

**Baccalauréat Professionnel  
« Maintenance des Équipements Industriels »**

**ÉPREUVE E1 : Épreuve scientifique et technique**

**Sous-épreuve E11 (unité 11) :  
Analyse et exploitation de données techniques**

**SESSION 2017**

**CORRIGÉ**

<b>BAC PRO MEI</b>	<b>Code : 1706-MEI ST 11</b>	<b>Session 2017</b>	<b>CORRIGÉ</b>
<b>E1 - SOUS-ÉPREUVE E11</b>	<b>Durée : 4 h</b>	<b>Coefficient : 3</b>	<b>DC : 1/14</b>

## 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 : <b>21 points</b>
----	-----------------------	---	-----------------------------	---------------------------

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

**Évacuer pièce finie**

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

MOE : **Pièce sortie tour**

MOS : **Pièce à disposition du robot**

W : **Energie électrique et pneumatique**

**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	<b>Roulement sur rotule (19)</b>
Tendre la chaîne	<b>Vis n°29 et vis n°35</b>
<b>Transformer une énergie électrique en énergie mécanique de rotation</b>	Motoréducteur + transmission pignons /chaînes
<b>Transformer une énergie pneumatique en énergie mécanique de translation oblique</b>	Vérin éjecteur pièce

Fig. 6

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

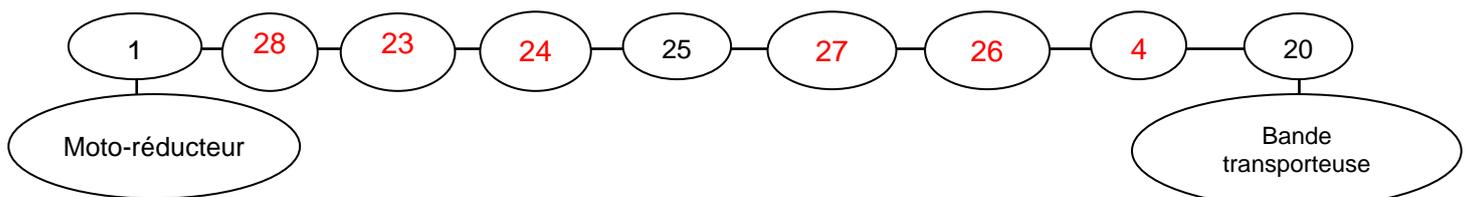


Fig. 7

<b>BAC PRO MEI</b>	<b>Code : 1706-MEI ST 11</b>	<b>Session 2017</b>	<b>CORRIGÉ</b>
<b>E1 - SOUS-ÉPREUVE E11</b>	<b>Durée : 4 h</b>	<b>Coefficient : 3</b>	<b>DC : 2/14</b>

Q2	Analyse structurelle	DTR 5/11 ; DTR 7/11 ; DTR 8/11 ; DTR 10/11	Temps conseillé : 40 min	Barème : <b>33 points</b>
----	----------------------	---	-----------------------------	---------------------------

Nous allons faire l'analyse structurelle du convoyeur suite à l'inversion de pente du convoyeur. On souhaite vérifier si le convoyeur est capable de monter les pièces.

**Q2-1** : Compléter les repères des pièces manquantes dans les bulles de l'éclaté ci-dessous (fig. 8).

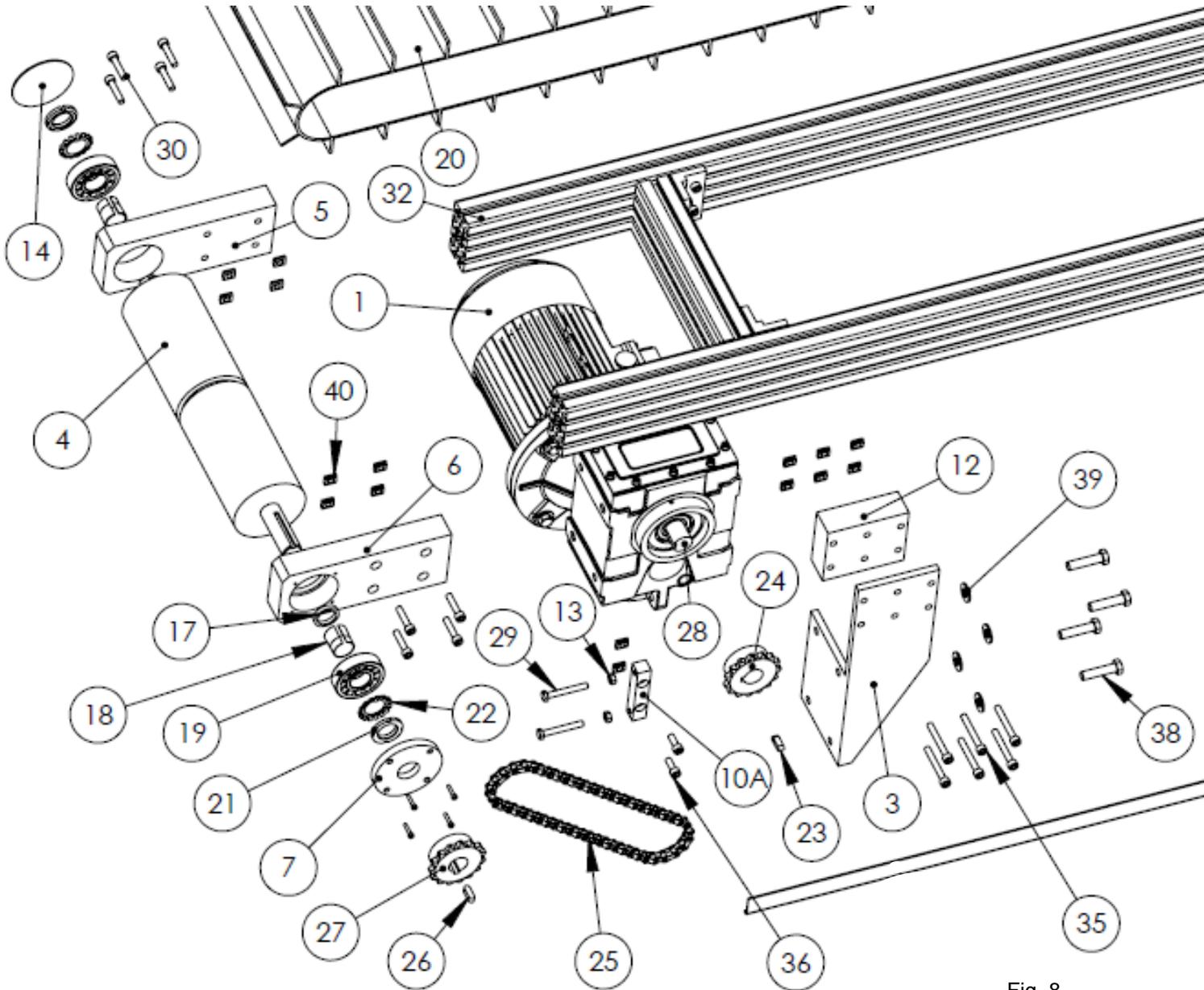


Fig. 8

**Q2-2** : Compléter les repères manquants dans chacune des classes d'équivalences :

Pièces à exclure = 19,20, 25

Bâti : {S1} = {1, 3, 5, 6, 7, 8, 9, 10A, 10B<sub>(x2)</sub>, 11, 12, 13<sub>(x6)</sub>, 14, 15A, 15B, 29<sub>(x6)</sub>, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 40}

Arbre moto-réducteur : {S2} = {23, 24, 28}

Poulie d'entraînement : {S3} = {4, 17, 18<sub>(x2)</sub>, 21<sub>(x2)</sub>, 22<sub>(x2)</sub>, 26, 27}

Poulie de renvoi : {S4} = {2, 16, 18<sub>(x2)</sub>, 21<sub>(x2)</sub>, 22<sub>(x2)</sub>}

<b>BAC PRO MEI</b>	<b>Code : 1706-MEI ST 11</b>	<b>Session 2017</b>	<b>CORRIGÉ</b>
<b>E1 - SOUS-ÉPREUVE E11</b>	<b>Durée : 4 h</b>	<b>Coefficient : 3</b>	<b>DC : 3/14</b>

**Q2-3 :** Dans les 2 zones en pointillés du schéma cinématique du convoyeur ci-dessous (fig. 9), compléter :

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

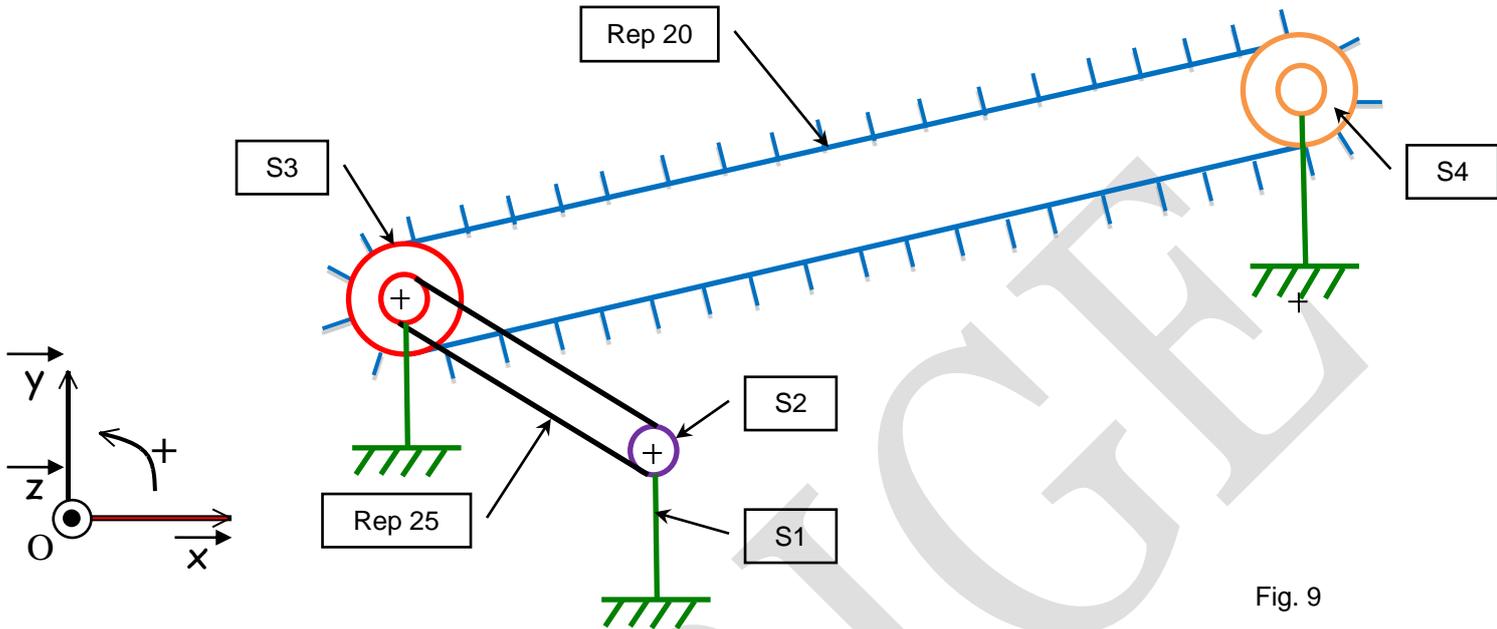


Fig. 9

**Q2-4 :** Identifier les liaisons entre les classes d'équivalence S1 et S2, en complétant le tableau ci-dessous :

- Identifier les mouvements possibles entre les deux classes d'équivalence (inscrire "0" si le mouvement est impossible entre les deux classes d'équivalence 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	0	0	0	0	0	1	Pivot d'axe Z

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 mm<sup>3</sup>  
 $m = \rho \times V$  : m : masse du solide en Kg  
 $\rho$  : 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/s<sup>2</sup> ( $g=9,81 \text{ m/s}^2$ )

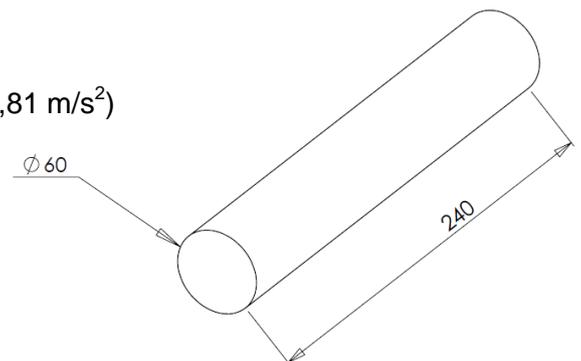
Fig. 10

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

$$V = \pi \times 30^2 \times 240 = 678\,240 \text{ mm}^3 = 0,678\,584 \text{ dm}^3$$

$$m = 7,8 \times 0,678\,584 = 5,29 \text{ kg}$$

$$P = 5,29 \times 9,81 = 51,92 \text{ N}$$



BAC PRO MEI	Code : 1706-MEI ST 11	Session 2017	CORRIGÉ
E1 - SOUS-ÉPREUVE E11	Durée : 4 h	Coefficient : 3	DC : 4/14

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

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

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

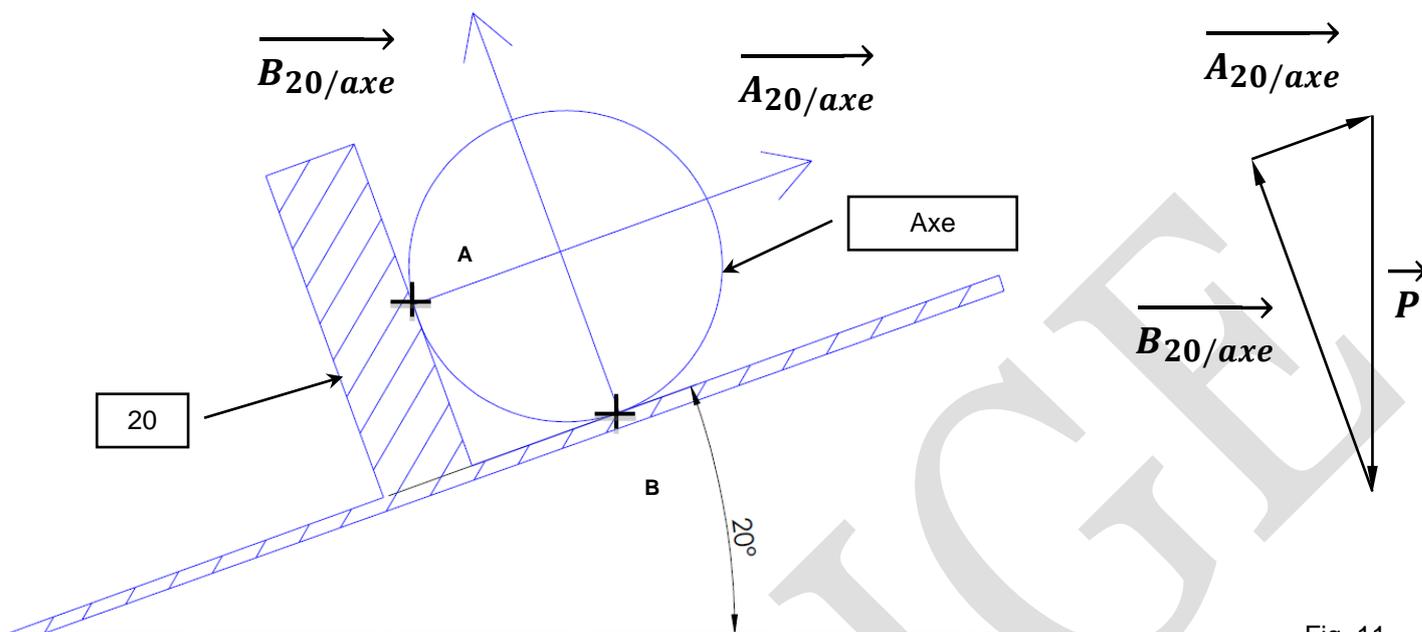
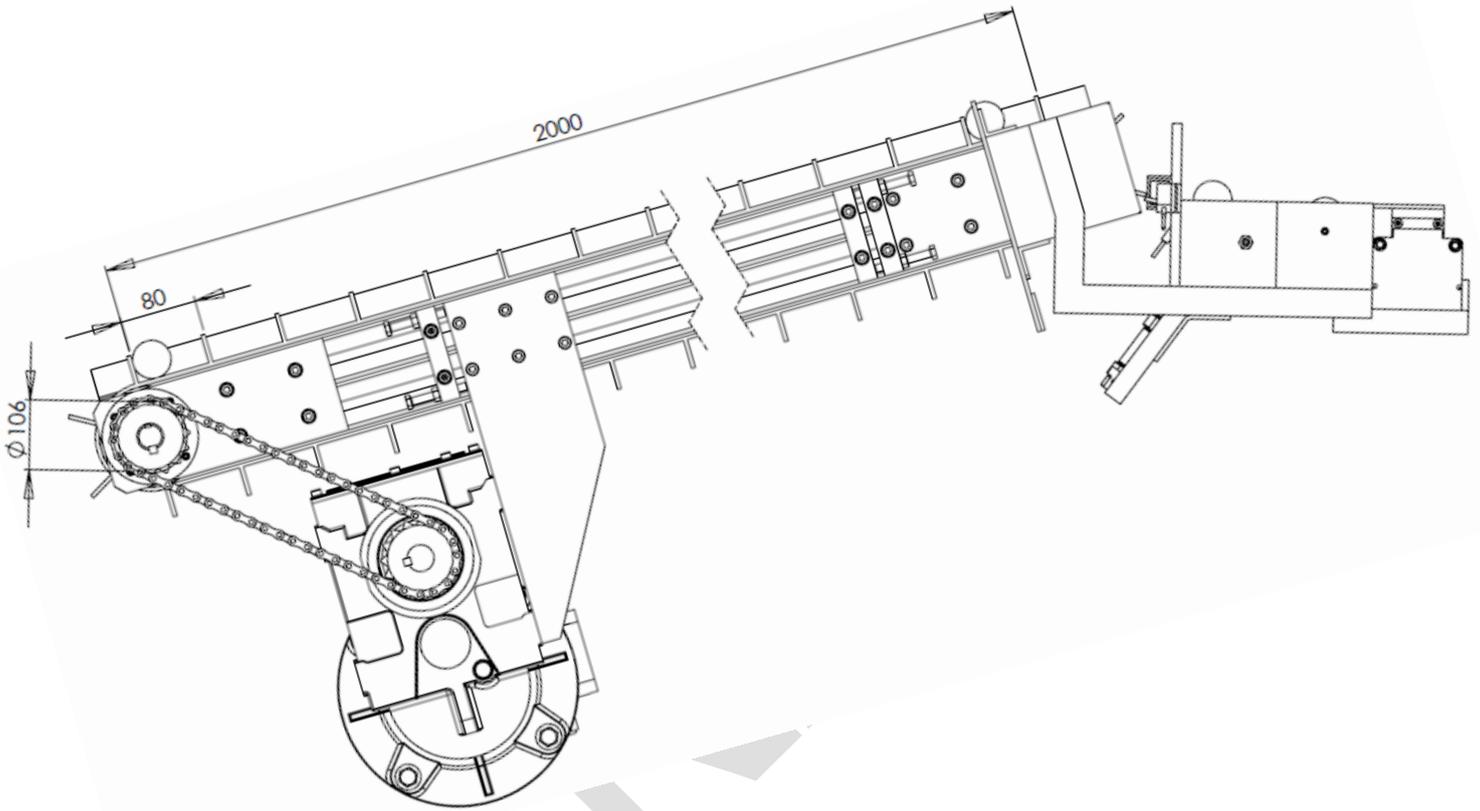


Fig. 11

$$\|\vec{A}_{20/axe}\| = 2,8 \times 6,2 = 17,36 \text{ N}$$

BAC PRO MEI	Code : 1706-MEI ST 11	Session 2017	CORRIGÉ
E1 - SOUS-ÉPREUVE E11	Durée : 4 h	Coefficient : 3	DC : 5/14

Formulaire :		Unités :	
$\omega = \frac{\pi \times N}{30}$	$r = \frac{N_s}{N_e} = \frac{Z_e}{Z_s} = \frac{C_e}{C_s}$	$\omega$ (en rad/s)	V (en m/s)
$P = C \times \omega$		N (en t/min)	R (en m)
$V = R \times \omega$	$C = F \times R$	P (en Watt)	F (en N)
		C (en N.m)	



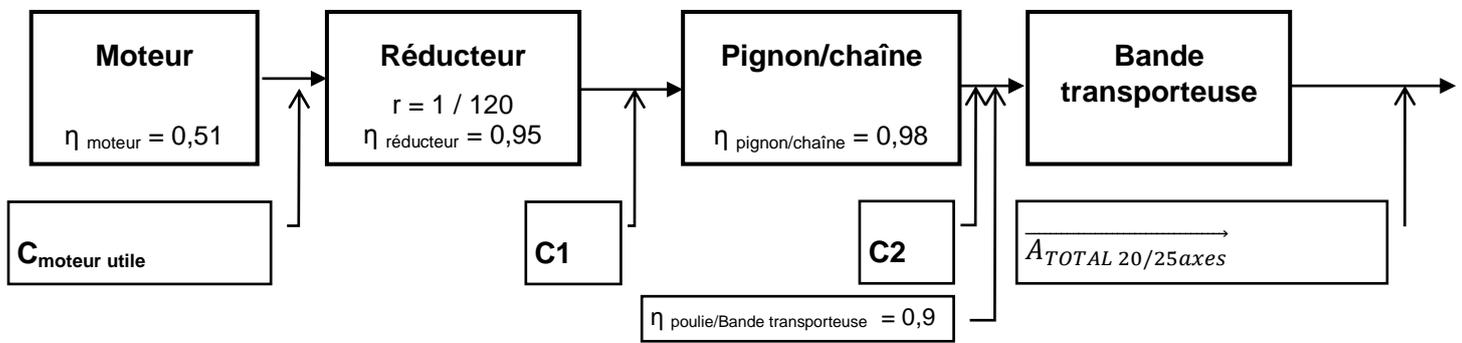
Données :

- 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 admettrons 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 :

$$\|\overrightarrow{A_{TOTAL\ 20/25axes}}\| = 18 \times 25 = 450 \text{ N}$$

BAC PRO MEI	Code : 1706-MEI ST 11	Session 2017	CORRIGÉ
E1 - SOUS-ÉPREUVE E11	Durée : 4 h	Coefficient : 3	DC : 6/14



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

$$C_2 = A_{TOTAL\ 20/25axes} \times R = 450 \times 0,053 = 23,85\ \text{Nm}$$

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

$$r = \frac{N_s}{N_e} = \frac{Z_{menante}}{Z_{menée}} = \frac{z_{301}}{z_{302}} = \frac{15}{15} = 1$$

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

$$C_1 = C_2 = 23,85\ \text{N.m}$$

**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  $C_1$  (couple sortie réducteur) = 24 Nm

$$C_{\text{moteur nécessaire}} = r \times C_1 = (1/120) \times 24 = 0,2\ \text{Nm}$$

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

$$\eta_{\text{total}} = \eta_{\text{Réducteur}} \times \eta_{\text{Pignon/Chaîne}} \times \eta_{\text{Poulie/Bande transporteuse}} = 0,95 \times 0,98 \times 0,9 = 0,8379$$

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

$$C_{\text{moteur utile}} = \frac{C_{\text{moteur nécessaire}}}{\eta_{\text{total}}} = \frac{0,2}{0,8379} = 0,239\ \text{Nm}$$

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

$$\omega_{\text{Moteur}} = \frac{\pi \times N}{30} = \frac{\pi \times 1390}{30} = 145,56\ \text{rad/s}$$

Relever la puissance du moteur dans le dossier technique :

$$P_{\text{Moteur}} = 0,09\ \text{kw} = 90\ \text{w}$$

Calculer le couple moteur utile du moteur actuel :

$$C_{\text{moteur utile actuel}} = \frac{P}{\omega} = \frac{90}{145,56} = 0,62\ \text{Nm}$$

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

**Oui car  $C_{\text{moteur utile actuel}} > C_{\text{Moteur nécessaire}}$**

BAC PRO MEI	Code : 1706-MEI ST 11	Session 2017	CORRIGÉ
E1 - SOUS-ÉPREUVE E11	Durée : 4 h	Coefficient : 3	DC : 7/14

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

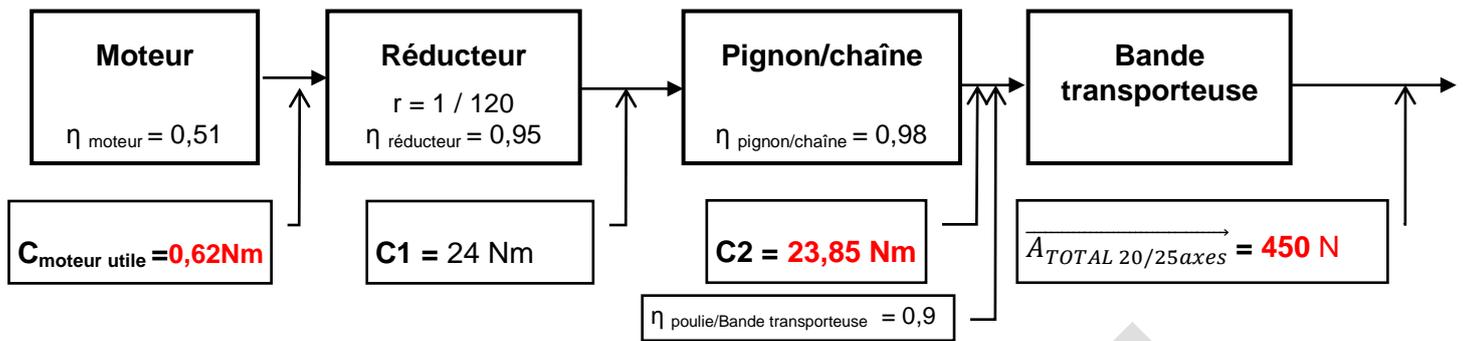


Fig. 12

## 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 : <b>53 points</b>
----	------------------	-----------------------------------	-----------------------------	---------------------------

Donnée : le convoyeur a une masse de 600 kg.

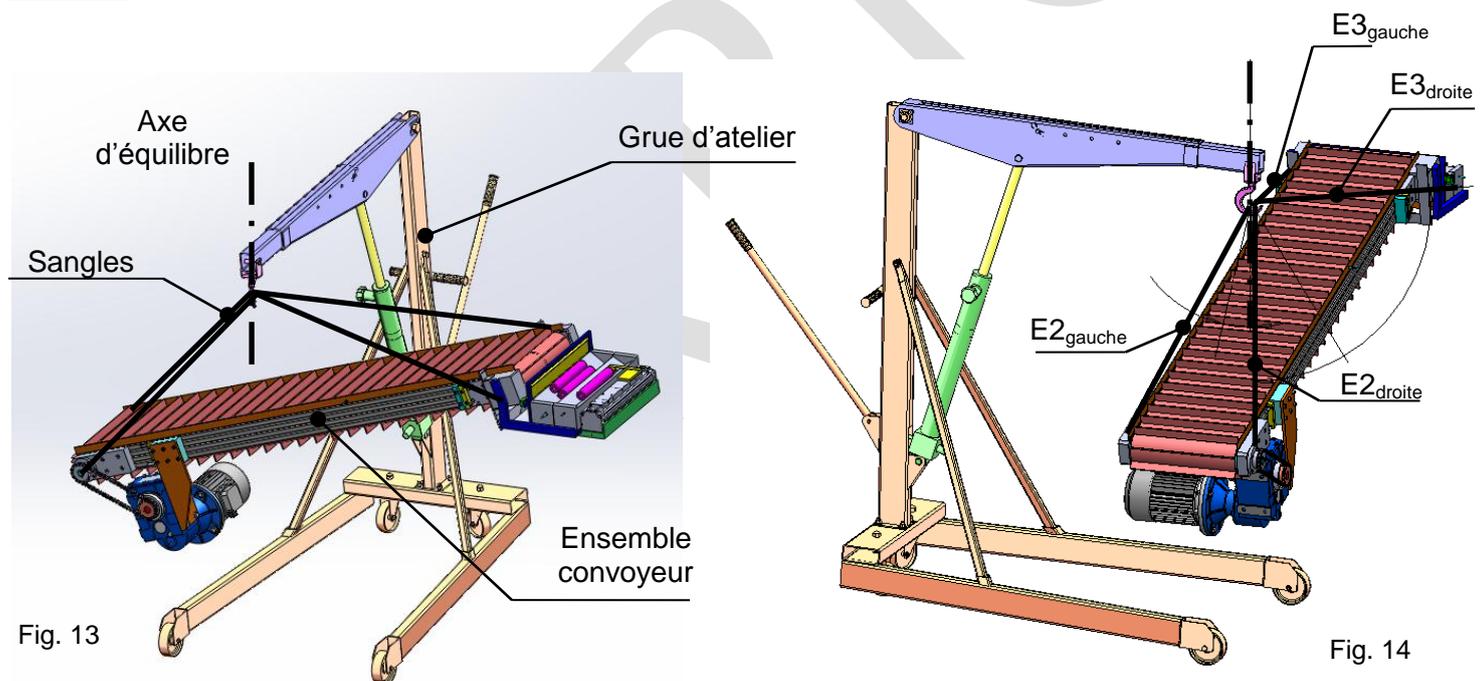


Fig. 13

Fig. 14

BAC PRO MEI	Code : 1706-MEI ST 11	Session 2017	CORRIGÉ
E1 - SOUS-ÉPREUVE E11	Durée : 4 h	Coefficient : 3	DC : 8/14

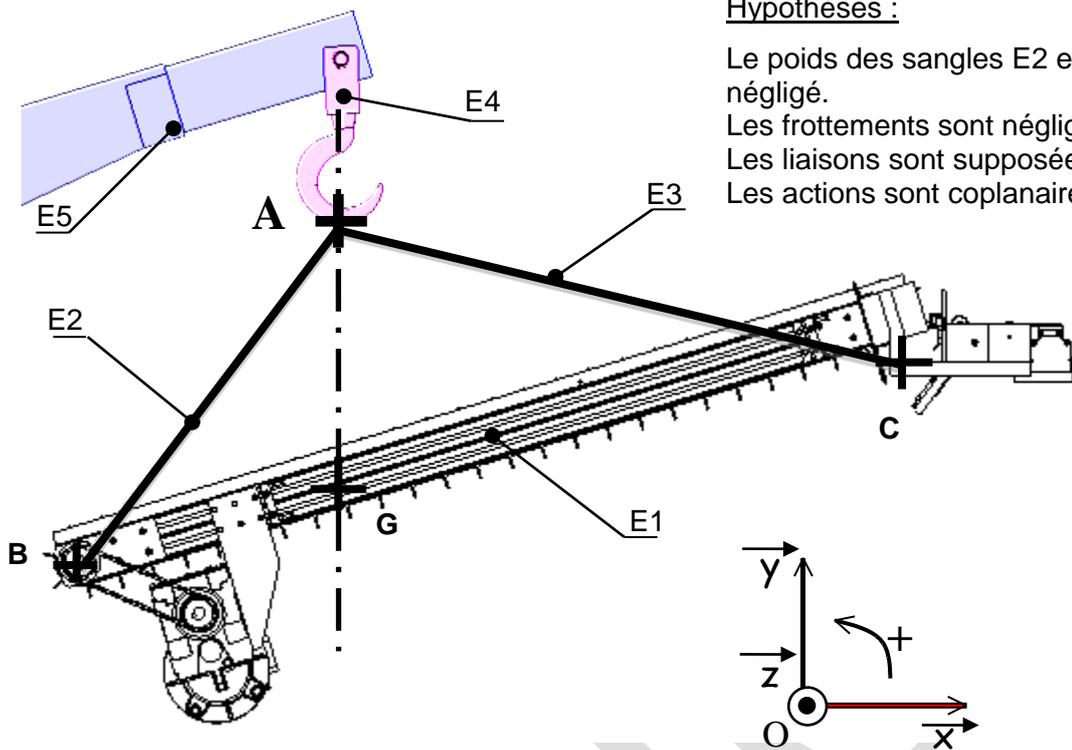


Fig. 15

Hypothèses :

Le poids des sangles E2 et E3 est négligé.  
 Les frottements sont négligés.  
 Les liaisons sont supposées parfaites.  
 Les actions sont coplanaires.

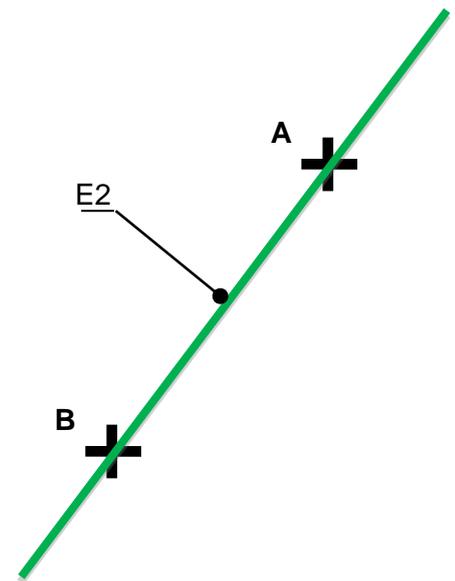
**Q4-1 :** Calculer le poids du convoyeur :

$$P = m \times g = 600 \times 9,81 = 5\,886 \text{ N}$$

**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
$\vec{A}_{E4/E2}$	A	AB	?	?
$\vec{B}_{E1/E2}$	B	AB	?	?



Enoncer le Principe Fondamental de la Statique pour cet équilibre :

Un corps soumis à 2 actions mécaniques est en équilibre si et seulement si, les forces ont : même direction, même intensité, sens opposés.

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

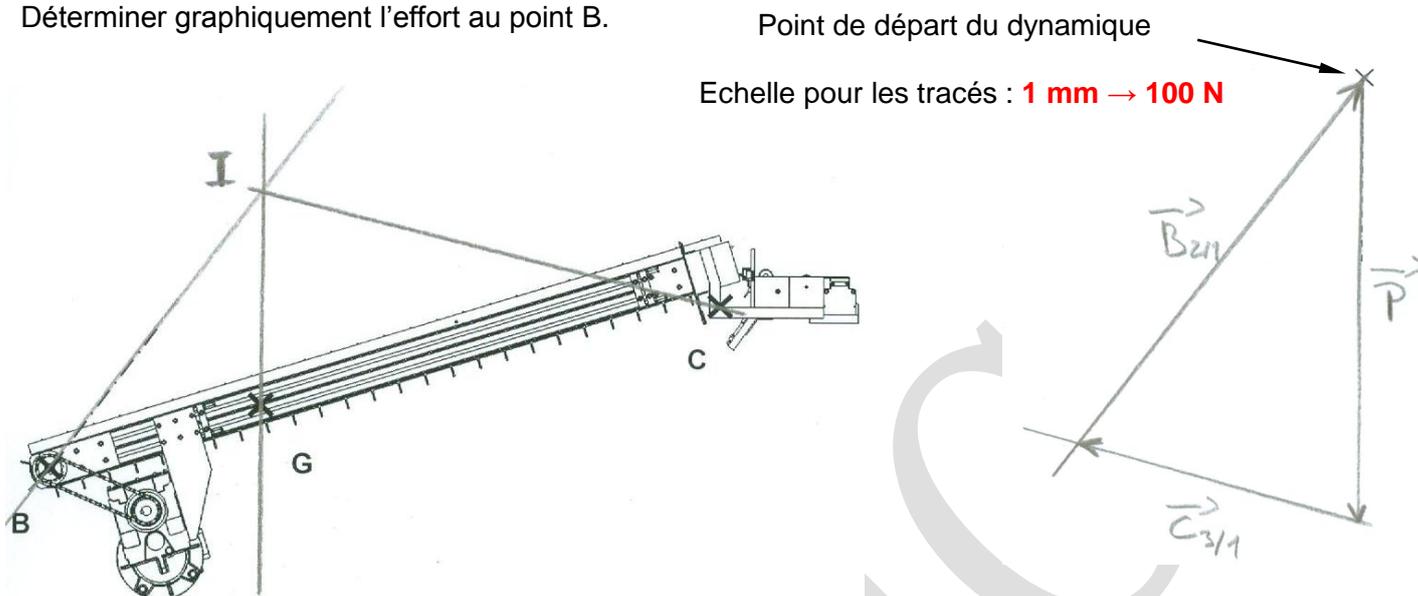
Action	Point d'application	Direction	Sens	Intensité
$\vec{P}$	G	Verticale	↓	5 886 N
$\vec{B}_{E2/E1}$	B	AB	?	?
$\vec{C}_{E3/E1}$	C	?	?	?

<b>BAC PRO MEI</b>	<b>Code : 1706-MEI ST 11</b>	<b>Session 2017</b>	<b>CORRIGÉ</b>
<b>E1 - SOUS-ÉPREUVE E11</b>	<b>Durée : 4 h</b>	<b>Coefficient : 3</b>	<b>DC : 9/14</b>

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

Un corps soumis à 3 actions mécaniques est en équilibre si et seulement si, les droites d'action sont courantes en I et la somme vectorielle est nulle.

Déterminer graphiquement l'effort au point B.



Donner les résultats obtenus à partir du dynamique.

$$\|\vec{B}_{E2/E1}\| = 6150\text{ N}$$

$$\|\vec{C}_{E3/E1}\| = 3900\text{ N}$$

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

Donnée (fig. 17) :

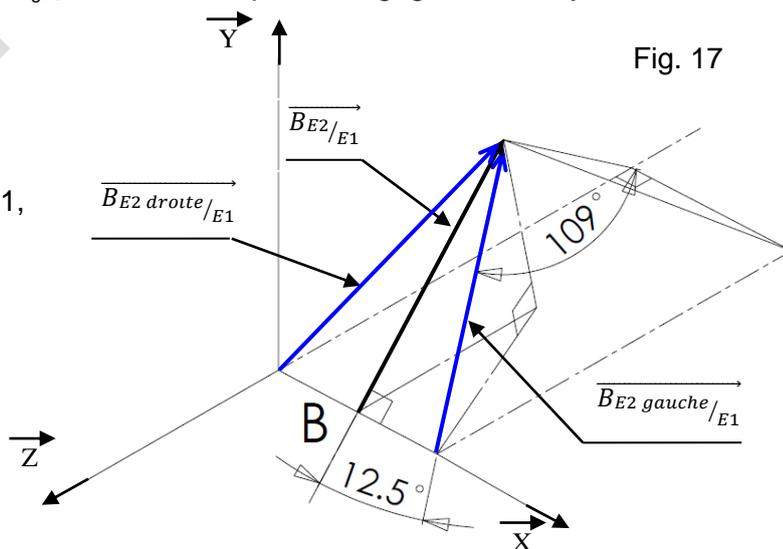
$$\|\vec{B}_{E2\text{ gauche}/E1}\| = \|\vec{B}_{E2\text{ droite}/E1}\| = 3\,500\text{ N}$$

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

**Elingage à 4 brins.**

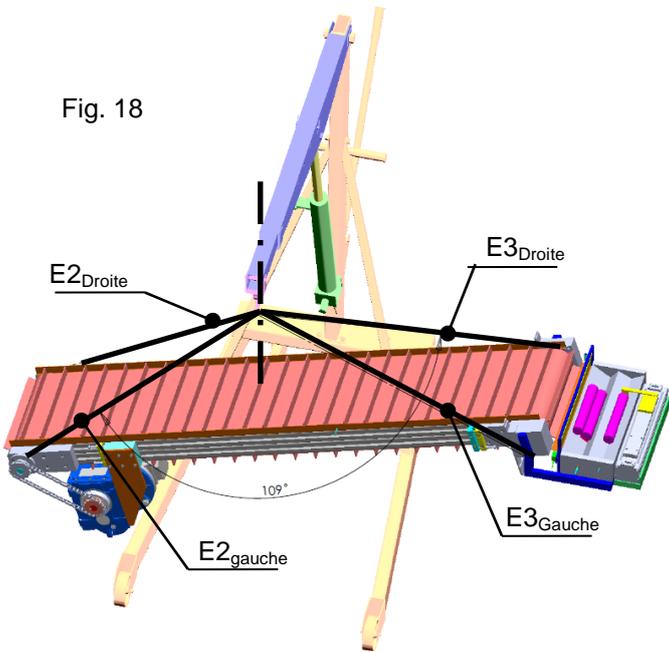
Quelles sont les limites à ne pas dépasser pour l'angle  $\alpha$  (angle de tête) du DTR 4/11 ?

**$90^\circ < \alpha \leq 120^\circ$ .**



BAC PRO MEI	Code : 1706-MEI ST 11	Session 2017	CORRIGÉ
E1 - SOUS-ÉPREUVE E11	Durée : 4 h	Coefficient : 3	DC : 10/14

Fig. 18



Nous avons des élingues textiles plates à notre disposition.

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

- le facteur d'élingage M :

**Le facteur d'élingage M est de 1,5.**

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

**Elingue violette.**

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

**CMU des élingues ≥ E2gauche.**

**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 : <b>43 points</b>
----	--	--	-----------------------------	---------------------------

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.

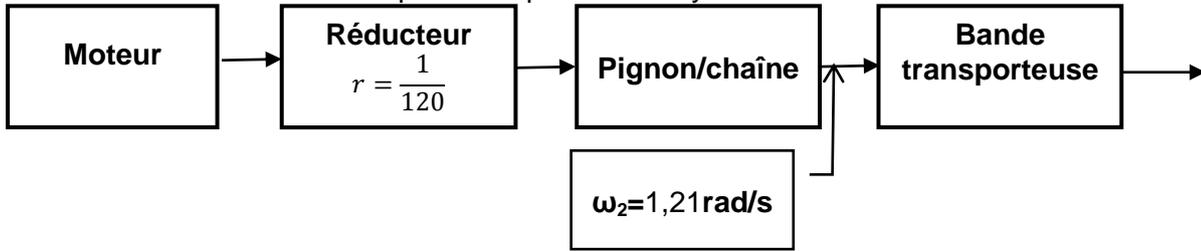
**Q5-1 :** A partir des documents constructeur DTR 3/11, relever la fréquence de rotation de l'arbre moteur, son rendement et la puissance disponible sur l'arbre moteur :

$N_{\text{moteur}} = \mathbf{1390 \text{ tr/min}}$  ;  $P_{\text{moteur}} = \mathbf{0,18Kw}$  ;  $\eta_{\text{moteur}} = \mathbf{0,58}$

<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> <ul style="list-style-type: none"> <li><math>\omega</math> (en rad/s)</li> <li>N (en t/min)</li> <li>P (en Watt)</li> <li>C (en N.m)</li> <li>d (en m)</li> <li><math>\omega_e = \omega_{\text{entrée}}</math></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>V (en m/s)</li> <li>R (en m)</li> <li>F (en N)</li> <li>t (en s)</li> <li><math>\omega_s = \omega_{\text{sortie}}</math></li> </ul>
--	--	--

<b>BAC PRO MEI</b>	<b>Code : 1706-MEI ST 11</b>	<b>Session 2017</b>	<b>CORRIGÉ</b>
<b>E1 - SOUS-ÉPREUVE E11</b>	<b>Durée : 4 h</b>	<b>Coefficient : 3</b>	<b>DC : 11/14</b>

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



Calculer  $\omega_m$  la vitesse angulaire de l'arbre moteur par rapport au bâti :

$$\omega_m = \frac{\pi \times N}{30} = (\pi \times 1390) / 30 = 145,6 \text{ rad/s}$$

Calculer  $\omega_1$  la vitesse angulaire de l'arbre sortie du réducteur par rapport au bâti :

$$\omega_1 = r \times \omega_m = (1/120) \times 145,6 = 1,21 \text{ rad/s}$$

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

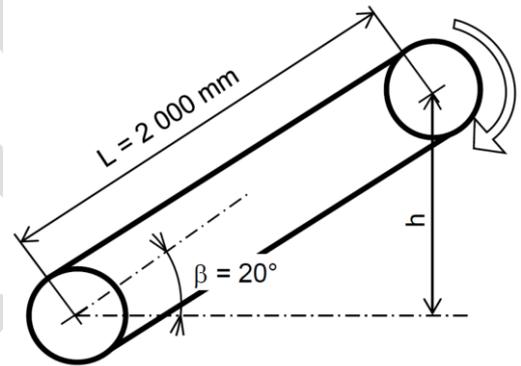
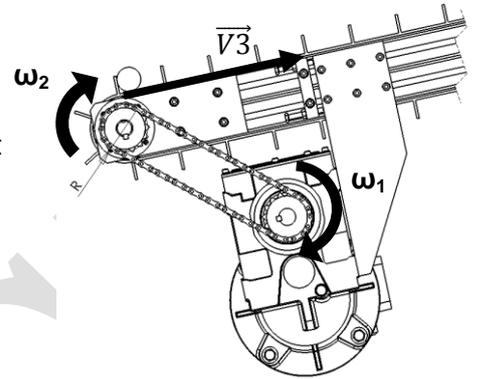
$$V_3 = R \times \omega = 0,053 \times 1,21 = 0,0643 \text{ m/s}$$

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

$$T_5 : V_5 = L / T_5 \text{ donc } T_5 = 2 / 0,065 = 30,76 \text{ s}$$

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

OUI  NON



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

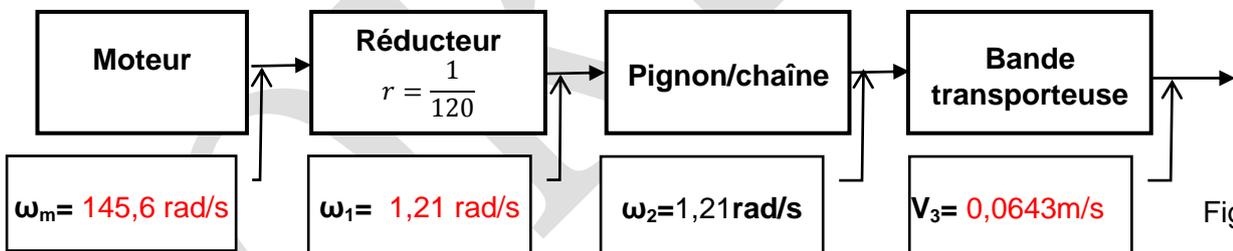


Fig. 19

BAC PRO MEI	Code : 1706-MEI ST 11	Session 2017	CORRIGÉ
E1 - SOUS-ÉPREUVE E11	Durée : 4 h	Coefficient : 3	DC : 12/14

**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 <sub>(x8)</sub>	Clé 6 pans mâle n°6	Desserrer les vis
2	13 <sub>(x4)</sub>	Clé plate n°13	<b>Desserrer les contre-écrous</b>
3	29 <sub>(x4)</sub> 2 ; 07 ; 8 , 9 ; 10B <sub>(x2)</sub> ; 13 <sub>(x4)</sub> ; 14 <sub>(x1)</sub> ; 16 ; 18 <sub>(x2)</sub> 19 <sub>(x2)</sub> ; 21 <sub>(x2)</sub> ; 22 <sub>(x2)</sub> ; 30 <sub>(x8)</sub> ; 31 <sub>(x4)</sub> ; 40 <sub>(x8)</sub>	Clé plate n°13	visser pour tendre la bande transporteuse (20)
4	13 <sub>(x4)</sub>	Clé plate n°13	<b>Serrer les contre-écrous</b>
5	30 <sub>(x8)</sub>	Clé 6 pans mâle n°6	<b>Serrer les vis</b>
Convoyeur			

BAC PRO MEI	Code : 1706-MEI ST 11	Session 2017	CORRIGÉ
E1 - SOUS-ÉPREUVE E11	Durée : 4 h	Coefficient : 3	DC : 13/14

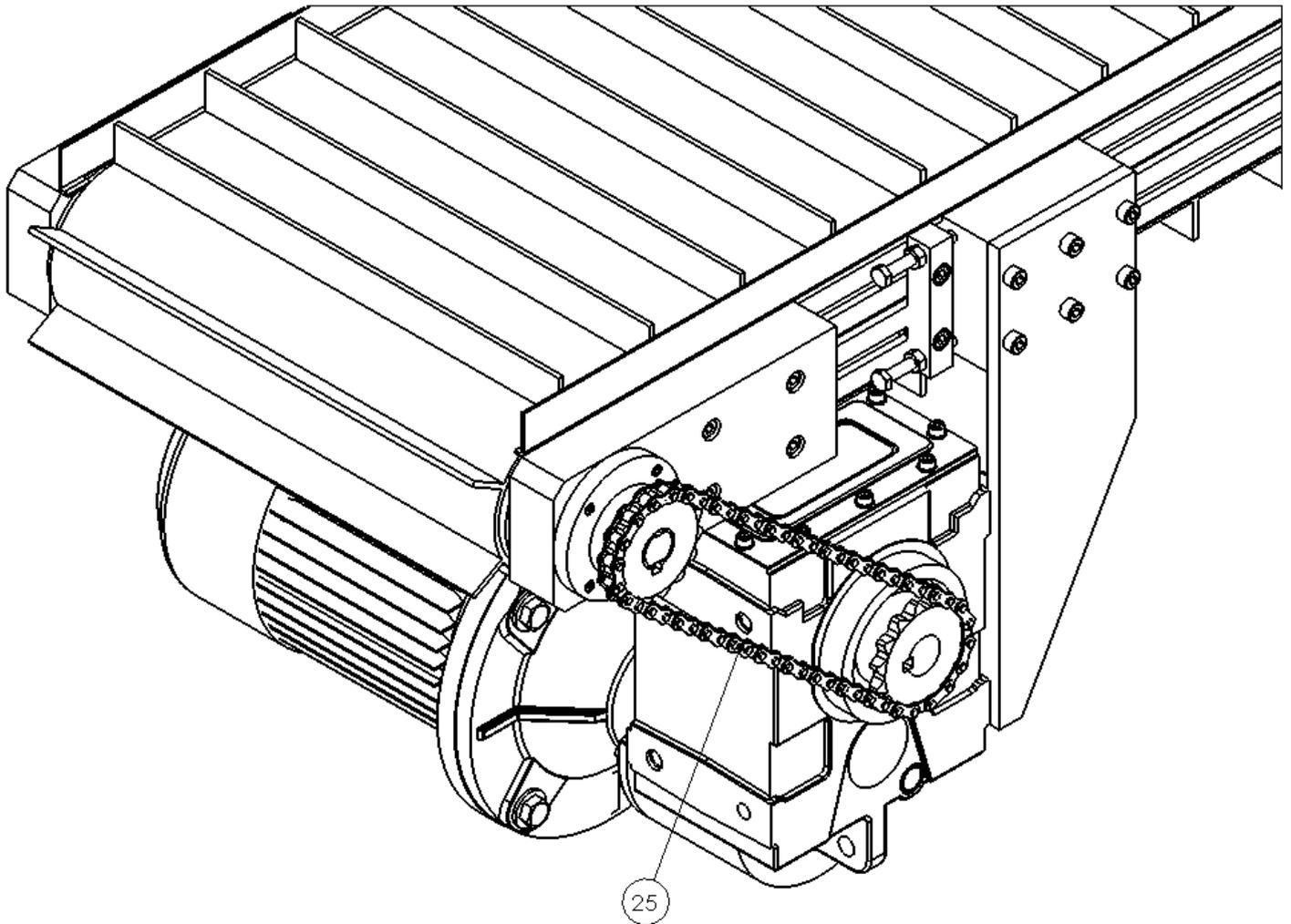
■ Sur le dessin ci-dessous (fig.20), colorier les pièces et inscrire les repères des pièces sur lesquelles il faudra intervenir pour tendre la chaîne (25).

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

13 ; 29 ; 35.

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

Desserrer les vis (35) avec une clé 6 pans mâle ; desserrer les écrous (13) avec une clé plate ; visser les vis (29) jusqu'à ce que la chaîne (25) soit tendue ; visser les écrous (13), les vis (13) doit être en butée sur la barre de serrage (10A) ; serrer les vis (35) avec une clé 6 pans mâle.



BAC PRO MEI	Code : 1706-MEI ST 11	Session 2017	CORRIGÉ
E1 - SOUS-ÉPREUVE E11	Durée : 4 h	Coefficient : 3	DC : 14/14