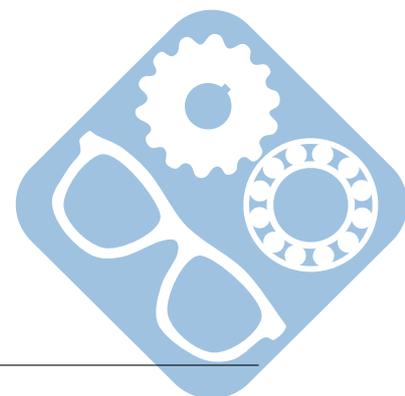


V Lecture de plan

Question 28 Colorier les classes d'équivalence directement sur le document A3.

Question 29 Dessiner un graphe de liaison.

Question 30 Représenter le système par un schéma cinématique, dans le plan XY.



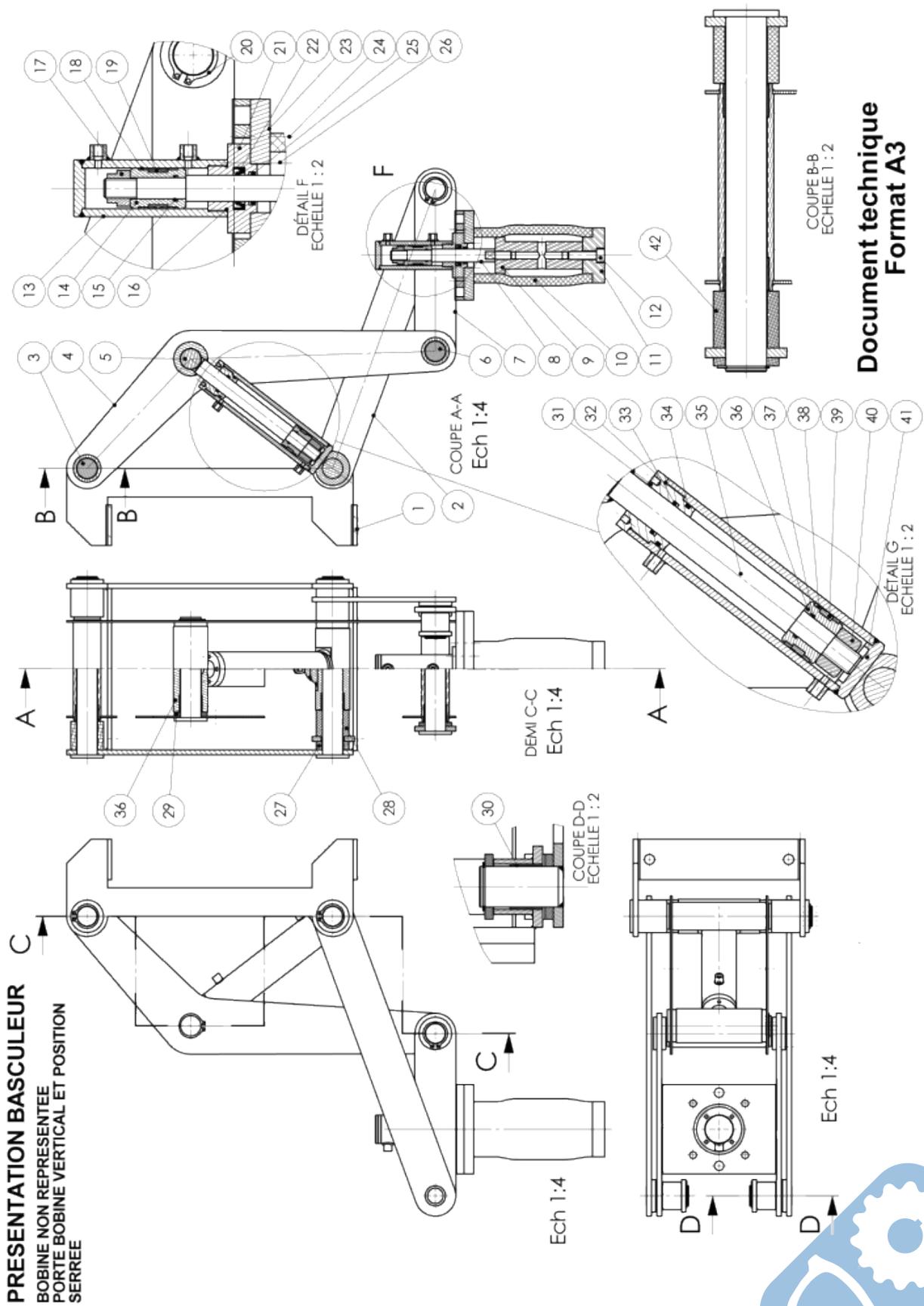
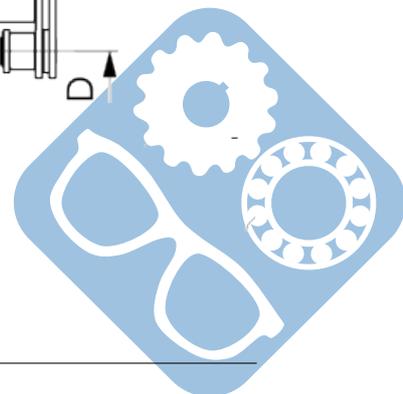


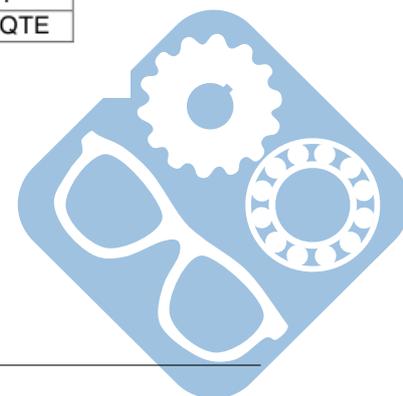
Figure 9 – Extrait du dessin d'ensemble



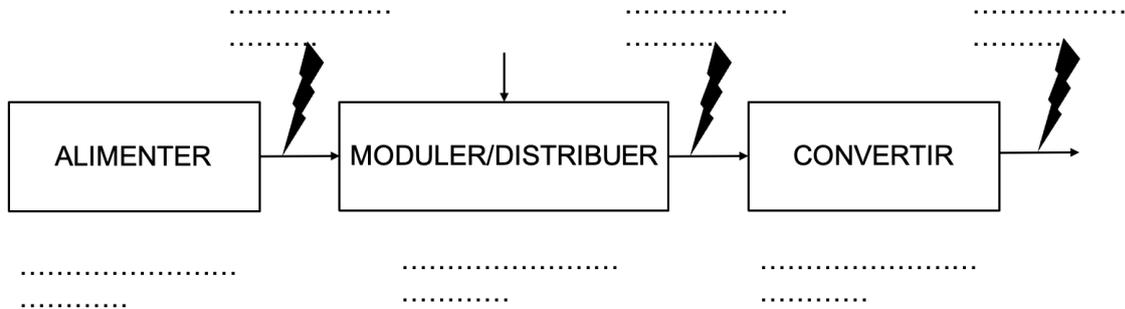
Nomenclature Basculeur sans la Bobine.
(Les pièces soudées ensembles sont comptées comme une seule)

42	BAGUE Ø40-26-35	ERTALON	2
41	ENSEMBLE TUBE-CHAPE VERIN Ø32		1
40	ECROU ISO -4034-M16		1
39	JOINT CENTRAL Ø32		1
38	JOINT LATERAL Ø32		2
37	JOINT TORIQUE Ø180-15INT		1
36	PISTON VERIN Ø32		1
35	ENSEMBLE SOUDE TIGE Ø20		1
34	JOINT TORIQUE Ø265-32EXT		1
33	JOINT TORIQUE Ø265-20INT		1
32	JOINT TORIQUE Ø180-36INT		1
31	NEZ VERIN Ø32		1
30	BAGUE POLYAMIDE PTFE PPM 252820	SKF	10
29	BAGUE Ø40-25-5	ERTALON	11
28	BAGUE Ø40-25-32.5 EPAULE	ERTALON	2
27	BAGUE Ø40-26-10.5	ERTALON	2
26	VIS ISO 4762-M5x35		4
25	JOINT TORIQUE Ø265-16INT		1
24	VIS ISO 10642-M10x16		4
23	PLAQUE VERIN		1
22	JOINT LEVRE Ø16		1
21	NEZ Ø25		1
20	ANNEAU ELASTIQUE EXTERIEUR Ø24		1
19	JOINT CENTRAL Ø25		1
18	JOINT LATERAL Ø25		2
17	ECROU ISO -4034-M12-C		1
16	JOINT TORIQUE Ø180-28INT		1
15	JOINT TORIQUE Ø140-13INT		1
14	PISTON PORTE BOBINE		1
13	TUBE VERIN PORTE BOBINE		1
12	VIS ISO 4762 M10-45		1
11	EMBOUT PORTE BOBINE		1
10	MEMBRANE PORTE BOBINE		1
9	ENTRETOISE PORTE BOBINE		1
8	TIGE PORTE BOBINE		1
7	PLATINE PORTE BOBINE		1
6	AXE MANDRIN		1
5	AXE VERIN		1
4	LEVIER		1
3	AXE SUPPORT		2
2	BIELLE		2
1	SUPPORT		1
ARTICLE	NUMERO DE PIECE	REMARQUE	QTE

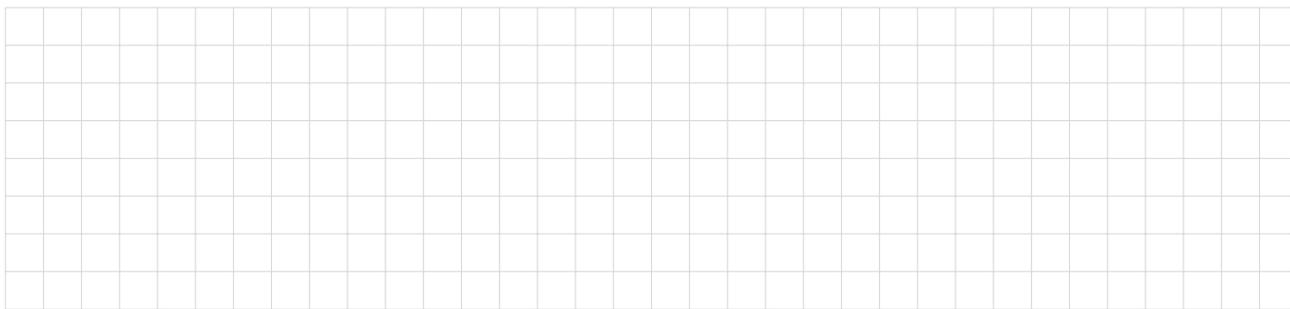
Figure 10 – Nomenclature



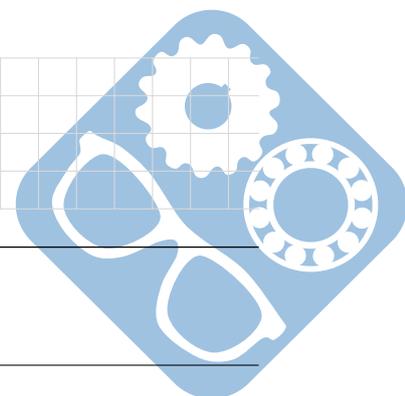
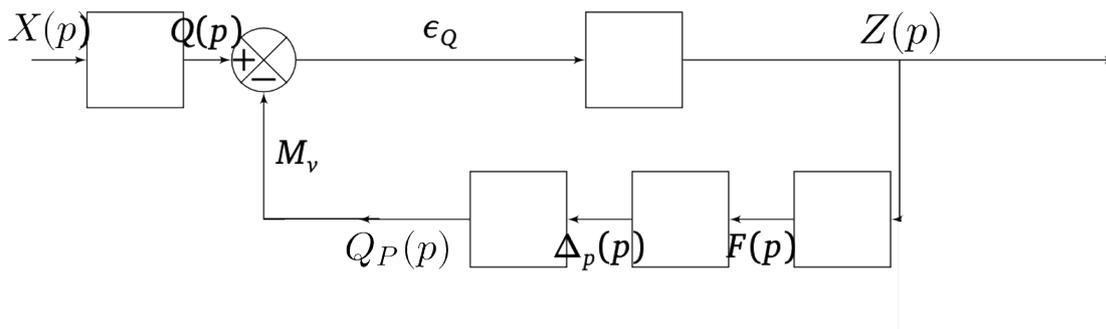
Question 1 :



Question 2 :

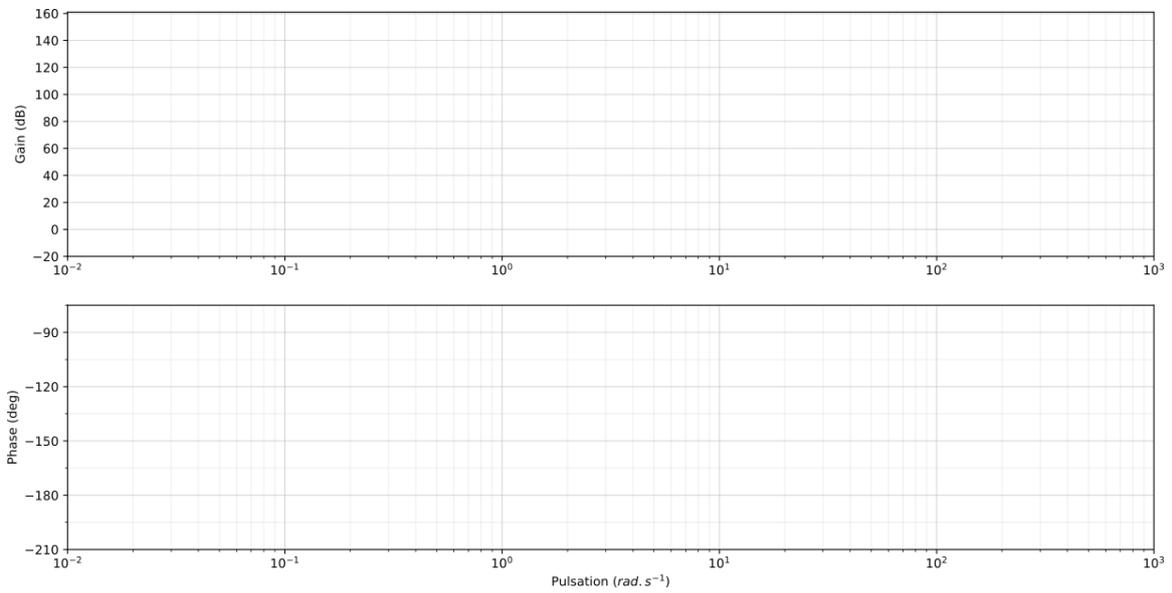


Question 3 :

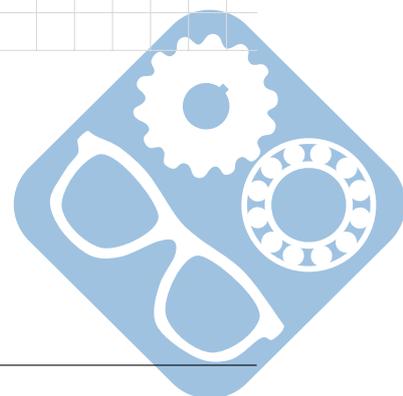


Question 4 :

Question 6 :



Question 7 :



Questions 18 19 20 21 22 23 24 25 26 :

