

DANS CE CADRE	Académie :	Session :	
	Examen :	Série :	
	Spécialité/option :	Repère de l'épreuve :	
	Epreuve/sous épreuve :		
	NOM :		
	(en majuscule, suivi s'il y a lieu, du nom d'épouse)		
NE RIEN ÉCRIRE	Prénoms :	N° du candidat	<input type="text"/>
	Né(e) le :	(le numéro est celui qui figure sur la convocation ou liste d'appel)	
	Appréciation du correcteur		
	Note :		

Il est interdit aux candidats de signer leur composition ou d'y mettre un signe quelconque pouvant indiquer sa provenance.

Baccalauréat Professionnel « Maintenance des Équipements Industriels »

ÉPREUVE E1 : Épreuve scientifique et technique Sous-épreuve E11 : Analyse et exploitation de données techniques

SESSION 2017

A partir d'un dysfonctionnement identifié sur un bien industriel pluritechnologique, l'épreuve permet de vérifier que le candidat a acquis tout ou partie des compétences suivantes :

- CP 2.1 **Analyser le fonctionnement et l'organisation d'un système,**
- CP 2.2 **Analyser les solutions mécaniques réalisant les fonctions opératives.**

Les supports retenus sont liés à la spécialité Maintenance des Équipements Industriels

Ce sujet comporte : 17 pages

Dossier présentation

pages 2/17 à 4/17

Dossier questions-réponses

pages 4/17 à 17/17

Matériel autorisé :

- 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),
- Le guide du dessinateur industriel,
- Matériel de géométrie (compas, équerre, rapporteur).

BAC PRO MEI	Code : 1706-MEI ST 11	Session 2017	Dossier Questions-Réponses
E1 - SOUS-ÉPREUVE E11	Durée : 4 h	Coefficient : 3	DQR : 1/17

NE RIEN ÉCRIRE DANS CETTE PARTIE

DOSSIER PRÉSENTATION

Présentation

L'étude de ce sujet se déroule dans une usine de fabrication de chargeurs et de pelles mécaniques hydrauliques dans le domaine de la construction, des mines et des forêts. Cette étude se situe sur la gamme de chargeuses à chaîne (fig.1 et 2) dans le secteur des matériels de construction.

L'étude portera sur la **ligne de fabrication des axes des maillons de chaîne des chargeuses**

Chargeuses à chaîne

Transmission par chaîne

Maillons de chaîne (fig. 3)



Fig. 1

Axe du maillon (fig. 3 et 4)



Fig. 2



Fig. 3



Fig. 4

Présentation de la ligne de fabrication des axes :

L'étude se situe dans une partie de la fabrication de l'axe du maillon de chaîne. L'axe est usiné sur un tour numérique pour être ensuite évacué automatiquement sur un convoyeur. Le convoyeur avance d'un pas et lorsqu'il est plein, l'axe tombe dans le poste de prise en "V". Un robot vient alors saisir cette pièce pour la stocker dans des caisses.

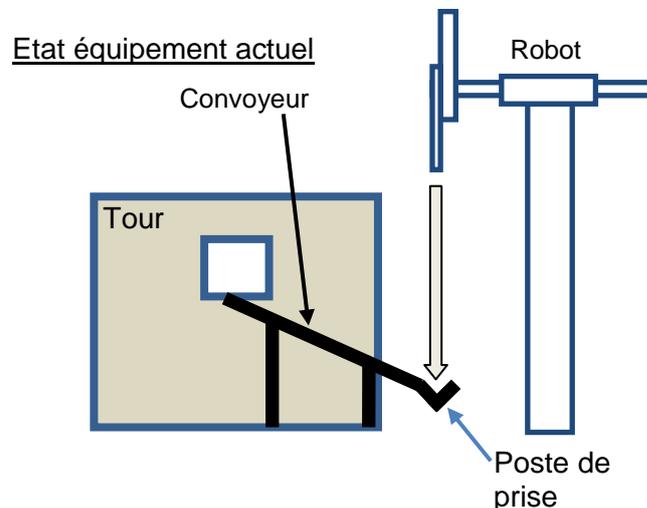


Fig. 5

BAC PRO MEI	Code : 1706-MEI ST 11	Session 2017	Dossier Questions-Réponses
E1 - SOUS-ÉPREUVE E11	Durée : 4 h	Coefficient : 3	DQR : 2/17

NE RIEN ÉCRIRE DANS CETTE PARTIE

Présentation du convoyeur :

L'étude portera sur le convoyeur d'évacuation d'axes de chaînes. Les axes sont usinés par un tour à commande numérique pour les mettre à disposition d'un robot. La machine est composée de plusieurs modules (voir DTR 6/11).

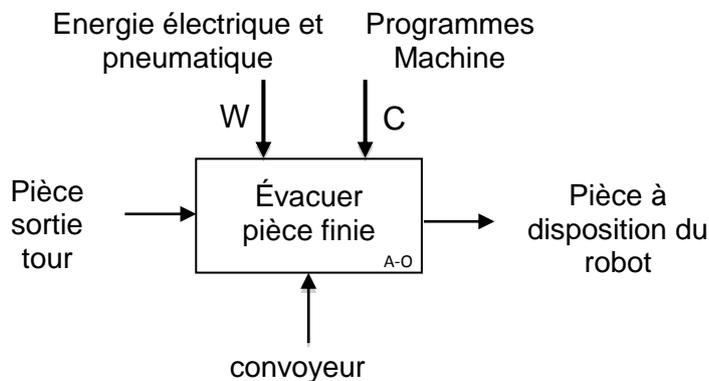
Les étapes de son fonctionnement sont décrites dans le dossier technique (DTR 2/11).

Le service de maintenance doit modifier la gestion d'évacuation des pièces par le convoyeur.

But :

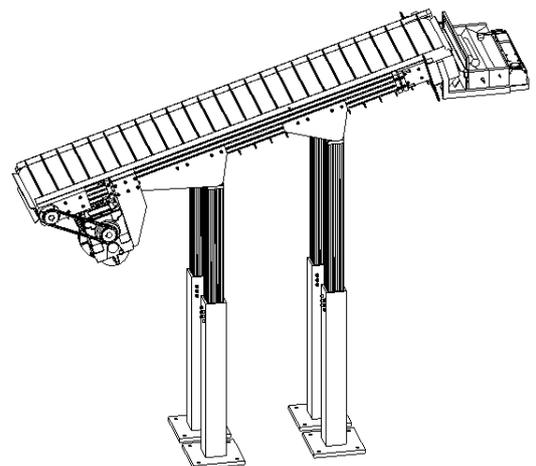
1. Gagner du temps sur le cycle du robot de manutention.
2. Ne pas stopper le cycle du tour, si le robot est en retard pour la libération du poste de prise pièce en bout de convoyeur.
3. Assurer la répétabilité de préhension des pièces sur le poste de prise.

Fonction globale :



Fonctionnement du groupe convoyeur (voir DTR 7/11 à DTR 10/11) :

Le motoréducteur entraîne en rotation le système poulie chaîne (Rep. 24, 25 et 27). Le système poulie chaîne entraîne le tapis du convoyeur. Le poste de prise permet de stocker les pièces et de les mettre à disposition du robot.



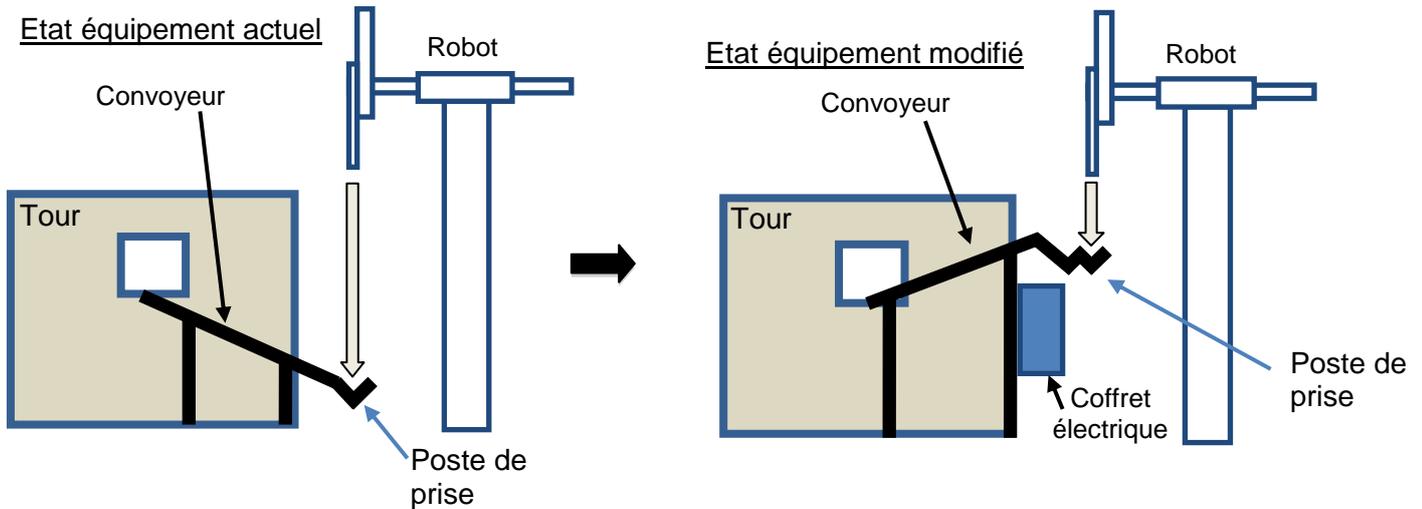
BAC PRO MEI	Code : 1706-MEI ST 11	Session 2017	Dossier Questions-Réponses
E1 - SOUS-ÉPREUVE E11	Durée : 4 h	Coefficient : 3	DQR : 3/17

NE RIEN ÉCRIRE DANS CETTE PARTIE

Problématiques :

Le service maintenance a signalé 3 problématiques :

1. En inversant la pente du convoyeur il faut vérifier la motorisation du convoyeur pour monter les pièces.
2. Etude de l'évacuation et mise en place du nouveau convoyeur sur site.
3. En nouveau moteur est monté sur le convoyeur, il faut vérifier la cadence et la vitesse du tapis du convoyeur.



DOSSIER QUESTIONS-RÉPONSES

PROBLEMATIQUE 1 :

Le service maintenance doit inverser la pente du convoyeur.
Nous allons analyser le fonctionnement du système.

Q1	Analyse fonctionnelle	DQR 3/17 ; DTR 2/11 ; DTR 6/11 ; DTR 7/11 ; DTR 8/11 ; DTR 11/11	Temps conseillé : 30 min	Barème : 21 points
----	-----------------------	--	-----------------------------	--------------------

Q1-1 : Donner la fonction globale du système du convoyeur :

.....

Q1-2 : Donner la matière d'œuvre entrante (MOE), la matière d'œuvre sortante (MOS), et les énergies nécessaires (W) :

MOE :

MOS :

W :

BAC PRO MEI	Code : 1706-MEI ST 11	Session 2017	Dossier Questions-Réponses
E1 - SOUS-ÉPREUVE E11	Durée : 4 h	Coefficient : 3	DQR : 4/17

NE RIEN ÉCRIRE DANS CETTE PARTIE

Q1-3 : A l'aide du diagramme FAST (Function Analysis System Technic), compléter le tableau (fig 6) :

Fonction de niveau 2	Solutions constructives
Transformer une énergie pneumatique en énergie mécanique de translation verticale	Vérin pneumatique tour
Guider en rotation les rouleaux	
Tendre la chaîne	
	motoréducteur + transmission pignons / chaînes
	Vérin éjecteur pièce

Fig. 6

Q1-4 : Compléter la chaîne cinématique fonctionnelle (fig. 7) permettant de réaliser la fonction "mettre en rotation les rouleaux" :

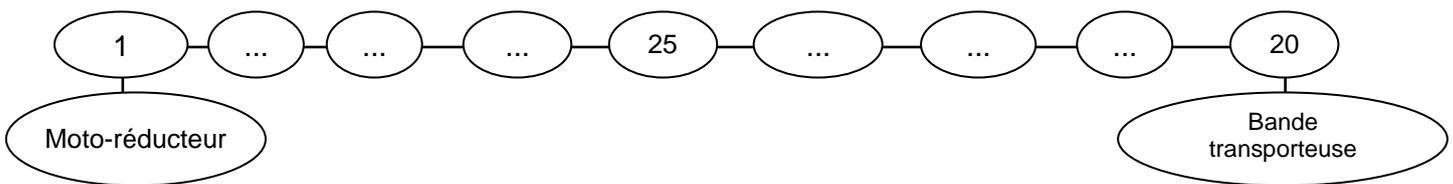


Fig. 7

BAC PRO MEI	Code : 1706-MEI ST 11	Session 2017	Dossier Questions-Réponses
E1 - SOUS-ÉPREUVE E11	Durée : 4 h	Coefficient : 3	DQR : 5/17

NE RIEN ÉCRIRE DANS CETTE PARTIE

Q2-2 : Compléter les repères manquants dans chaque classe d'équivalence :

Pièces à exclure = {19, 20, 25}

Bâti : {S1} = {1, ..., 5, ..., ..., 9, ..., ..., ..., 12, ..., 14, ..., ..., ..., 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 40}

Arbre moto-réducteur : {S2} = { ..., ..., 28}

Poulie d'entraînement : {S3} = {4, ..., ..., ..., ..., ...}

Poulie de renvoi : {S4} = {2, ..., ..., ..., ...}

Q2-3 : Dans les zones en pointillés du schéma cinématique du convoyeur ci-dessous (fig. 9), compléter :

- les noms des classes d'équivalences,
- les symboles des liaisons manquants.

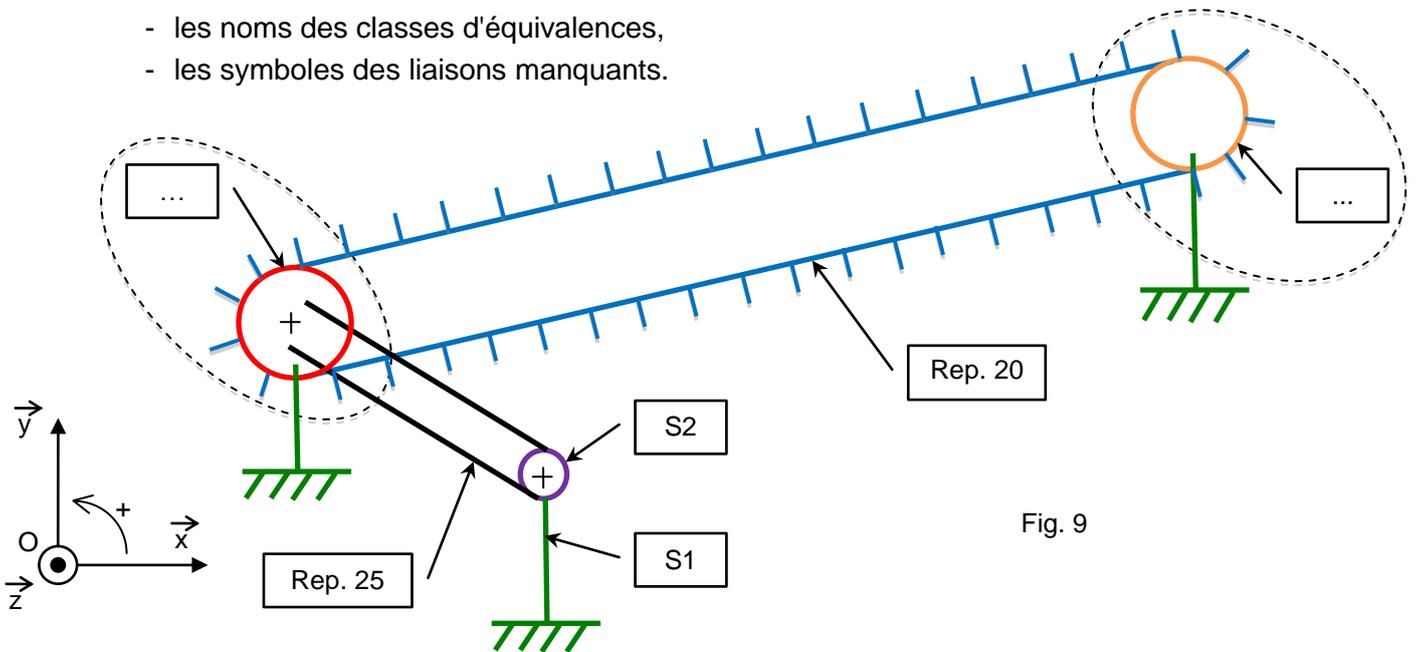


Fig. 9

Q2-4 : Identifier la liaison entre les classes d'équivalences S1 et S2, en complétant le tableau ci-dessous :

- Identifier les mouvements possibles entre les deux classes d'équivalences (inscrire "0" si le mouvement est impossible entre les deux classes d'équivalences et inscrire "1" si le mouvement est possible),
- Identifier le nom de la liaison mécanique et son axe.

Liaison entre	Mouvement relatif						Liaison
	Tx	Ty	Tz	Rx	Ry	Rz	
S1 et S2							

NE RIEN ÉCRIRE DANS CETTE PARTIE

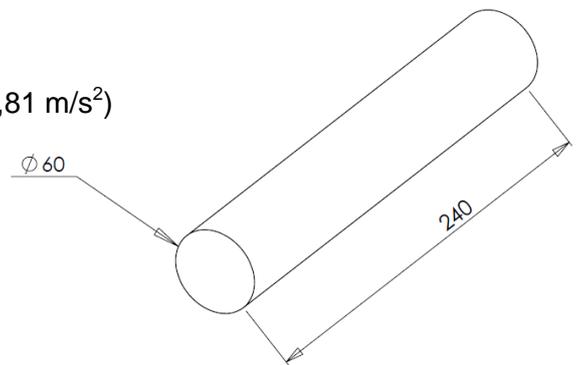
Q3	Détermination de la puissance du moteur pour monter les pièces	DTR 5/11 ; DTR 8/11	Temps conseillé : 50 min	Barème : 50 points
----	--	---------------------	--------------------------	--------------------

Dans cette partie nous allons vérifier si le moteur est capable de monter les axes.

Formules :

- $V = \pi \times R^2 \times h$: V : le volume du cylindre en mm³
 $m = \rho \times V$: m : masse du solide en Kg
 : ρ : masse volumique (acier : $\rho=7,8 \text{ kg/dm}^3$)
 $P = m \times g$: P : poids en N et
 : g : accélération de la pesanteur en m/s² ($g=9,81 \text{ m/s}^2$)

Fig. 10



Q3-1 : Calculer le poids de l'axe en N :

.....

Q3-2 : Etude statique d'un axe sur la bande transporteuse (20) :

Sur le schéma (fig. 11), mesurer et déterminer $\|\overrightarrow{A_{20/axe}}\|$, l'effort fourni par la bande transporteuse pour monter un axe en haut du convoyeur.

On prendra $P = 50 \text{ N}$ et Echelle : 1 mm \rightarrow 1 N

$\ \overrightarrow{A_{20/axe}}\ = \dots\dots\dots$

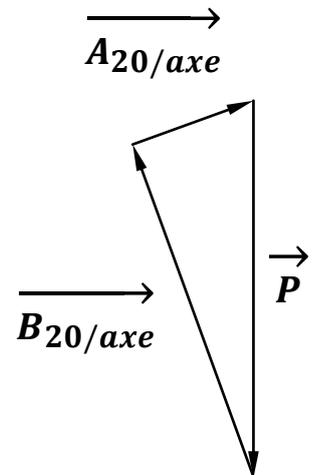
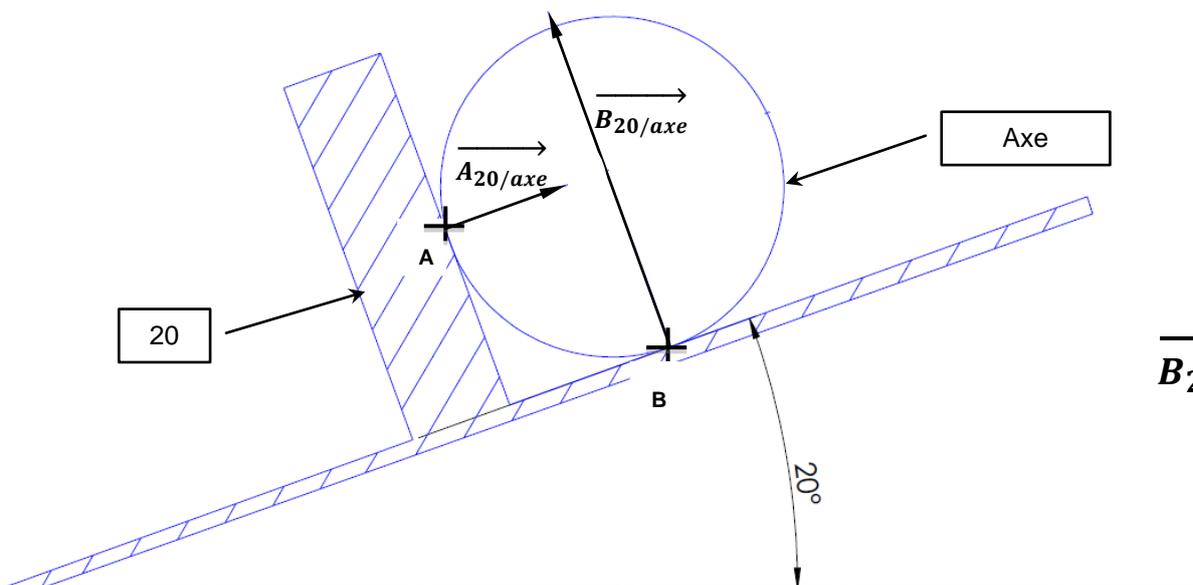


Fig. 11

BAC PRO MEI	Code : 1706-MEI ST 11	Session 2017	Dossier Questions-Réponses
E1 - SOUS-ÉPREUVE E11	Durée : 4 h	Coefficient : 3	DQR : 8/17

NE RIEN ÉCRIRE DANS CETTE PARTIE

Formulaire :

$$\omega = \frac{\pi \times N}{30}$$

$$P = C \times \omega$$

$$V = R \times \omega$$

$$r = \frac{N_s}{N_e} = \frac{Z_e}{Z_s} = \frac{C_e}{C_s}$$

$$C = F \times R$$

Unités :

ω (en rad/s)

N (en t/min)

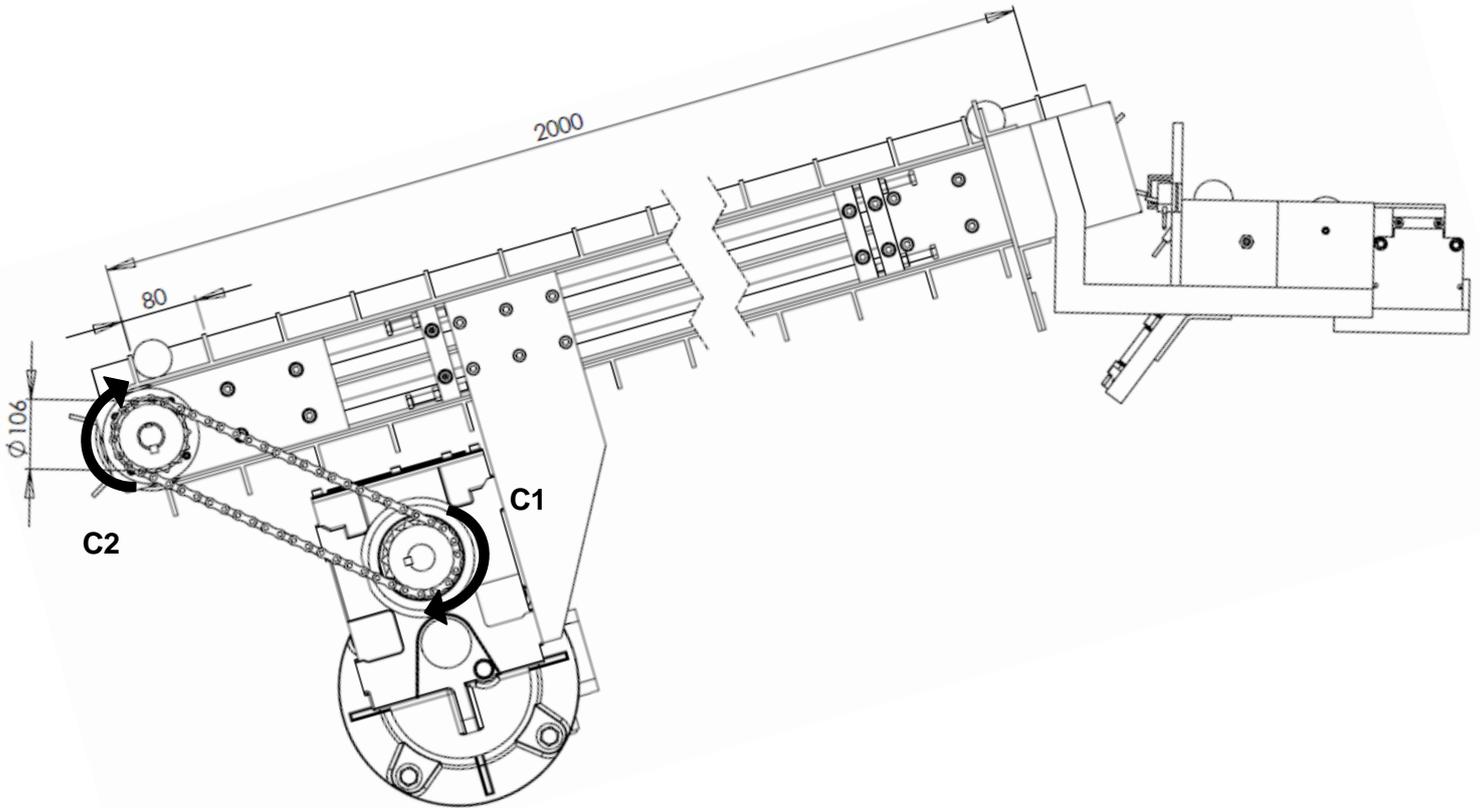
P (en Watt)

C (en N.m)

V (en m/s)

R (en m)

F (en N)



Données :

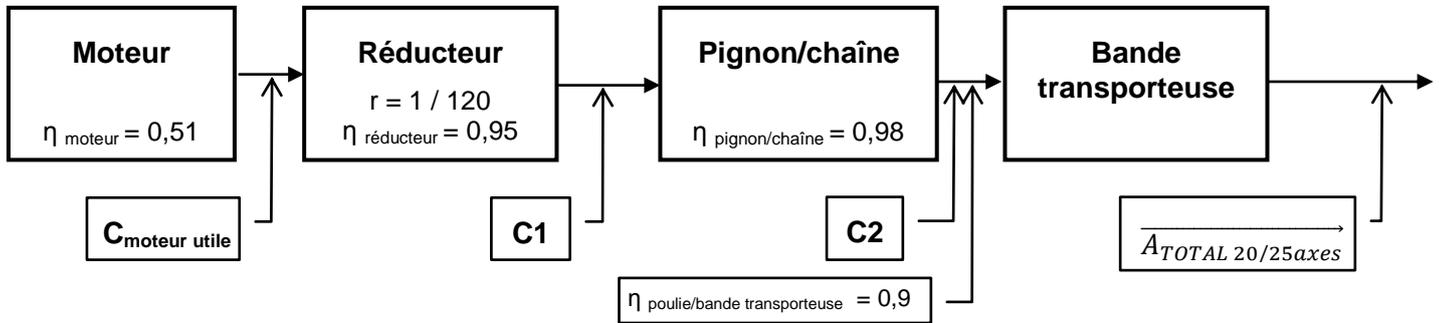
- Rapport de transmission du motoréducteur : $r_{réducteur} = \frac{1}{120}$
- Nombre d'axes maximum sur la bande transporteuse : 25 axes maxi
- C2 : couple nécessaire pour déplacer les 25 axes présents sur le tapis
- C1 : couple sortie réducteur nécessaire pour déplacer les 25 axes présents sur le tapis
- Pour la suite de l'étude, nous admettons que l'intensité de l'effort à fournir par le tapis pour monter un axe est de : $\|\overrightarrow{A_{20/1axe}}\| = 18 \text{ N}$

Q3-3 : Calculer l'effort que doit fournir le tapis pour monter les 25 axes présents sur le tapis :

$$\|\overrightarrow{A_{TOTAL\ 20/25axes}}\| = \dots\dots\dots$$

BAC PRO MEI	Code : 1706-MEI ST 11	Session 2017	Dossier Questions-Réponses
E1 - SOUS-ÉPREUVE E11	Durée : 4 h	Coefficient : 3	DQR : 9/17

NE RIEN ÉCRIRE DANS CETTE PARTIE



Q3-4 : Calculer le couple (C2) nécessaire pour déplacer 25 axes :

C2 = Rep 27

Q3-5 : Déterminer le rapport de transmission du système pignon/chaîne

r =

Q3-6 : Déterminer le couple C1 nécessaire à la sortie du réducteur :

C1 =

Q3-7 : Sachant que le réducteur placé sur le motoréducteur possède un rapport de transmission $= \frac{1}{120}$, calculer le couple moteur nécessaire pour déplacer les 25 axes.

Pour la suite de l'étude, nous prendrons $C1_{(\text{couple sortie réducteur})} = 24 \text{ Nm}$

C_moteur nécessaire =

Calculer le rendement du système depuis l'arbre de sortie du moteur jusqu'à la bande transporteuse :

$\eta_{\text{total}} =$

Calculer le couple moteur utile que devra avoir notre moteur, sachant que $\eta_{\text{total}} = \frac{C_{\text{moteur nécessaire}}}{C_{\text{moteur utile}}}$

C_moteur utile =

Q3-8 : A partir des DTR 3/11 et DTR 7/11, calculer la vitesse angulaire du moteur actuel :

$\omega_{\text{moteur actuel}} =$

Relever la puissance du moteur dans le dossier technique :

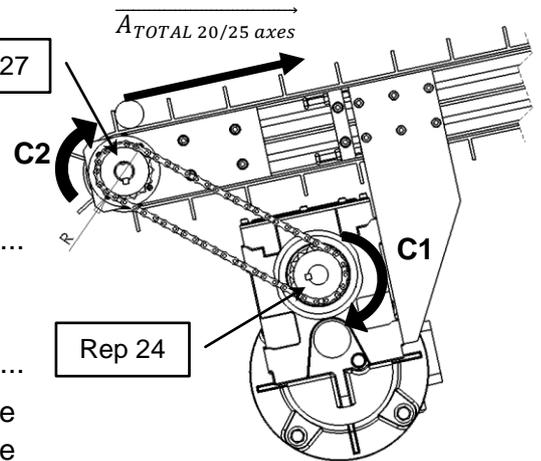
P_moteur actuel =

Calculer le couple moteur utile du moteur actuel :

C_moteur utile actuel =

Le couple moteur utile du moteur actuel est-il suffisant (Argumenter) ? Si non, proposer un nouveau moteur :

.....



Rep 24

BAC PRO MEI	Code : 1706-MEI ST 11	Session 2017	Dossier Questions-Réponses
E1 - SOUS-ÉPREUVE E11	Durée : 4 h	Coefficient : 3	DQR : 10/17

NE RIEN ÉCRIRE DANS CETTE PARTIE

Compléter le synoptique ci-dessous (fig. 12) à l'aide des valeurs trouvées précédemment :

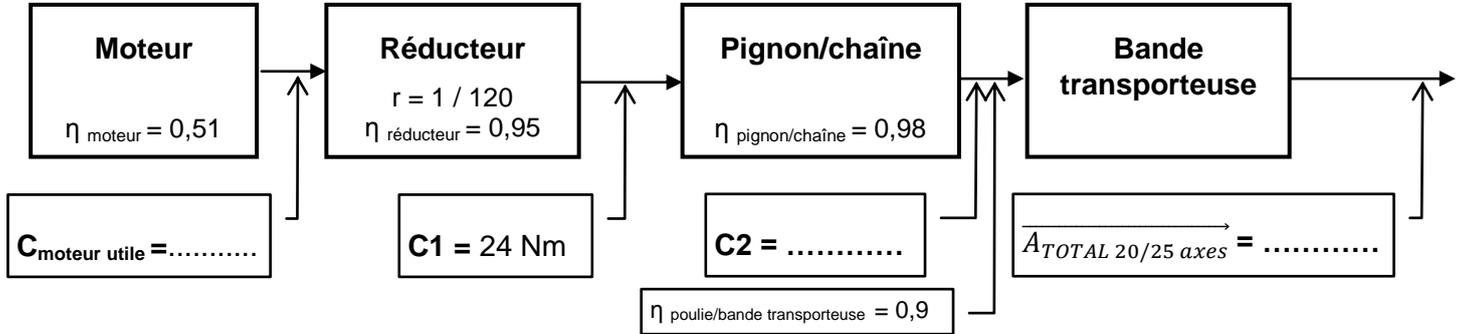


Fig. 12

PROBLEMATIQUE 2 :

Le service maintenance doit effectuer le changement de sens du convoyeur sur site.
Vous devez vérifier la manutention du système afin de préparer l'élingage du convoyeur.

Q4	Analyse statique	DTR 4/11 ; DTR 5/11 ; DTR 8/11	Temps conseillé : 60 min	Barème : 53 points
----	------------------	-----------------------------------	-----------------------------	--------------------

Donnée : le convoyeur a une masse de 600 kg.

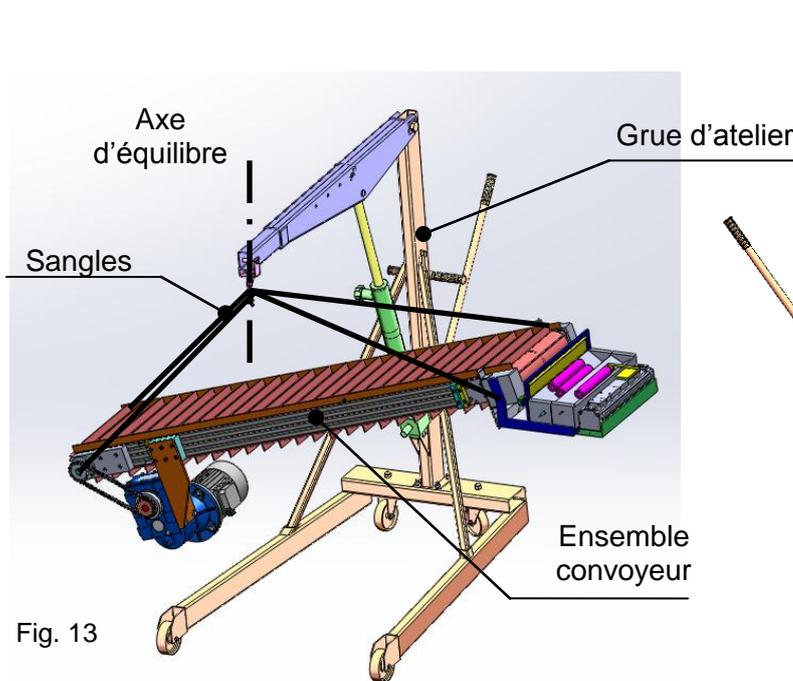


Fig. 13

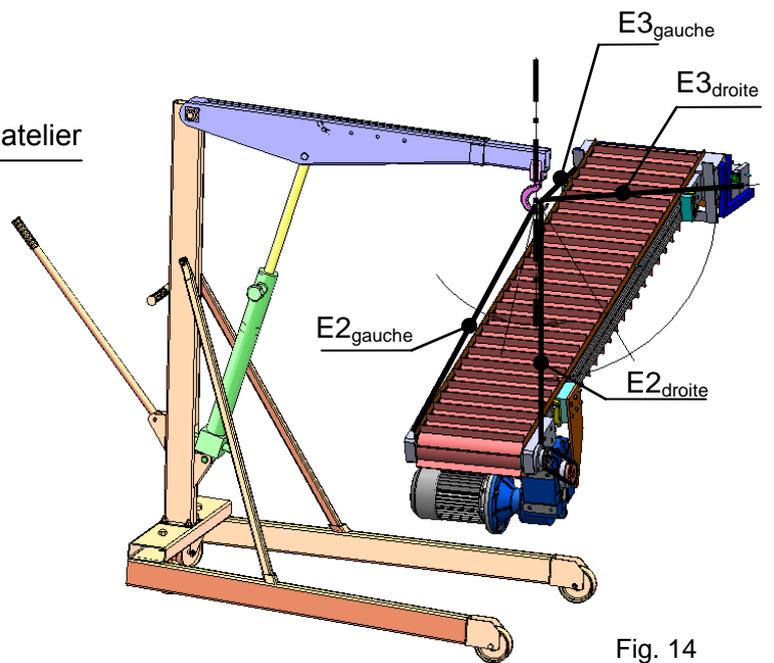


Fig. 14

BAC PRO MEI	Code : 1706-MEI ST 11	Session 2017	Dossier Questions-Réponses
E1 - SOUS-ÉPREUVE E11	Durée : 4 h	Coefficient : 3	DQR : 11/17

NE RIEN ÉCRIRE DANS CETTE PARTIE

Hypothèses :

- Les poids des sangles E2 et E3 sont négligés.
- Les frottements sont négligés.
- Les liaisons sont supposées parfaites.
- Les actions sont coplanaires.
- Le problème est considéré plan.

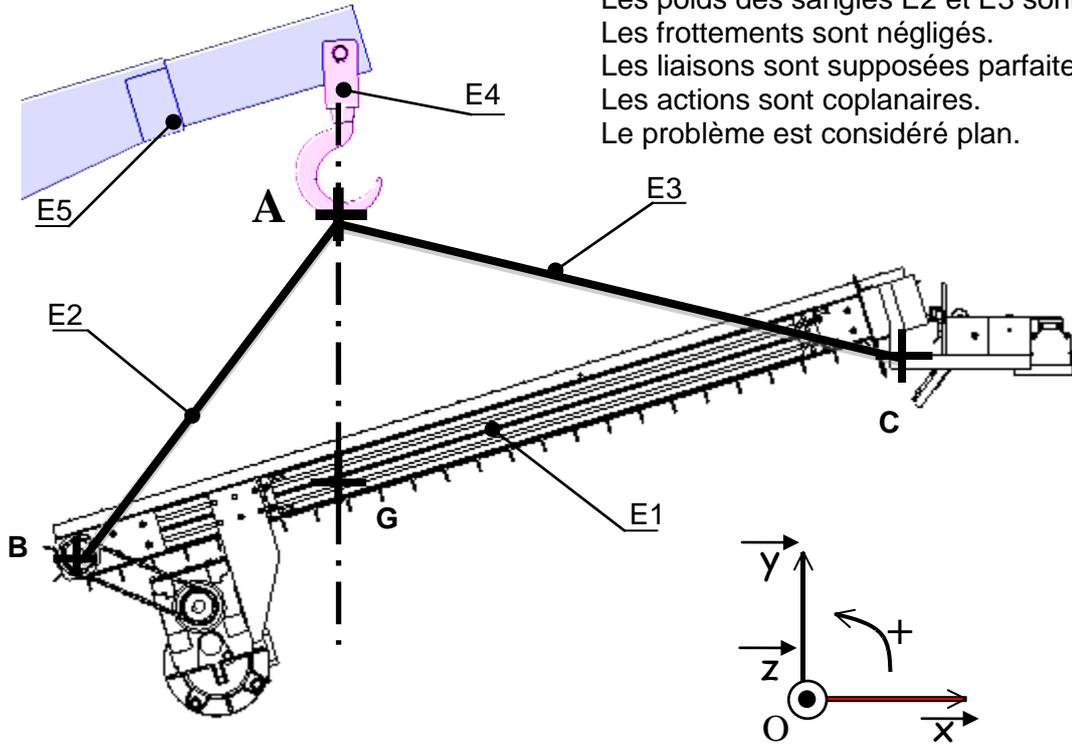


Fig. 15

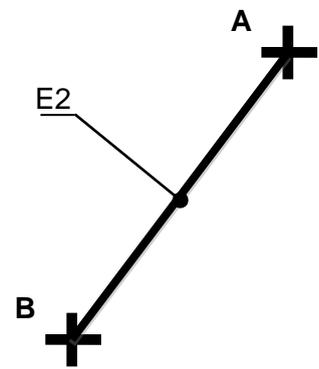
Q4-1 : Calculer le poids du convoyeur :

P =

Q4-2 : Isolement de la sangle E2 : Bilan des actions.

Tracer en vert les directions des actions sur le schéma de la sangle ci-contre. Compléter le tableau ci-dessous :

Action	Point d'application	Direction	Sens	Intensité



Énoncer le Principe Fondamental de la Statique pour cet équilibre :

.....

.....

.....

NE RIEN ÉCRIRE DANS CETTE PARTIE

Q4-3 : Isolement du convoyeur E1 : Bilan des actions. Compléter le tableau ci-dessous :

Action	Point d'application	Direction	Sens	Intensité
\vec{P}				
	B			
	C			

Énoncer le Principe Fondamental de la statique pour cet équilibre et tracer les directions des forces sur le schéma ci-dessous (fig. 16) :

.....

.....

.....

Déterminer graphiquement l'effort au point B.

Point de départ du dynamique \longrightarrow X

Echelle pour les tracés : 1 mm \rightarrow 100 N

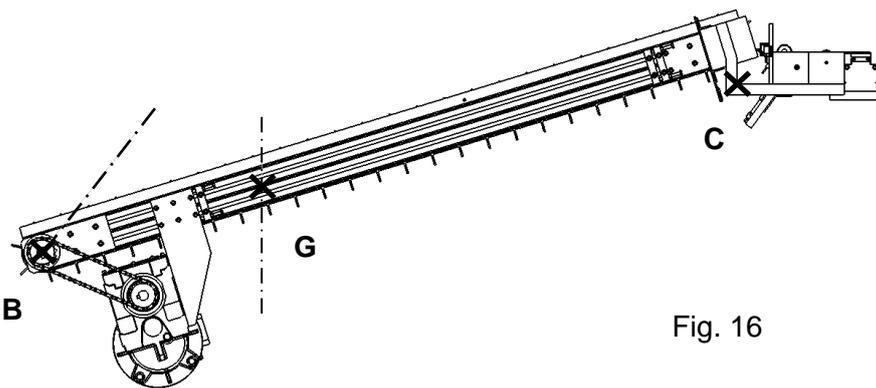


Fig. 16

Donner les résultats obtenus à partir du dynamique.

$$\left\| \vec{B}_{E2/E1} \right\| = \dots\dots\dots$$

$$\left\| \vec{C}_{E3/E1} \right\| = \dots\dots\dots$$

BAC PRO MEI	Code : 1706-MEI ST 11	Session 2017	Dossier Questions-Réponses
E1 - SOUS-ÉPREUVE E11	Durée : 4 h	Coefficient : 3	DQR : 13/17

NE RIEN ÉCRIRE DANS CETTE PARTIE

Q4-4 : Nous allons à présent déterminer la sangle E2_{gauche} nécessaire pour l'élingage du convoyeur :

Donnée (fig. 17) :

$$\| \overrightarrow{B_{E2\text{ gauche}/E1}} \| = \| \overrightarrow{B_{E2\text{ droite}/E1}} \| = 3\,500\text{ N}$$

D'après le tableau des facteurs d'élingage DTR 4/11, quel mode d'élingage allons-nous mettre en place pour soulever le convoyeur ?

.....

Quelles sont les limites à ne pas dépasser pour l'angle α (angle de tête) du DTR 4/11 ?

.....

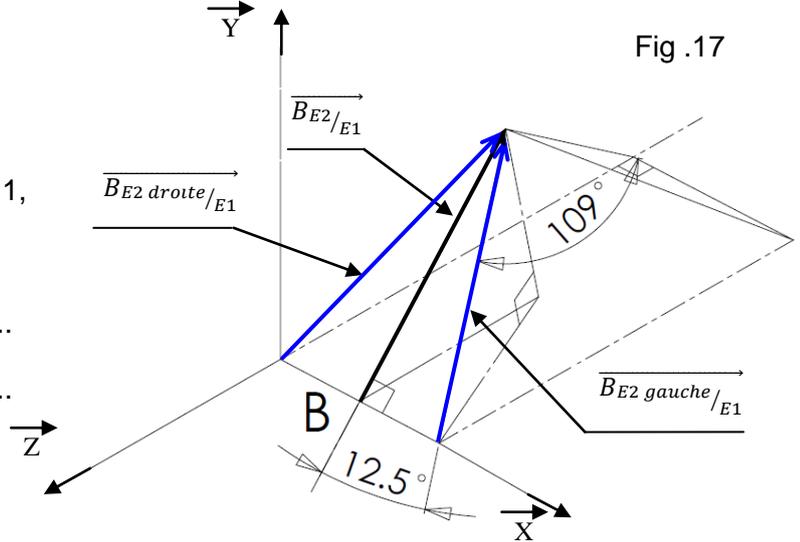


Fig. 17

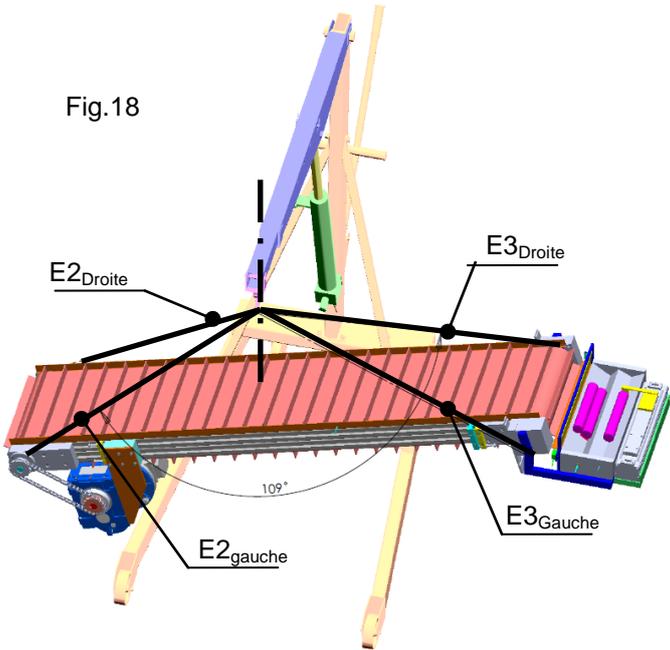


Fig.18

Nous avons des élinges textiles plates à notre disposition.

A partir du tableau CMU des élinges textiles plates et de la figure 18, déterminer pour notre élingage :

- le facteur d'élingage M :

- quelle couleur d'élingue peut-on utiliser ? (choisir une élingue avec la plus faible charge maximale possible) :

Comparer le CMU des élinges et les forces exercées sur les élinges. Conclure :

.....

BAC PRO MEI	Code : 1706-MEI ST 11	Session 2017	Dossier Questions-Réponses
E1 - SOUS-ÉPREUVE E11	Durée : 4 h	Coefficient : 3	DQR : 14/17

NE RIEN ÉCRIRE DANS CETTE PARTIE

PROBLEMATIQUE 3 :

Suite à une panne du moteur du convoyeur, on demande au service maintenance de le remplacer par un moteur tenu en stock au magasin : le moteur MMP63G4. On souhaite donc vérifier que ce nouveau moteur permet de monter les pièces, de bas en haut du tapis, en moins de 35 secondes.

Q5	Vérification de la chaîne fonctionnelle du convoyeur	DTR 3/11 ; DTR 5/11 DTR 7/11 ; DTR 8/11 DTR 9/11 ; DTR 10/11	Temps conseillé : 60 min	Barème : 43 points
----	--	--	-----------------------------	--------------------

Données :

Rapport de transmission du réducteur : $r = \frac{1}{120}$ rendement du réducteur : $\eta_{\text{réducteur}} = 0,95$.

Rendement de la transmission pignon/chaîne : $\eta_{\text{pignon/chaîne}} = 0,98$.

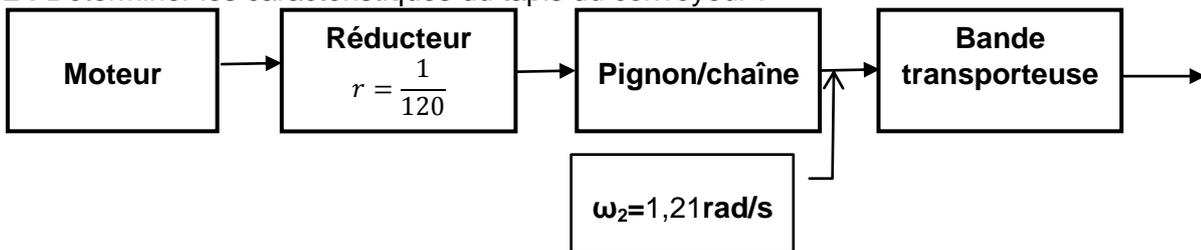
Bande transporteuse Ø106 mm.

Q5-1 : A partir des documents constructeur DTR 3/11, relever la fréquence de rotation de l'arbre moteur, son rendement et la puissance disponible sur l'arbre moteur :

$N_{\text{moteur}} = \dots$; $P_{\text{moteur}} = \dots$; $\eta_{\text{moteur}} = \dots$

<p><u>Formulaire :</u></p> $\omega = \frac{\pi \times N}{30}$ $V = \frac{d}{t} \text{ (en translation)}$ $V = R \times \omega \text{ (en rotation)}$ $r = \frac{N_s}{N_e} = \frac{\omega_s}{\omega_e} = \frac{Z_e}{Z_s}$ $P = C \times \omega$	<p><u>Unités :</u></p> <table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td style="border: none;">ω (en rad/s)</td> <td style="border: none;">V (en m/s)</td> </tr> <tr> <td style="border: none;">N (en t/min)</td> <td style="border: none;">R (en m)</td> </tr> <tr> <td style="border: none;">P (en Watt)</td> <td style="border: none;">F (en N)</td> </tr> <tr> <td style="border: none;">C (en N.m)</td> <td style="border: none;">t (en s)</td> </tr> <tr> <td style="border: none;">d (en m)</td> <td style="border: none;">$\omega_e = \omega_{\text{entrée}}$</td> </tr> <tr> <td style="border: none;">$\omega_e = \omega_{\text{entrée}}$</td> <td style="border: none;">$\omega_s = \omega_{\text{sortie}}$</td> </tr> </table>	ω (en rad/s)	V (en m/s)	N (en t/min)	R (en m)	P (en Watt)	F (en N)	C (en N.m)	t (en s)	d (en m)	$\omega_e = \omega_{\text{entrée}}$	$\omega_e = \omega_{\text{entrée}}$	$\omega_s = \omega_{\text{sortie}}$
ω (en rad/s)	V (en m/s)												
N (en t/min)	R (en m)												
P (en Watt)	F (en N)												
C (en N.m)	t (en s)												
d (en m)	$\omega_e = \omega_{\text{entrée}}$												
$\omega_e = \omega_{\text{entrée}}$	$\omega_s = \omega_{\text{sortie}}$												

Q5-2 : Déterminer les caractéristiques du tapis du convoyeur :



Calculer ω_m la vitesse angulaire de l'arbre moteur par rapport au bâti :

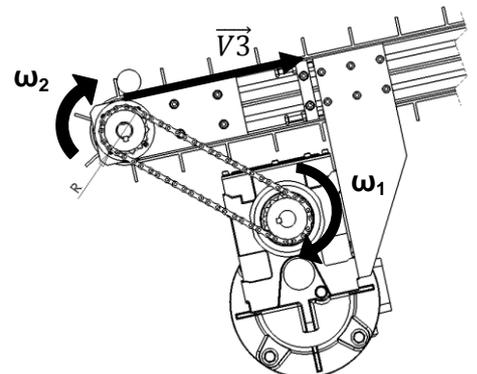
$\omega_m = \dots$

Calculer ω_1 la vitesse angulaire de l'arbre sortie du réducteur par rapport au bâti :

$\omega_1 = \dots$

Sachant que $\omega_2 = 1,21 \text{ rad/s}$ et en vous aidant du schéma ci-contre, calculer V_3 la vitesse du tapis :

$V_3 = \dots$



BAC PRO MEI	Code : 1706-MEI ST 11	Session 2017	Dossier Questions-Réponses
E1 - SOUS-ÉPREUVE E11	Durée : 4 h	Coefficient : 3	DQR : 15/17

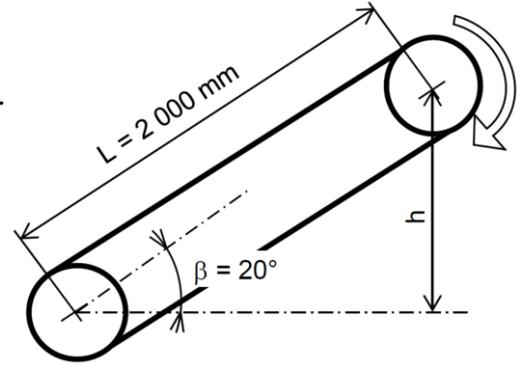
NE RIEN ÉCRIRE DANS CETTE PARTIE

Calculer le temps de montée d'une pièce T_5 , avec $V_{\text{tapis}} = 0,065 \text{ m/s}$:

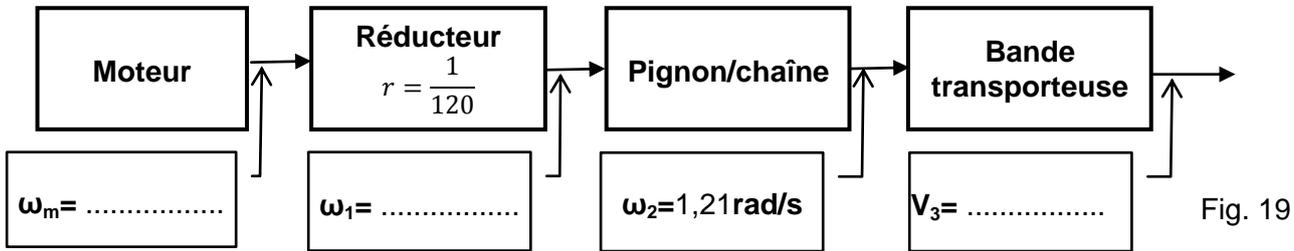
T_5 :

Le temps T_5 respecte-t-il le cahier des charges ? (problématique 3)

OUI NON



Compléter le synoptique associé ci-dessous (fig. 19) :



Q5-3 : Le nouveau moteur sera monté sur le convoyeur par l'équipe de nuit du service maintenance.

■ Compléter la filogramme de réglage de tension de la bande transporteuse (20) ci-dessous :

	Convoyeur	Outillage	Observations
1	30 _(x8) -----	Clé 6 pans mâle n°6	Desserrer les vis
2	13 _(x4) -----	Clé plate n°13
3	29 _(x4) ; 07 ; ; ; ; ; 14 _(x1) ; 16 18 _(x2) ; 19 _(x2) ; 21 _(x2) ; 22 _(x2) ; ; 31 _(x4) ; 40 _(x8)	Clé plate n°13	Visser pour tendre la bande transporteuse (20)
4 -----	Clé plate n°13	Serrer les contre-écrous
5	30 _(x8) -----	Clé 6 pans mâle n°6
	Convoyeur		

NE RIEN ÉCRIRE DANS CETTE PARTIE

- Sur le dessin ci-dessous (fig. 20), colorier les pièces et inscrire les repères des pièces sur lesquelles il faudra intervenir pour tendre la chaîne (25).

Repères des pièces sur lesquelles il faudra intervenir pour tendre la chaîne (25) :

Expliquer brièvement comment l'équipe de maintenance devra régler la tension de la chaîne (25) :

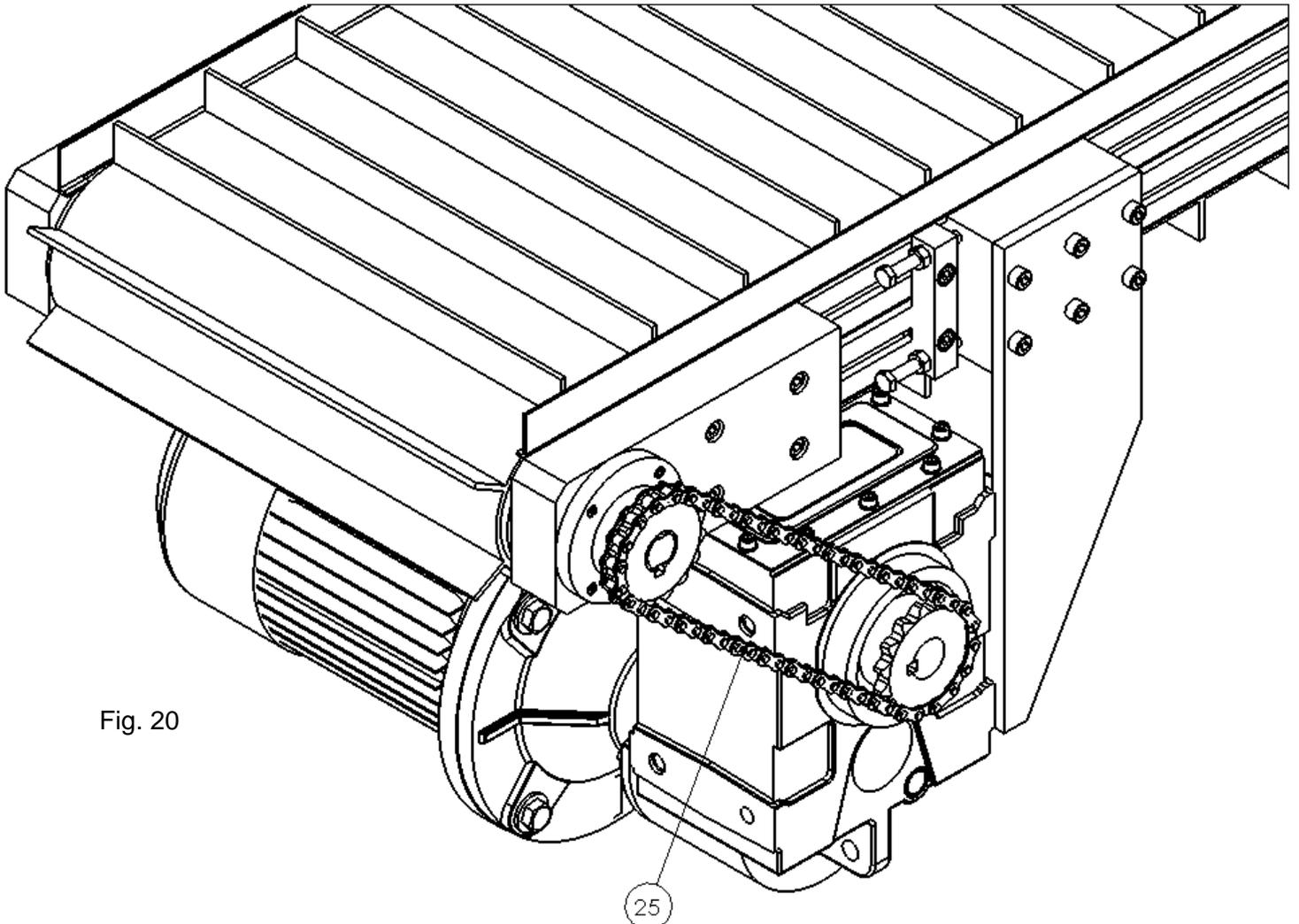


Fig. 20

BAC PRO MEI	Code : 1706-MEI ST 11	Session 2017	Dossier Questions-Réponses
E1 - SOUS-ÉPREUVE E11	Durée : 4 h	Coefficient : 3	DQR : 17/17