

EXAMEN DE MECANIQUE DES SOLIDES INDEFORMABLES (M.S.I.)

Section : MP2, PC2 & PT2

Durée : 2 Heures

Date : 04 /02/2021

Aucun document n'est autorisé

PROBLEME :

Un réducteur à billes est représenté par son dessin partiel sur la figure 1 et par son schéma cinématique figure 2. Ce mécanisme est constitué :

- d'un bâti (S_0) fixe;
- d'un arbre moteur (S_1);
- d'un arbre de sortie (S_2);
- d'un ensemble de billes représenté par (S).

Soit $R(O, \vec{x}, \vec{y}, \vec{z})$ un repère orthonormé direct lié au bâti (S_0) du réducteur. L'arbre moteur (S_1) et l'arbre récepteur (S_2) ont une liaison pivot d'axe (O, \vec{x}) avec (S_0).

On pose :

$$\begin{cases} \vec{\Omega}_{S1/R} = \omega_1 \vec{x} \\ \vec{\Omega}_{S2/R} = \omega_2 \vec{x} \end{cases}$$

Une bille (S) de centre C , de rayon a , roule sans glisser en A_1 sur (S_1) et en A_2 sur (S_2) et en A_3 et A_4 sur (S_0).

Soit $R_1(O, \vec{x}, \vec{y}_1, \vec{z}_1)$ un repère orthonormé direct (R_1 n'est lié à aucun des solides) tel que :

$$\begin{aligned} (\vec{y}_1, \overrightarrow{CA_3}) = (\overrightarrow{CA_1}, -\vec{y}_1) = (-\vec{y}_1, \overrightarrow{CA_2}) = \frac{\pi}{4} \\ \text{et} \quad (\vec{x}, \overrightarrow{CA_4}) = \frac{\pi}{6} \quad \overrightarrow{OC} = b \vec{y}_1 \end{aligned}$$

Soit \vec{i} le vecteur unitaire de même direction et de même sens que le vecteur $\overrightarrow{A_3A_4}$. On pose : $\alpha = (\vec{i}, \vec{x})$ avec α est un angle constant.

Partie I : Cinématique

I-1) En exprimant que (S) roule sans glisser sur (S₀) en A₃ et A₄, montrer que le vecteur rotation instantanée de (S) par rapport à R est colinéaire à $\overrightarrow{A_3A_4}$ et peut donc s'écrire sous

la forme : $\vec{\Omega}_{S/R} = \omega \vec{I}$.

I-2) Exprimer en fonction de ω la vitesse $\vec{V}(A_1 \in S/R)$ (indication utiliser le point A₃).

I-3) Exprimer en fonction de ω_1 la vitesse $\vec{V}(A_1 \in S_1/R)$ (indication : $\overrightarrow{OA_1} = \overrightarrow{OC} + \overrightarrow{CA_1}$)

I-4) Exprimer la condition de roulement sans glissement au point A₁ et donner la relation entre ω et ω_1 .

I-4) Exprimer en fonction de ω la vitesse $\vec{V}(A_2 \in S/R)$ (indication utiliser le point A₃).

I-5) Exprimer en fonction de ω_2 la vitesse $\vec{V}(A_2 \in S_2/R)$ (indication : $\overrightarrow{OA_2} = \overrightarrow{OC} + \overrightarrow{CA_2}$)

I-6) Exprimer la condition de roulement sans glissement au point A₂ et donner la relation entre ω et ω_2 .

I-7) Dédurre de I-4 et I-6 le rapport de réduction $\frac{\omega_2}{\omega_1}$ du réducteur à billes.

Partie II : Cinétique

La bille (S) est homogène de masse (m) et de rayon (a). La matrice d'inertie de (S) au point C s'écrit, dans la base du repère (R₁), sous la forme suivant :

$$[I_C(S)] = \begin{bmatrix} A & 0 & 0 \\ 0 & A & 0 \\ 0 & 0 & A \end{bmatrix}_{(\vec{x}, \vec{y}, \vec{z}_1)}$$

Pour les solides (S₁) et (S₂), l'axe (O, \vec{x}) est un axe de symétrie matérielle de révolution. Les moments d'inertie de (S₁) et (S₂) par rapport à (O, \vec{x}) sont respectivement I₁ et I₂.

II-1) Préciser la position du centre d'inertie de la bille (S). Justifier votre réponse.

II-2) Justifier la forme de la matrice d'inertie (S) au point (C).

II-3) Calculer A.

II-4) Déterminer, en fonction de ω , le torseur cinétique de (S) au point C, dans son mouvement par rapport à R.

II-5) Déterminer, au point O, le torseur cinétique de (S₁) dans son mouvement par rapport à R.

II-6) Déterminer, au point O, le torseur cinétique de (S₂) dans son mouvement par rapport à R.

II-7) Calculer l'énergie cinétique de l'ensemble $E = \{S, S_1, S_2\}$ dans son mouvement par rapport à R .

II-8) Déterminer, au point C, le torseur dynamique de (S) dans son mouvement par rapport à R .

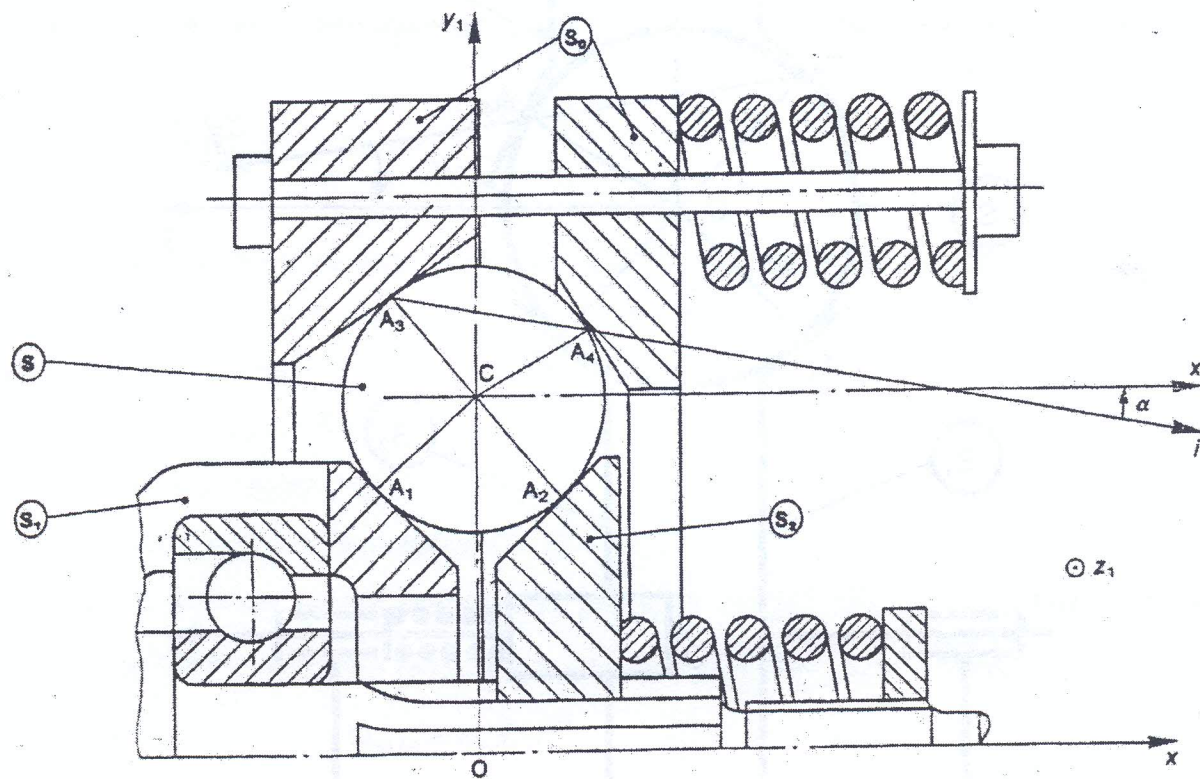


Figure 1.

Examen Final du premier Semestre Février 2021

Epreuve de Conception et Fabrication Mécanique (CFM)

Préparation Technologique (PT2)

**Ligne semi-automatique de fabrication de
blocs creux en béton**

Date : 05 Février 2021

Heure : 8H30

Durée : 4 Heures

Documents non autorisés

MISE EN SITUATION

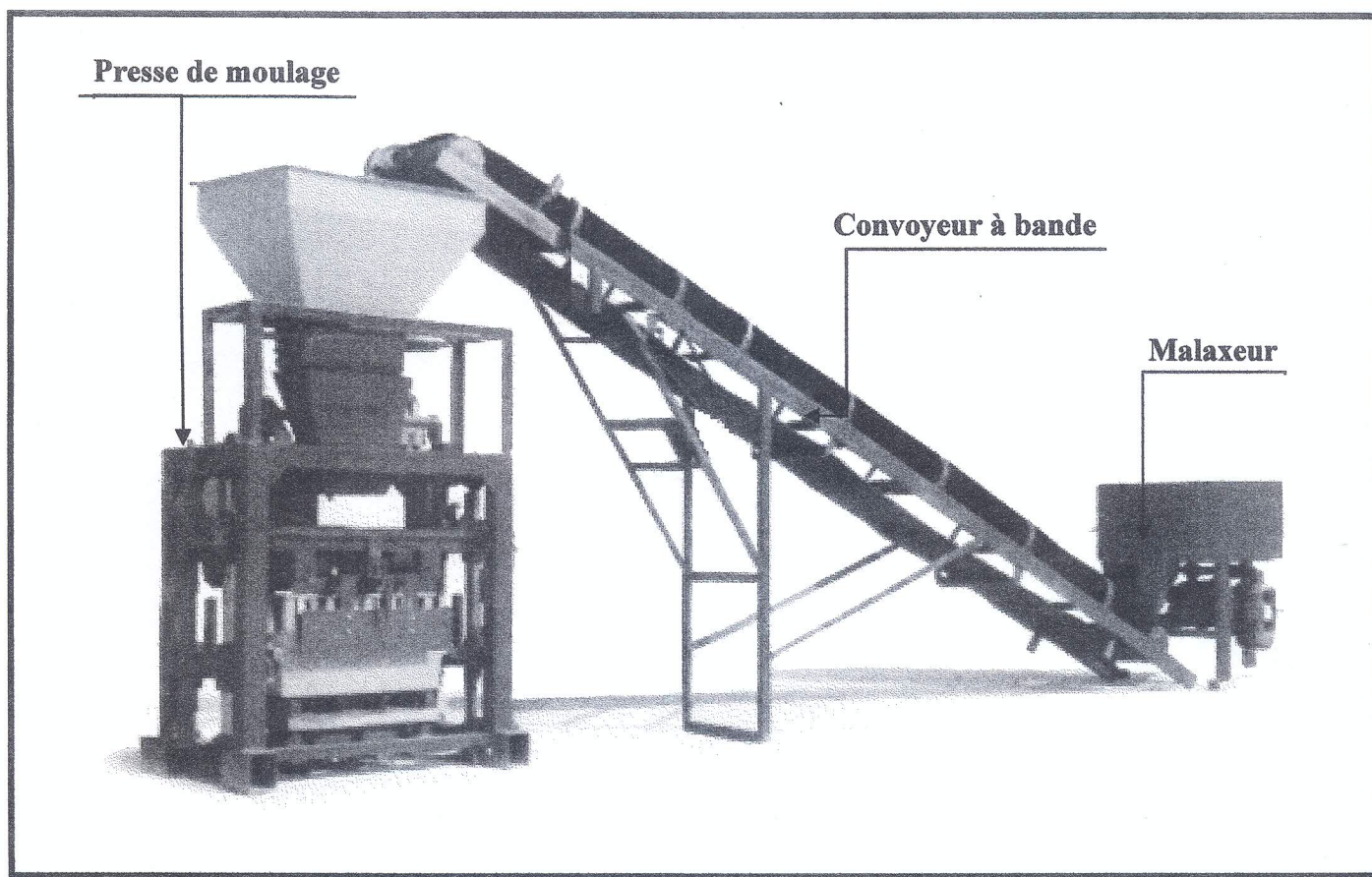
La figure 1 représente une ligne semi-automatique de fabrication de blocs creux en béton utilisés dans les travaux de maçonnerie comme élément principal de construction des murs (figure 2).

Cette ligne est composée principalement :

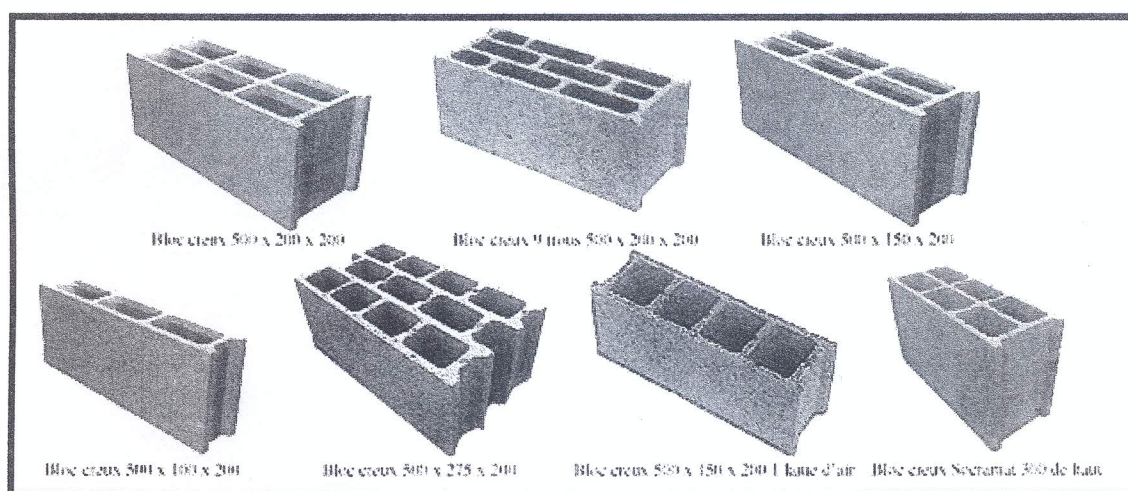
- D'un malaxeur permettant de malaxer les différents constituants du béton (sable, gravier, ciment, eau) afin d'obtenir un mélange homogène. Ce malaxeur est commandé par un motoréducteur.
- D'un convoyeur à bande qui assure le transfert du béton entre le malaxeur et la presse de moulage. Ce convoyeur est commandé par un tambour moteur.
- D'une presse de moulage permettant la mise en forme des blocs creux en béton au moyen d'un moule et d'un contre moule. Cette presse est commandée par un groupe motopompe.

DESCRIPTION

Un ouvrier assure manuellement le chargement du réservoir du malaxeur avec les différents constituants du béton dans les bonnes proportions. Après une période de malaxage nécessaire pour avoir un mélange homogène, une trappe située au fond du réservoir est retirée et le béton est progressivement transvasé sur la bande transporteuse du convoyeur pour finir dans la trémie de la presse. Une trappe située au fond de cette trémie est commandée manuellement pour le remplissage du moule. Les blocs creux en béton sont directement moulés sur une palette support. Après démoulage (remontée du moule et du contre moule) la palette est évacuée à l'aide d'un chariot élévateur.



-Figure 1-



-Figure 2-

Nom :

Prénom :

Identifiant :

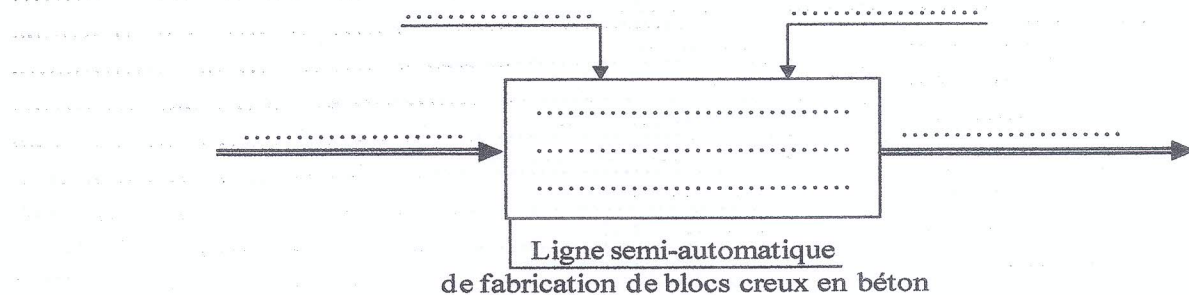
Groupe :

PARTIE A : CONSTRUCTION MECANIQUE

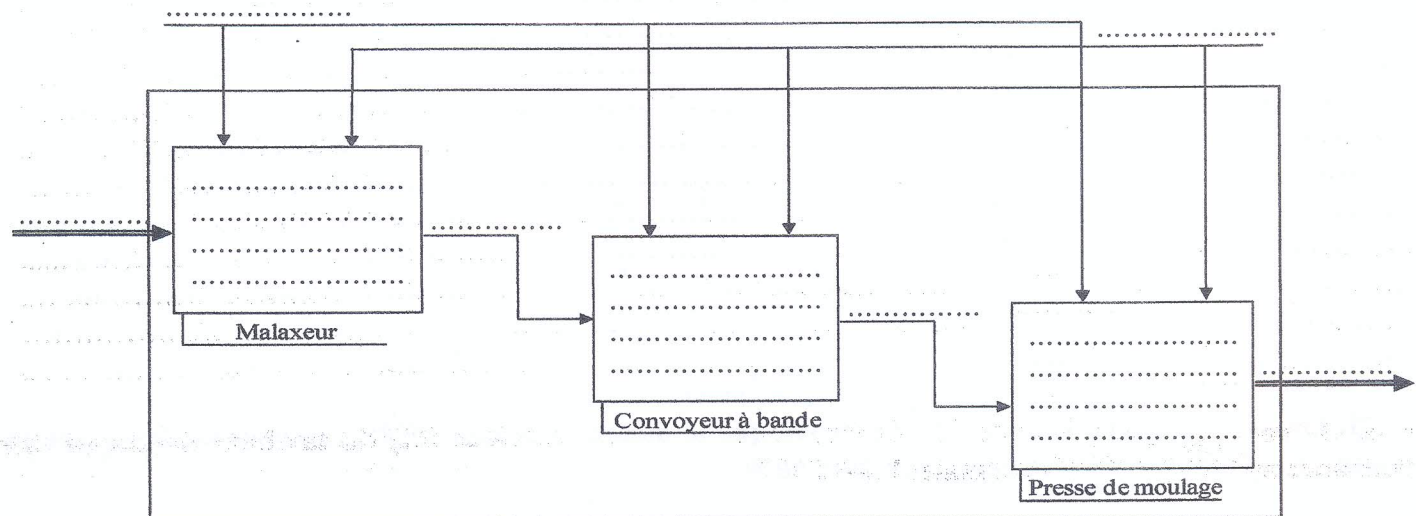
On s'intéresse dans cette partie à l'étude de la partie opérative de la ligne semi-automatique de fabrication de blocs creux en béton représentée par le schéma de la figure 1:

A-I) Analyse fonctionnelle

A-I-1) Compléter l'actigramme A-0.

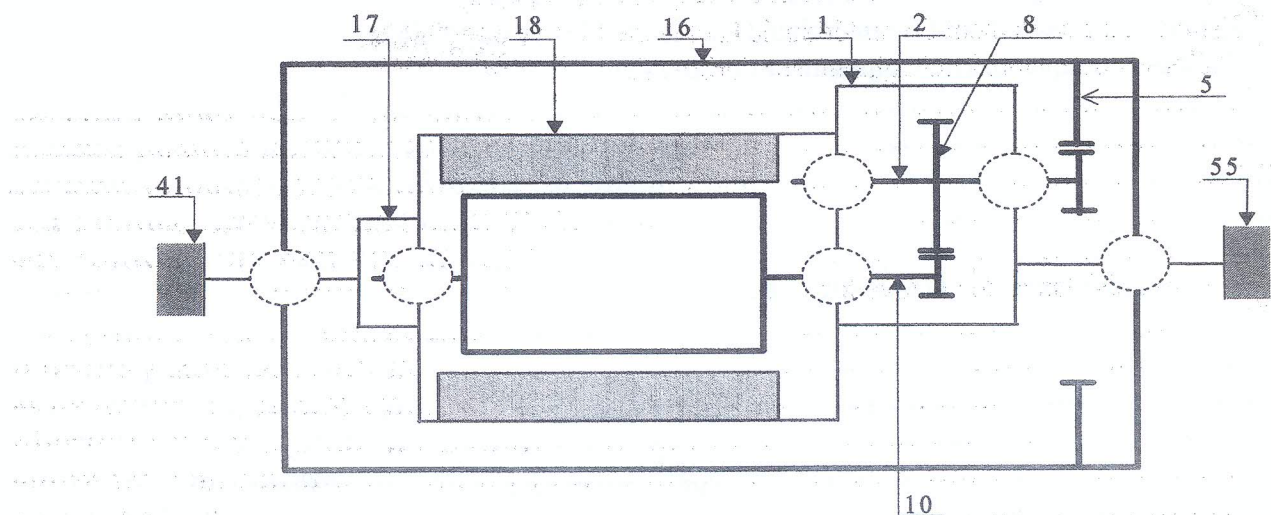


A-I-2) Compléter l'actigramme A0.

**A-II) Etude cinématique**

Le dessin d'ensemble de la page 6/6 représente à l'échelle 1:2 le tambour moteur qui commande le déplacement de la bande transporteuse.

A-II-1) Compléter, ci-dessous, le schéma cinématique du tambour moteur du convoyeur à bande par la représentation des symboles des liaisons dans les cercles prévus.



A-III-6) Choisir le matériau convenable pour chacune des pièces mentionnées dans le tableau suivant en justifiant votre choix.

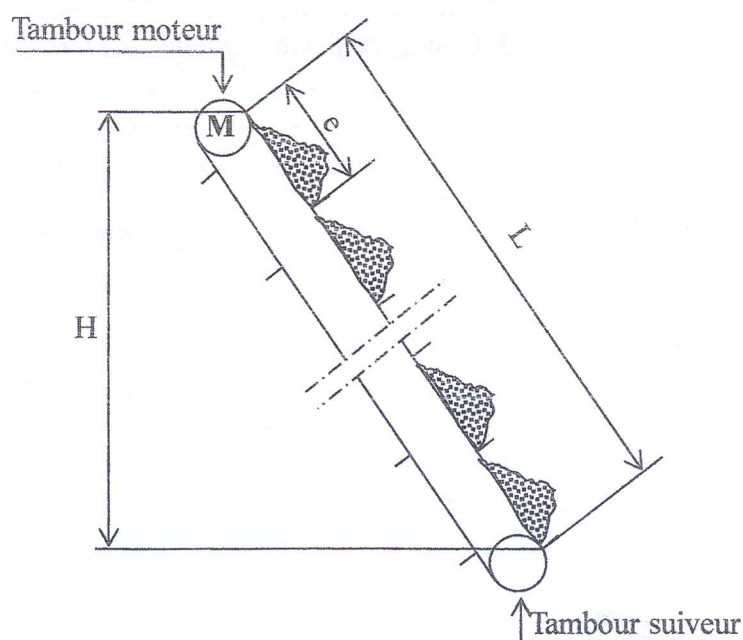
Pièce	Matériau	Justification
(1)	CW453K[CuSn8] 42CrMo4 EN-GJL-200 S235
(2)	EN-GJL-200 EN AW-1050[Al99,5] E295 42CrMo4
(9)	CW453K[CuSn8] EN-GJL-150 C60 S235
(17)	C35 60SiCr7 EN AB-51300[AlMg5] EN-GJL-200

A-IV) Etude mécanique

A-IV-1) Calcul de prédétermination du moteur électrique du tambour

On donne :

- Longueur effective de la bande transporteuse (qui transporte effectivement du béton) : $L=5\text{m}$,
- hauteur de la levée du béton vers la trémie de la presse de moulage: $H=3,8\text{m}$,
- écartement entre deux palettes voisines de la bande transporteuse : $e=0,5\text{m}$,
- masse maximale de la quantité du béton prise entre deux palettes voisines : $m=15\text{Kg}$,
- accélération de la pesanteur $g=10\text{m/s}^2$,
- couple résistant estimé au niveau des paliers de guidage en rotation de chacun des deux tambours (moteur et suiveur) par rapport au bâti : $C_f=5\text{Nm}$ (supposé constant)



-Figure 3-

Calculer la puissance mécanique nominale du moteur électrique (M) du tambour.

Nom : Prénom :
Identifiant : Groupe :

Ne rien écrire ici

A-IV-3) Calcul de vérification de la résistance des vis (31)

N.B. En cas de besoin mesurer les cotes utiles sur le dessin d'ensemble
On donne :

- Nombre de vis $n_v=3$
- résistance au cisaillement du matériau des vis (31) : $R_{pg}=130\text{MPa}$.

A-IV-3-1) Calculer le couple maximal agissant sur le boîtier (44).

A-IV-3-2) Vérifier la résistance des vis (31) au cisaillement
(On suppose que le couple est transmis exclusivement par obstacles).

A-V) Cotation fonctionnelle

A-V-1) Donner les ajustements qualitatifs des assemblages indiqués dans le tableau suivant.

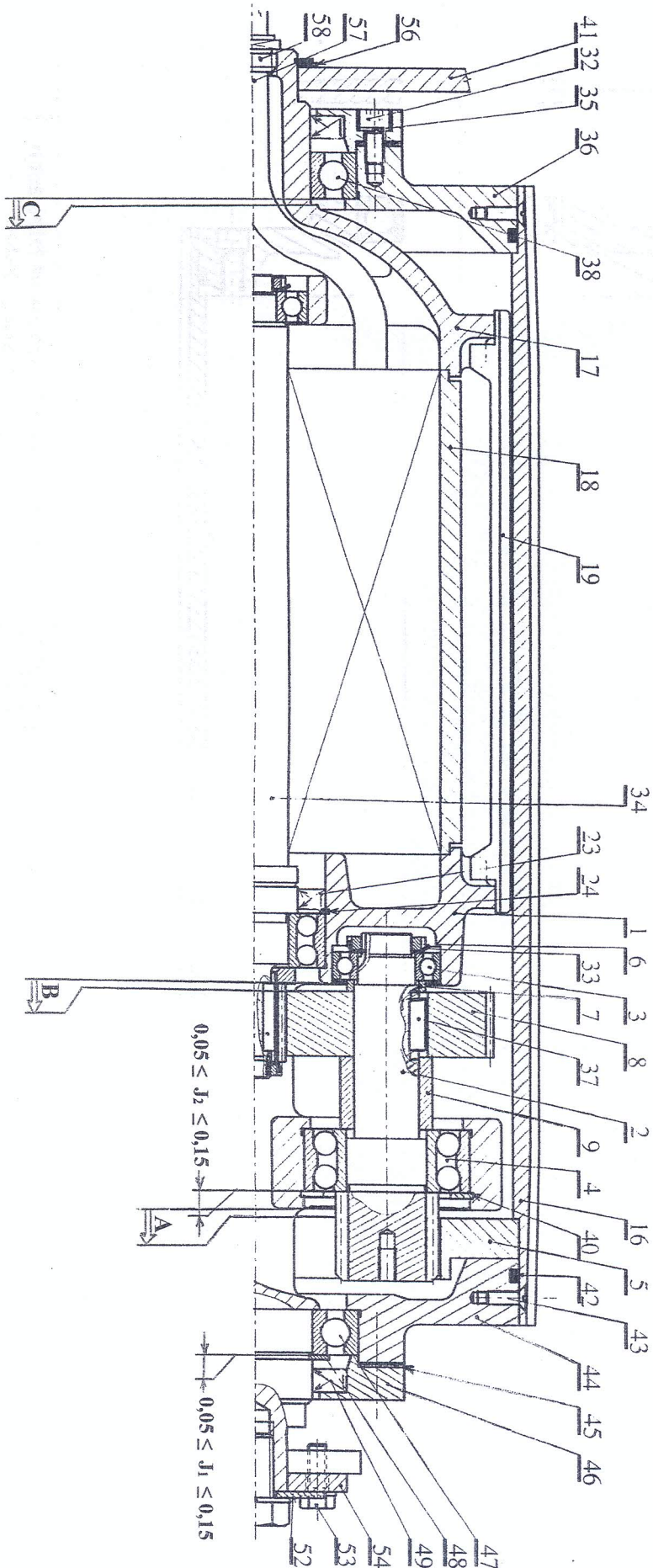
Assemblage	Ajustement	Assemblage	Ajustement
(38)/(17)	(44)/(46)
(36)/(38)	(34)/(25)
(16)/(36)	(23)/(1)
(27)/(17)		

A-V-2) Tracer sur le dessin ci-dessous les chaînes de cotes relatives aux conditions :

- A : entre les surfaces des pièces (1) et (5),
- B : entre les surfaces des pièces (1) et (8),
- C : entre les surfaces des pièces (38) et (17),

A-V-3) Donner l'utilité de chacune de ces conditions :

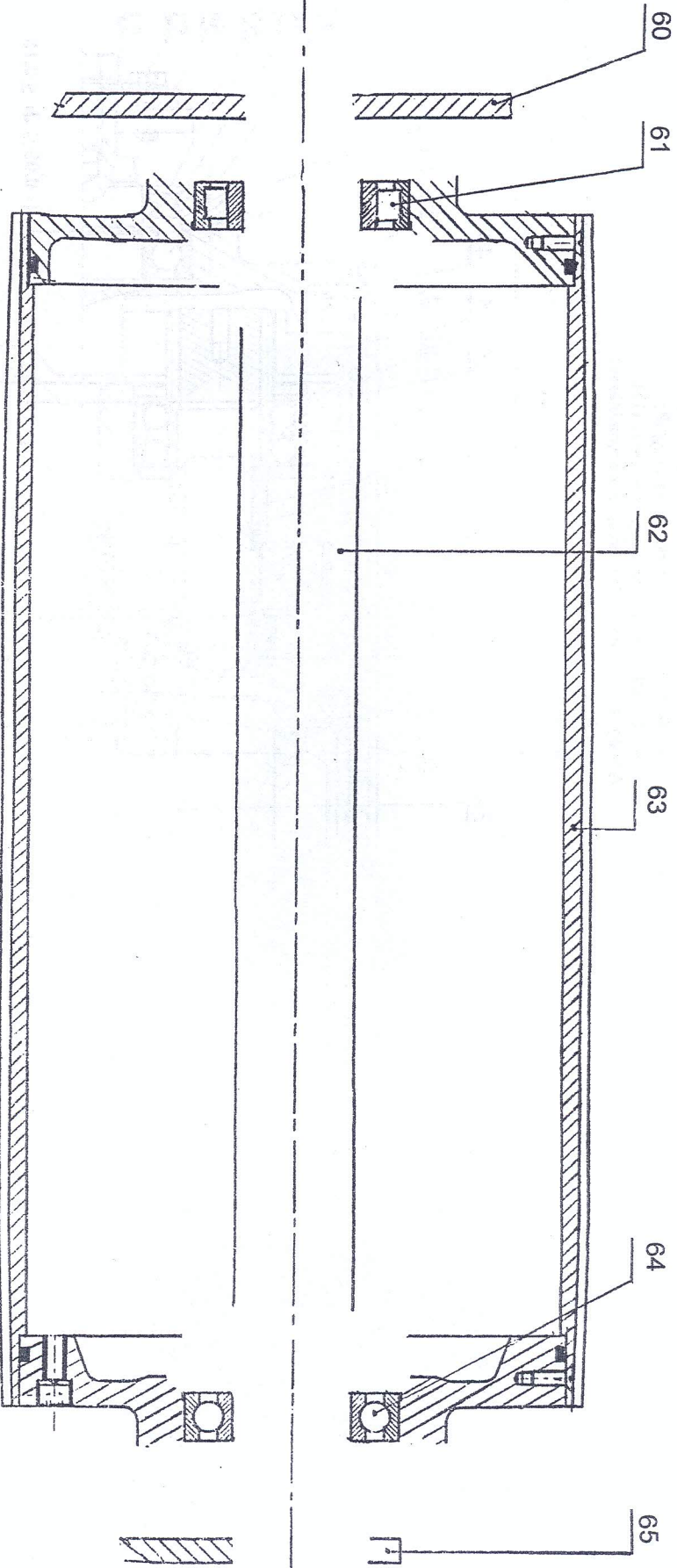
- A :
- B :
- C :




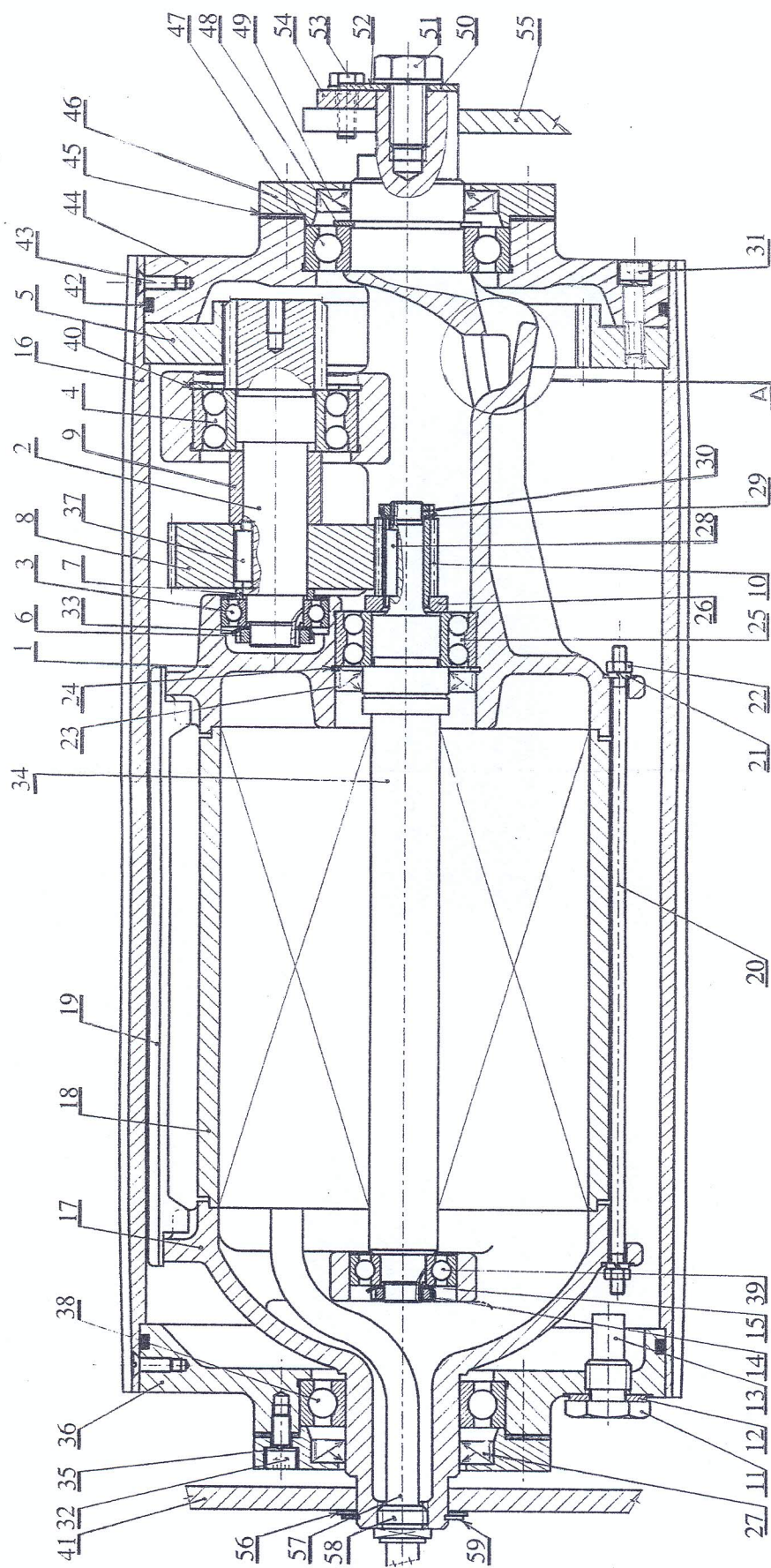
A-VI) Etude de conception

Compléter, ci-dessous à l'échelle 1:2, le dessin d'ensemble du tambour suiveur en assurant :

- le guidage en rotation du tambour (63) par rapport à l'axe (62) à l'aide d'un roulement (64) 50BC02 et d'un roulement (61) 50RU02 (déjà représentés),
- l'étanchéité du mécanisme,
- la liaison complète de l'axe (62) avec le bâti (60-65) (le bâti est obtenu par soudage),
- la cotation qualitative des assemblages fonctionnels.



 <p>Ech 1:2</p>	<p>Ligne semi-automatique de fabrication de blocs creux en béton</p> <p>Tambour suiveur</p>	
--	--	--



INSTITUT PREPARATOIRE AUX ETUDES D'INGENIEURS DE SFAX

EPREUVE DE CFM

Ligne semi-automatique de fabrication
de blocs creux en béton
Tambour moteur



Ech 1:2