

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)	
	Prénoms :	N° du candidat <input type="text"/>
Né(e) le :	(le numéro est celui qui figure sur la convocation ou liste d'appel)	
NE RIEN ÉCRIRE	Appréciation du correcteur	
	<input type="text"/>	

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 2022

À 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 : 18 pages

Dossier présentation	pages 2/18 à 3/18
Dossier questions-réponses	pages 5/18 à 18/18

Matériel autorisé :

- L'usage de calculatrice avec mode examen actif est autorisé.
L'usage de calculatrice sans mémoire, « type collègue », est autorisé.
(Circulaire n°2015-178 du 1^{er} octobre 2015).
- Le guide du dessinateur industriel.
- Matériel de géométrie (compas, équerre, rapporteur).

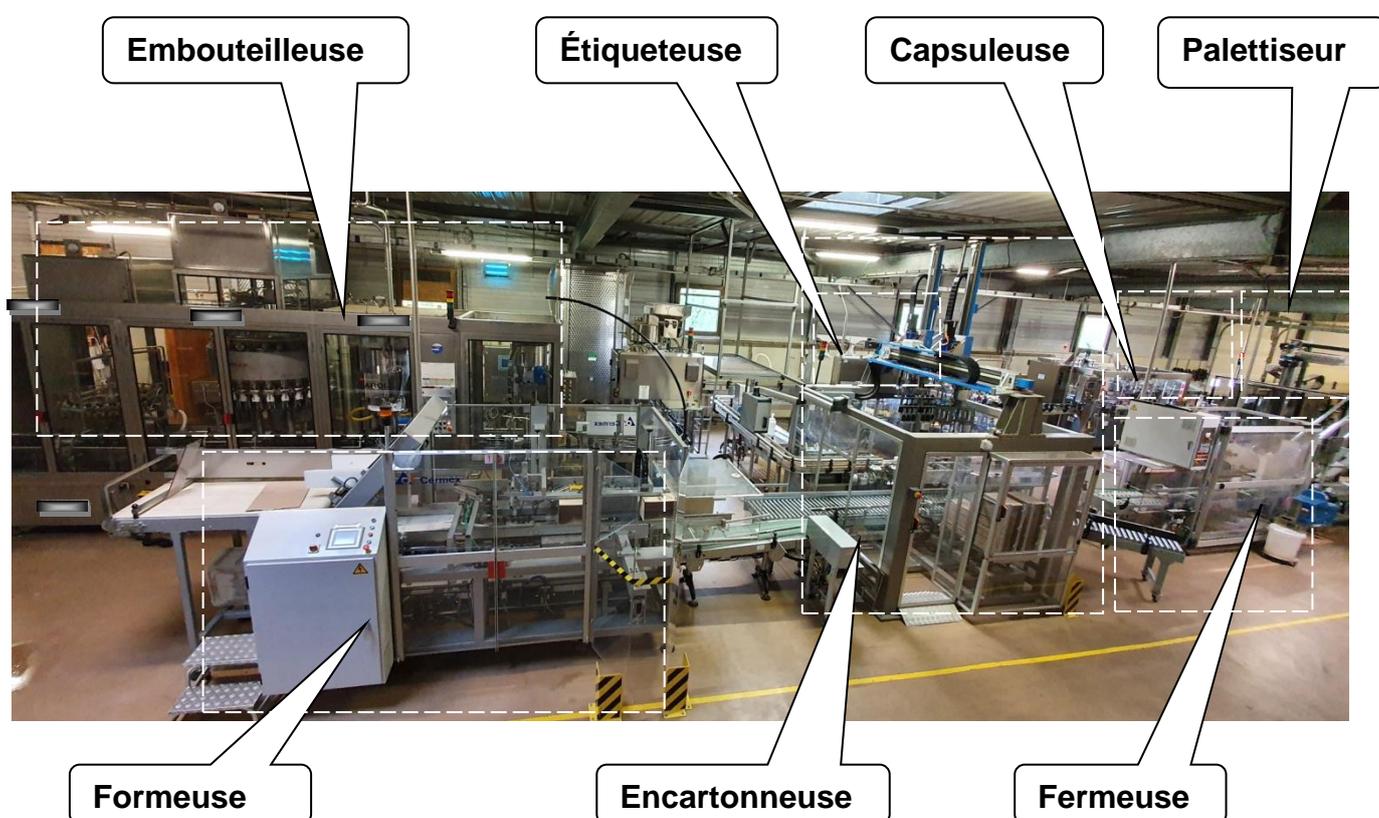
BAC PRO MEI	Code : 2206-MEI ST 11 1	Session 2022	Dossier Questions-Réponses
E1 - SOUS-ÉPREUVE E11	Durée : 4 h	Coefficient : 3	DQR : 1/18

NE RIEN ÉCRIRE DANS CETTE PARTIE

DOSSIER PRÉSENTATION

I - PRÉSENTATION DE LA LIGNE DE PRODUCTION

L'étude de ce sujet se déroule dans une entreprise leader sur le marché de jus de pommes en bouteilles. Le conditionnement des bouteilles est réalisé à la fin de la chaîne de production.



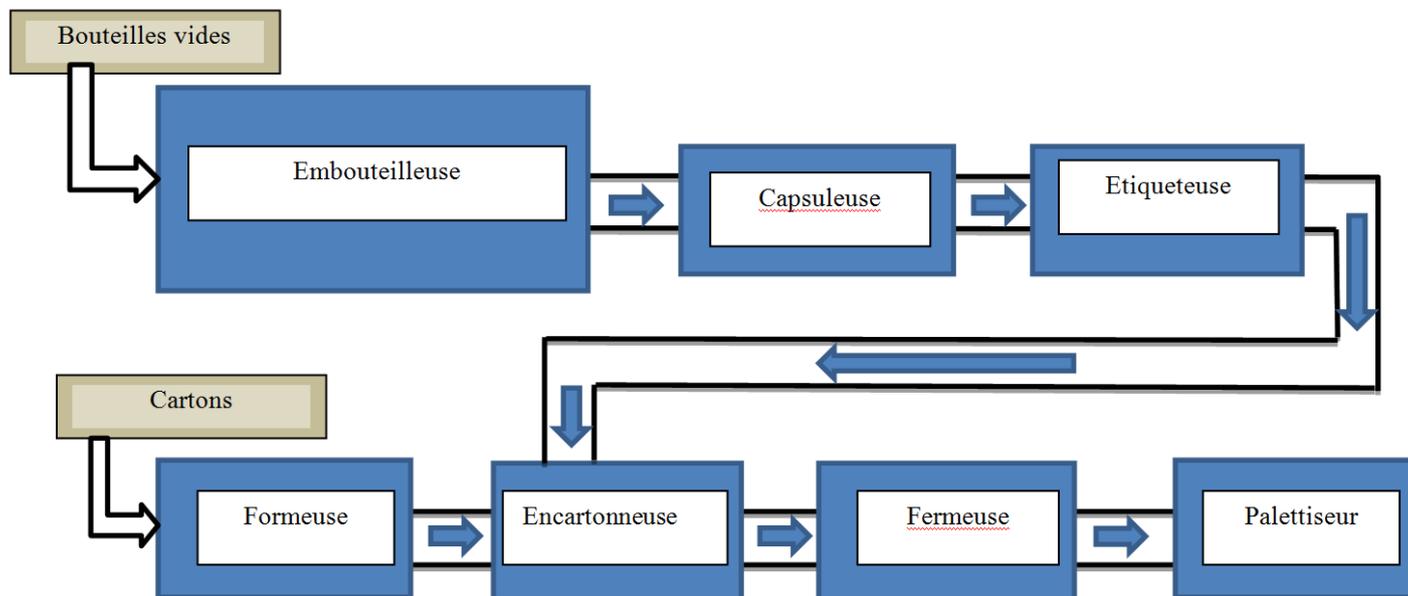
Synoptique de la chaîne de production

L'embouteilleuse est constituée de 3 modules qui permettent de rincer les bouteilles, de les remplir et de les boucher. Les bouteilles sont ensuite convoyées vers une capsuleuse et une étiqueteuse avant d'être mises dans les cartons dans l'encartonneuse.

Les cartons sortants de la formeuse sont également dirigés vers l'encartonneuse, passent par la fermeuse et sont finalement palettisés.

BAC PRO MEI	Code : 2206-MEI ST 11 1	Session 2022	Dossier Questions-Réponses
E1 - SOUS-ÉPREUVE E11	Durée : 4 h	Coefficient : 3	DQR : 2/18

NE RIEN ÉCRIRE DANS CETTE PARTIE

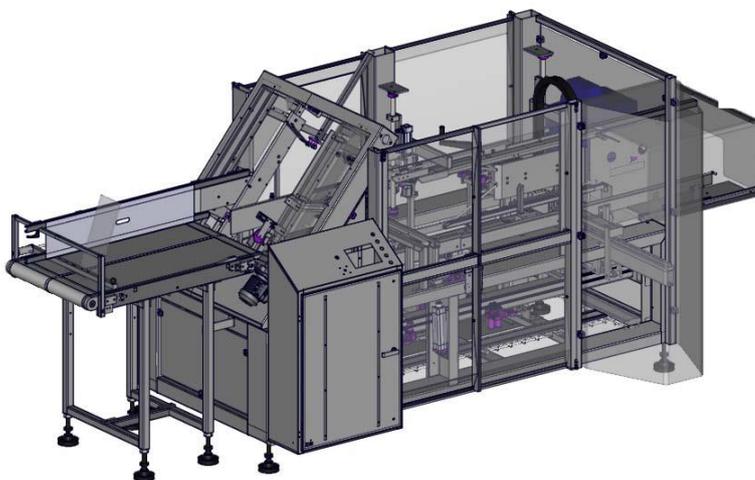


II - PROBLÉMATIQUE GÉNÉRALE DE MAINTENANCE

Pour s'adapter à l'évolution de la cadence et du format de production, la chaîne d'embouteillage et de conditionnement des bouteilles de jus de pommes a fait l'objet de plusieurs modifications. Depuis quelques semaines les indicateurs de performance industrielle affichent des résultats irréguliers dus en grande partie à des défaillances se produisant de façon aléatoire. L'objectif de cette étude sera d'améliorer la disponibilité de cette installation.

III - PRÉSENTATION DU SYSTÈME

L'étude portera sur la **formeuse de cartons**.



(Document constructeur)

La formeuse de cartons met en forme des cartons prédécoupés de différents formats. La cadence de la formeuse est de 16 cartons/min.

- Tension d'alimentation : 3x400 V+N+PE
- Pression pneumatique : 6 bars

BAC PRO MEI	Code : 2206-MEI ST 11 1	Session 2022	Dossier Questions-Réponses
E1 - SOUS-ÉPREUVE E11	Durée : 4 h	Coefficient : 3	DQR : 3/18

NE RIEN ÉCRIRE DANS CETTE PARTIE

DOSSIER QUESTIONS-RÉPONSES

Problématique 1.

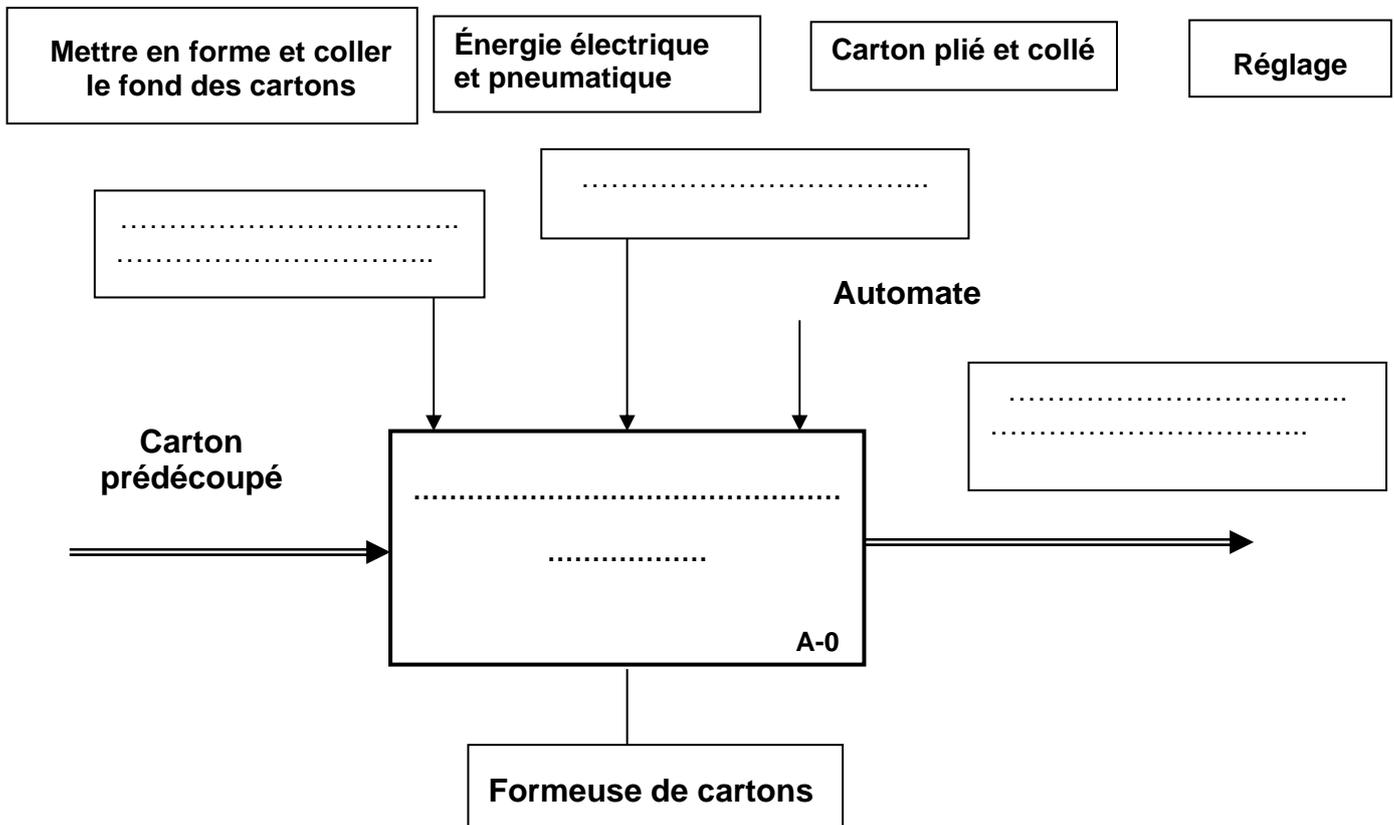
Suite à un dysfonctionnement de la formeuse, l'opérateur constate une désynchronisation des mouvements par rapport au chariot de transfert des cartons, ce qui entraîne des arrêts intempestifs durant le cycle. Une alerte pour intervention a été envoyée au service de maintenance qui constate une usure prématurée de la chaîne de transmission coté motoréducteur.

On demande au service de maintenance de rechercher les causes de cette usure. Vous allez effectuer dans une première partie :

- * L'étude du fonctionnement du module de transfert.
- * La vérification des caractéristiques de la chaîne de transmission.

Q1	Définir la frontière de l'étude.	DQR 2/18, DQR 3/18 DTR 2/11, DTR 3/11	Temps conseillé : 10 min	Nbre pts : /10
-----------	---	--	-----------------------------	----------------

Q1.1 : Placer sur l'actigramme de niveau A-0 du système, les données encadrées ci-dessous.



BAC PRO MEI	Code : 2206-MEI ST 11 1	Session 2022	Dossier Questions-Réponses
E1 - SOUS-ÉPREUVE E11	Durée : 4 h	Coefficient : 3	DQR : 4/18

NE RIEN ÉCRIRE DANS CETTE PARTIE

Q1.2 : Identifier à partir de l'actigramme.

La matière d'œuvre entrante :

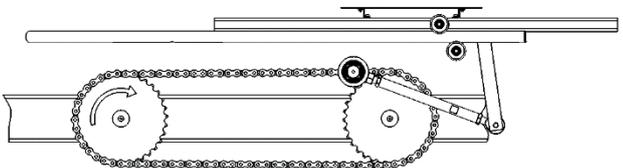
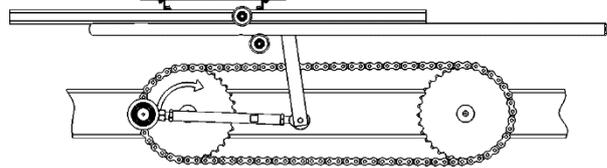
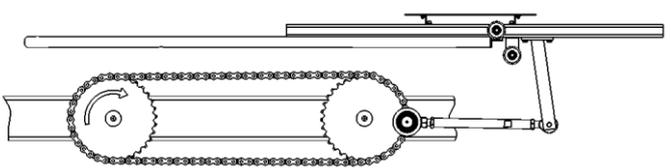
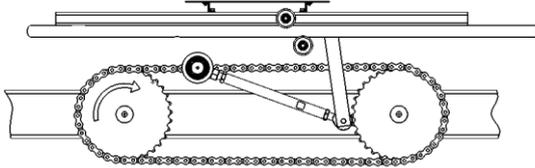
La valeur ajoutée :

Le nom du système :

Q2	Décoder l'évolution temporelle du bien.	DTR 2/11, DTR 3/11, DTR 4/11.	Temps conseillé : 10 min	Nbre pts : /10
-----------	--	-------------------------------	-----------------------------	----------------

Q2.1 Rechercher le repère de l'étape de mise en forme des cartons qui correspond à la position du chariot de transfert en phase de fonctionnement en **complétant** le tableau ci-dessous.

Nota : l'étape 1 et l'étape 6 ne font pas partie de l'étude ci-dessous.

	
ÉTAPE :	ÉTAPE :2
	
ÉTAPE :	ÉTAPE :

Q2.2 : En déduire la fonction du chariot en **entourant** la bonne réponse.

Déplier les cartons

Coller les cartons

Déplacer les cartons

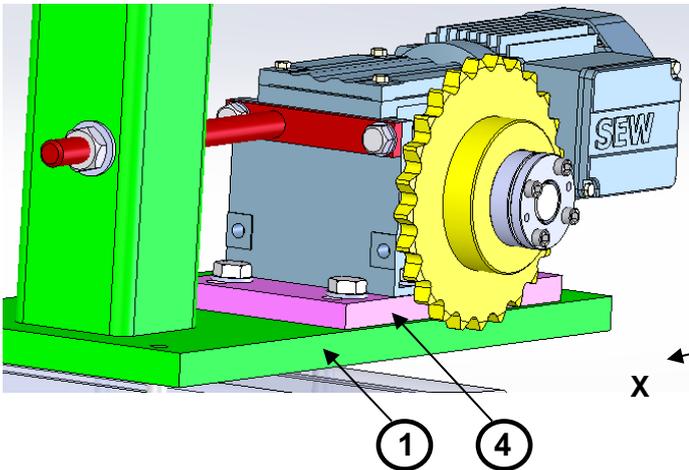
BAC PRO MEI	Code : 2206-MEI ST 11 1	Session 2022	Dossier Questions-Réponses
E1 - SOUS-ÉPREUVE E11	Durée : 4 h	Coefficient : 3	DQR : 5/18

NE RIEN ÉCRIRE DANS CETTE PARTIE

Q3	Analyser la nature et les caractéristiques des liaisons mécaniques.	DTR 4/11, DTR 5/11 DTR 9/11 à DTR 11/11	Temps conseillé : 50 min	Nbre pts : /40
-----------	--	--	-----------------------------	----------------

Q3.1 : Nature et caractéristiques de la liaison entre la semelle réglable (4) / châssis (1) en **phase de fonctionnement**.

Q3.1.1 : Rechercher la nature des mouvements et **nommer** la liaison entre la **semelle réglable (4) et le châssis (1)** en **complétant** le tableau ci-dessous (*mouvement possible : inscrire 1, pas de mouvement : inscrire 0*)



Mouvement semelle réglable 4 / châssis 1					
Translation			Rotation		
Tx	Ty	Tz	Rx	Ry	Rz
.....
Liaison :					

Q3.1.2 : Caractériser la liaison entre la semelle réglable (4) et le châssis (1) en **entourant** les bonnes réponses.

Liaison entre la semelle réglable et le châssis	Permanente	Rigide	Adhérence	Réglable
	Démontable	Élastique	Obstacle	Non Réglable

Q3.2 : Compléter les classes d'équivalences cinématiques avec les repères de pièces suivantes : **3, 5, 12, 13, 29, 34, 44.**

Châssis E1 : {1, 2, 4, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 30, 40, 45, 46, 47, 48, 49, 50,
54, 56, 57, 58, 60, 61,.....}

Arbre moteur E2 : {non représenté}

BAC PRO MEI	Code : 2206-MEI ST 11 1	Session 2022	Dossier Questions-Réponses
E1 - SOUS-ÉPREUVE E11	Durée : 4 h	Coefficient : 3	DQR : 6/18

NE RIEN ÉCRIRE DANS CETTE PARTIE

Arbre sortie réducteur E3 : {6, 9,.....}

Chaîne E4 : {14, 15,.....}

Arbre transfert E5 : {7, 11a, 10, 41, 42, 43,.....}

Chaîne transfert E6 : {16, 17, 26,.....}

Bielle E7 : {28, 25, 55, 66,.....}

Arbre encodeur E8 : {8, 11b, 41b, 42b, 43b,.....}

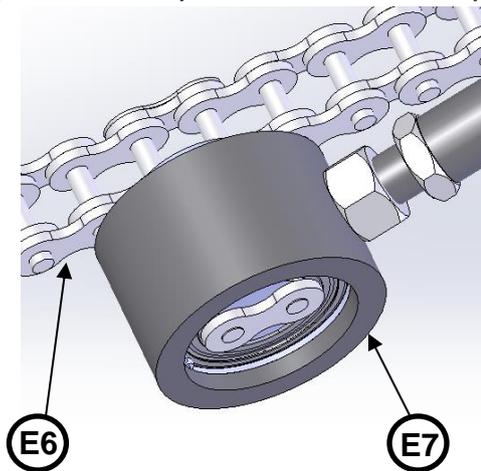
Support transfert E9 : {31, 32, 33, 35, 37, 38, 39, 51, 52, 53, 59, 62, 63, 64, 65.....}

Q3.3 : Rechercher la nature des liaisons entre les classes d'équivalence.

Rechercher la nature des mouvements et **nommer** la liaison **L1** entre **E7** et **E6**

en **complétant** le tableau ci- dessous :

(mouvement possible : inscrire 1, pas de mouvement : inscrire 0)



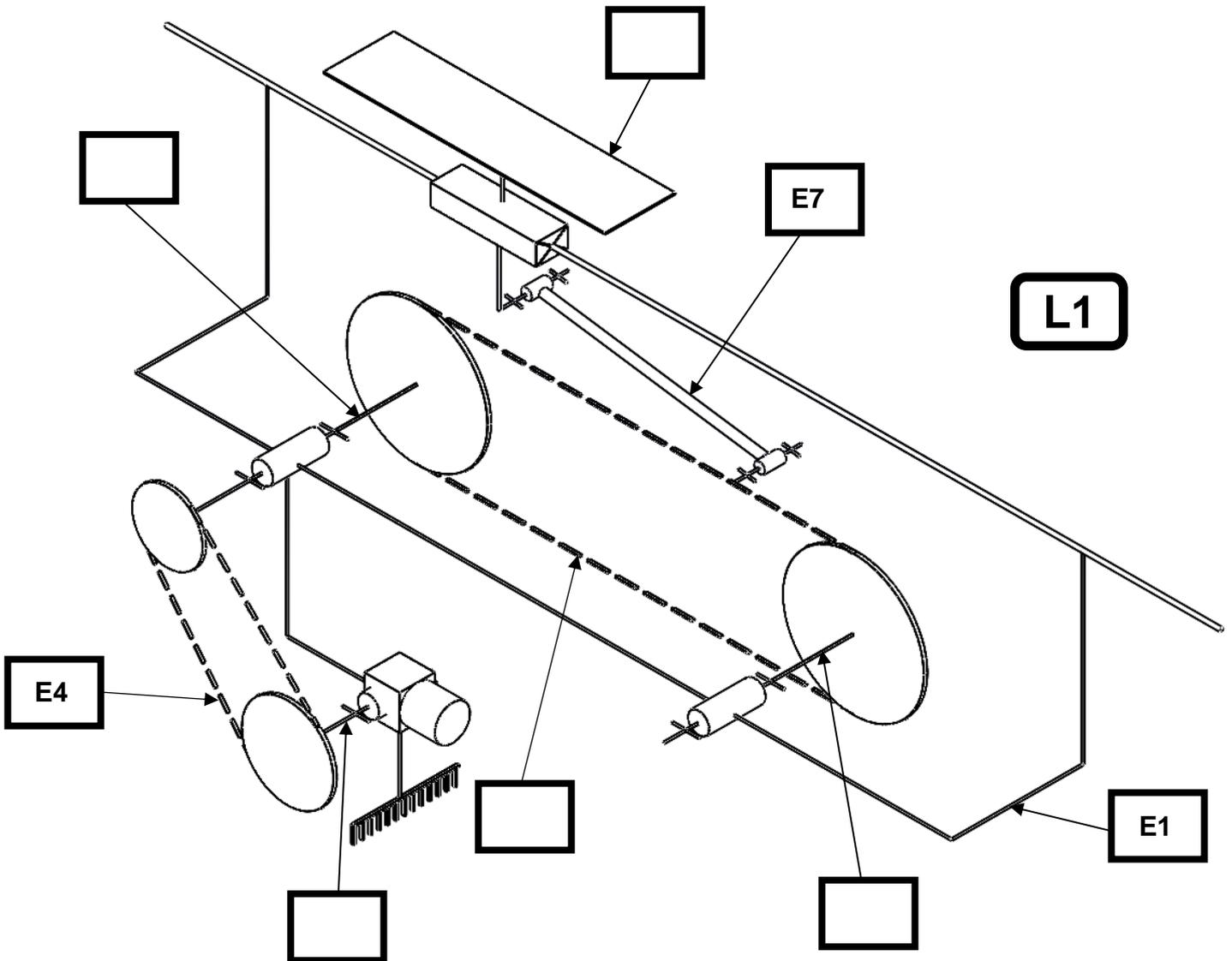
Mouvement E7 / E6					
Translation			Rotation		
Tx	Ty	Tz	Rx	Ry	Rz
.....
Liaison L1 :					

NE RIEN ÉCRIRE DANS CETTE PARTIE

Q3.4 : Compléter un schéma cinématique.

3.4.1 Compléter les cases des différentes classes d'équivalence.

3.4.2 Localiser à l'aide d'une bulle  la liaison **L1**



BAC PRO MEI	Code : 2206-MEI ST 11 1	Session 2022	Dossier Questions-Réponses
E1 - SOUS-ÉPREUVE E11	Durée : 4 h	Coefficient : 3	DQR : 8/18

NE RIEN ÉCRIRE DANS CETTE PARTIE

Q4	Vérifier la vitesse linéaire de la chaîne.	DTR 4/11, DTR 6/11, DTR 7/11, DTR 11/11.	Temps conseillé : 30 min	Nbre pts : /20
-----------	---	---	-----------------------------	----------------

Données :

$N_{\text{Moteur /E1}} : 1380 \text{ tr/min}$
Rapport de réduction : $r = 1/38$
Nombre de dents du pignon 9 : $Z_9 = 25$ dents

Q4.1 : Calculer la fréquence de rotation $N_{E3/E1}$ de l'arbre de sortie réducteur E3 par rapport au châssis E1.

$N_{E3/E1} = \dots\dots\dots$

Q4.2 : Rechercher le pas de la chaîne E4 dans DT 7/11.

pas = $\dots\dots\dots$

Q4.3 : Calculer la vitesse angulaire $\omega_{E3/E1}$ de l'arbre de sortie réducteur E3 par rapport au châssis E1.

$\omega_{E3/E1} = \dots\dots\dots$

Q4.4 : Calculer le diamètre primitif D_{p9} du pignon 9 de l'arbre de sortie E3.

$D_{p9} = \dots\dots\dots$

Q4.5 : Calculer le rayon primitif R_9 en mètre du pignon de l'arbre de sortie E3.

$R_9 = \dots\dots\dots$

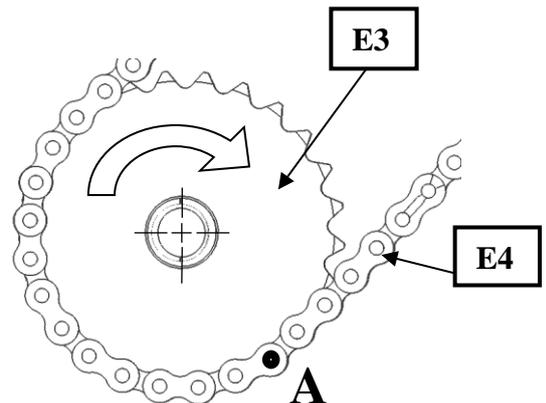
Q4.6 : Calculer la vitesse linéaire $\overrightarrow{VA_{E3/E1}}$ de l'arbre de sortie réducteur E3 par rapport au châssis E1.

$\overrightarrow{VA_{E3/E1}} = \dots\dots\dots$

Q4.7 : Tracer sur le dessin ci-contre :

- la trajectoire du point A notée $\mathbf{TA} \in \mathbf{E3/E1}$
- le vecteur $\overrightarrow{VA_{E3/E1}}$ en respectant l'échelle.

Échelle des vitesses : $1\text{mm} \rightarrow 0.01\text{m/s}$



BAC PRO MEI	Code : 2206-MEI ST 11 1	Session 2022	Dossier Questions-Réponses
E1 - SOUS-ÉPREUVE E11	Durée : 4 h	Coefficient : 3	DQR : 9/18

NE RIEN ÉCRIRE DANS CETTE PARTIE

Q4.8 : Que peut-on dire de $\overrightarrow{VA_{E3/E1}}$ et $\overrightarrow{VA_{E4/E1}}$?

.....

Q4.9 : **Rechercher** la vitesse linéaire maximale que peut supporter la chaîne dans le tableau fourni DTR 6/11, en sachant que le système est en charge régulière.

v linéaire maxi =

Q4.10 : **Conclure** en entourant la bonne réponse ci-dessous.

v calculée < v linéaire maxi

v calculée = v linéaire maxi

v calculée > v linéaire maxi

Q5	Vérifier les efforts sur la chaîne.	DTR 4/11, DTR 6/11, DTR 7/11, DTR 11/11	Temps conseillé : 15 min	Nbre pts : /10
----	-------------------------------------	---	--------------------------	----------------

Q5.1 : Calculer l'effort utile F1.

F1 =

Q5.2 : Calculer l'effort F2 dû à la force centrifuge.

F2 =

Q5.3 : Calculer l'effort total. (Charge de rupture).

F =

Q5.4 : **Rechercher** la valeur de la charge à la rupture sur le DTR 7/11 (rappel : chaîne type 12B simple charge).

Charge de rupture =

Données :

C₃ = 30 Nm

D_{p9} = 152 mm

$\overrightarrow{VA_{E4/E1}} = 0,30 \text{ m/s}$

P_{chaîne} = 1,25 daN

BAC PRO MEI	Code : 2206-MEI ST 11 1	Session 2022	Dossier Questions-Réponses
E1 - SOUS-ÉPREUVE E11	Durée : 4 h	Coefficient : 3	DQR : 10/18

NE RIEN ÉCRIRE DANS CETTE PARTIE

Q5.5 : Conclure en entourant la bonne réponse ci-dessous.

F calculé < Charge de rupture

F calculé = Charge de rupture

F calculé > Charge de rupture

Après vérification des caractéristiques de la chaîne, on constate que celle-ci est correctement dimensionnée. Le technicien poursuit son diagnostic.

Problématique 2

En démontant la chaîne de transmission, le technicien de maintenance constate un jeu radial important entre le pignon de transfert et le palier FY. Effectivement on constate une détérioration de l'arbre (phénomène de laminage) au niveau du palier. Le service de maintenance prévoit le remplacement des paliers ainsi que l'usinage d'un nouvel axe.

Q6	Réalisation de la cotation de définition de l'arbre transfert.	DTR 5/11, DTR 7/11 à DTR 11/11.	Temps conseillé : 40 min	Nbre pts : /25
-----------	---	---------------------------------	--------------------------	----------------

Q6.1 : Indiquer la (ou les) solution(s) technologique(s) retenue(s) pour immobiliser en translation l'arbre de transfert **E5**.

.....

Nota : L'arrêt en translation ne peut s'effectuer que sur un seul palier afin de permettre la dilatation de l'arbre.

Q6.2 : Rechercher la cote tolérancée des portées de roulements et la **reporter** dans la bulle sur le croquis ci-dessous (figure1).

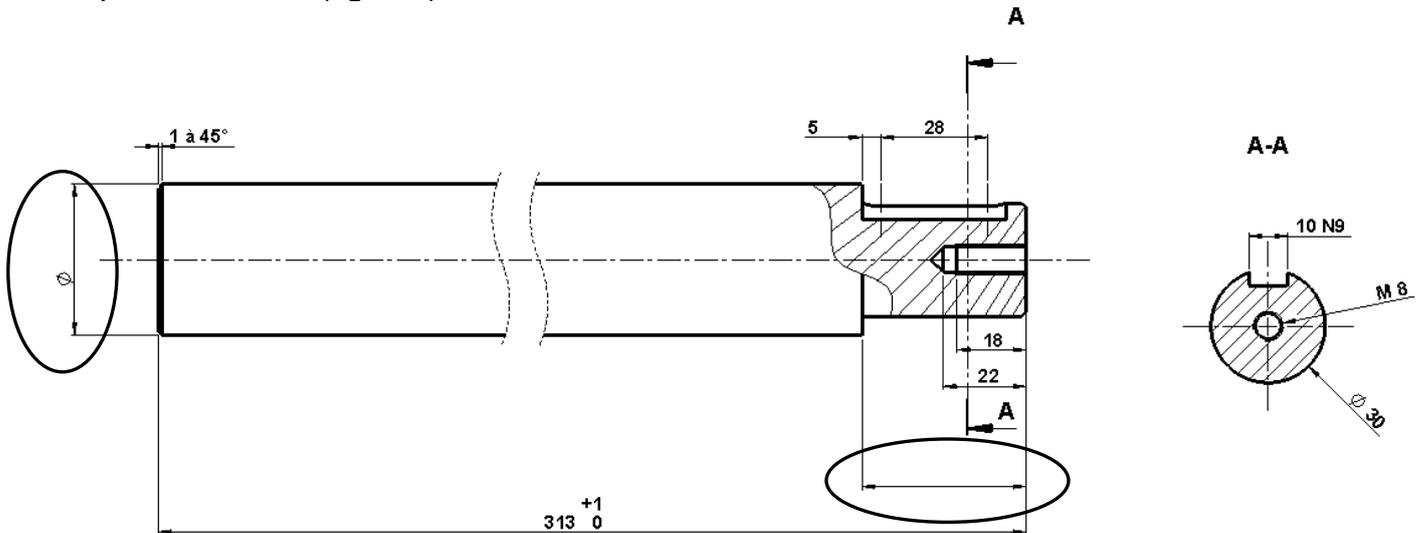


figure1

BAC PRO MEI	Code : 2206-MEI ST 11 1	Session 2022	Dossier Questions-Réponses
E1 - SOUS-ÉPREUVE E11	Durée : 4 h	Coefficient : 3	DQR : 11/18

NE RIEN ÉCRIRE DANS CETTE PARTIE

Q6.3 : Compléter la chaîne de cotes en **désignant** dans les bulles les cotes fonctionnelles (b + numéro pièce) qui définissent le jeu Jb.

Q6.4 : Écrire l'équation de projection.

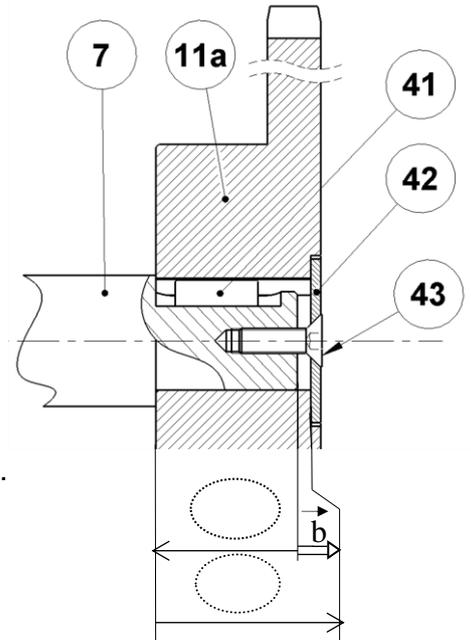
Jb =

Sachant que Jb max= b11max - b7 mini

Jb min= b11min-b7max

$$Jb = 8 \begin{matrix} +1 \\ -0 \end{matrix}$$

$$b_{11a} = 50 \begin{matrix} 0 \\ -0.5 \end{matrix}$$



Q6.5 : Calculer les valeurs de b 7 maxi et b 7 mini.

b 7 maxi =

.....

b 7 mini =

Q6.6 : Compléter la tolérance de la cote b7.

$$b_{7} = 41 \begin{matrix} \\ \end{matrix}$$

Q6.7 : Reporter la cote tolérancée sur le dessin de fabrication (figure 1 DQR 11/18) de l'arbre épaulé en vue de son usinage.

Suite à la vérification du montage des paliers, le technicien pourra effectuer la demande de l'usinage d'un nouvel axe afin de procéder au remontage de celui-ci.

Q7	Réalisation de la gamme de démontage de l'arbre transfert et des paliers	DTR 9/11 à DTR 11/11	Temps conseillé : 20 min	Nbre pts : /25
-----------	---	----------------------	-----------------------------	----------------

Q7.1 : La chaîne coté motoréducteur étant démontée, **préparer** la gamme de démontage permettant de changer l'arbre de transfert et les paliers.

- **Compléter** les étapes.
- **Préciser** le (ou les) repère(s) des pièces concernées par chaque étape, l'outillage à utiliser et les précautions nécessaires.

BAC PRO MEI	Code : 2206-MEI ST 11 1	Session 2022	Dossier Questions-Réponses
E1 - SOUS-ÉPREUVE E11	Durée : 4 h	Coefficient : 3	DQR : 12/18

NE RIEN ÉCRIRE DANS CETTE PARTIE

	Etape	Opération	Outillage
.....	1	Débloquer les écrous (56).	.....
	2	Agir sur les tendeurs de façon à déplacer les platines .....	..........
.....	3	Démonter l'attache rapide du maillon de jonction (17).	.....
	4	Suspendre la bielle par l'intermédiaire d'un crochet.	Outil spécifique
	5	Ôter le maillon de jonction (17) ainsi que la chaîne (16)	..... .....
Démontage du sous-ensemble arbre et roue de transfert	6	Décoller le moyeu expansible ... de l'arbre (7).	Clé six pans mâle Vis d'extraction
	7	Enlever le pignon et le moyeu expansible ...	.....
	8	.....	.....
	9	Enlever le sous-ensemble arbre tendeur.	.....
.....	10	Démonter la vis (43) et la rondelle (42).	Clé six pans mâle
	11	Enlever la roue 11a en récupérant la clavette (41).	Maillet
Démontage des paliers FY	12	.....	.....

BAC PRO MEI	Code : 2206-MEI ST 11 1	Session 2022	Dossier Questions-Réponses
E1 - SOUS-ÉPREUVE E11	Durée : 4 h	Coefficient : 3	DQR : 13/18

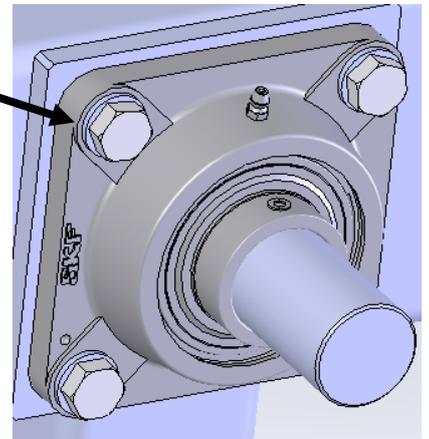
NE RIEN ÉCRIRE DANS CETTE PARTIE

Problématique 3

Lors du remontage des paliers, on constate que les vis de fixation sont fortement oxydées. Afin de remédier à ce problème, le service de maintenance prévoit l'utilisation de vis en acier inoxydable.

Vérifier les caractéristiques mécaniques de ces nouvelles vis 47.

- Données :**
- Vis à tête hexagonale ISO 4017 - M12 x 25 (pas de la vis : $p = 1,75$)
 - Intensité de l'effort de serrage sur chaque vis : 95 daN
 - Matière : X5 Cr Ni 18-10
 - Coefficient de sécurité : $k = 2$



Rappels:

Diamètre équivalent : $d_{eq} = d - 0,9382 \times p$

Section résistante : $A_s = \pi \times d_{eq}^2 / 4$

Contrainte $\sigma = N/A_s \leq R_{pe} = R_e/k$

k : coefficient de sécurité

d : diamètre nominale de la vis

p : pas de la vis

Q8	Vérifier les conditions de résistance des nouvelles vis.	DTR 5/11, DTR 9/11 à DTR 11/11.	Temps conseillé : 20 min	Nbre pts : /25
----	--	---------------------------------	--------------------------	----------------

Q8.1 : Donner la nature de la sollicitation exercée sur la vis 47.

Traction

Cisaillement

Compression

(Entourer la réponse juste)

Q8.2 : Donner la valeur de la force appliquée à chaque vis, **exprimer** cette valeur en Newton.

N = N

Q8.3 : Rechercher la valeur de la résistance de la matière constituant les vis.

Re =Mpa

BAC PRO MEI	Code : 2206-MEI ST 11 1	Session 2022	Dossier Questions-Réponses
E1 - SOUS-ÉPREUVE E11	Durée : 4 h	Coefficient : 3	DQR : 14/18

NE RIEN ÉCRIRE DANS CETTE PARTIE

Q8.4 : Calculer le diamètre équivalent d'une vis.

Calculs :

d_{eq} = mm

Q8.5 : Calculer la section résistante d'une vis.

Calculs :

A_s = mm²

Q8.6 : Calculer la contrainte σ dans une vis.

Calculs :

σ = Mpa

Q8.7 : Calculer R_{pe} , résistance pratique de la matière des vis.

Calculs :

R_{pe} = Mpa

Q8.8 : Écrire la condition de résistance à la traction d'une vis.

.....

Conclusion :

.....

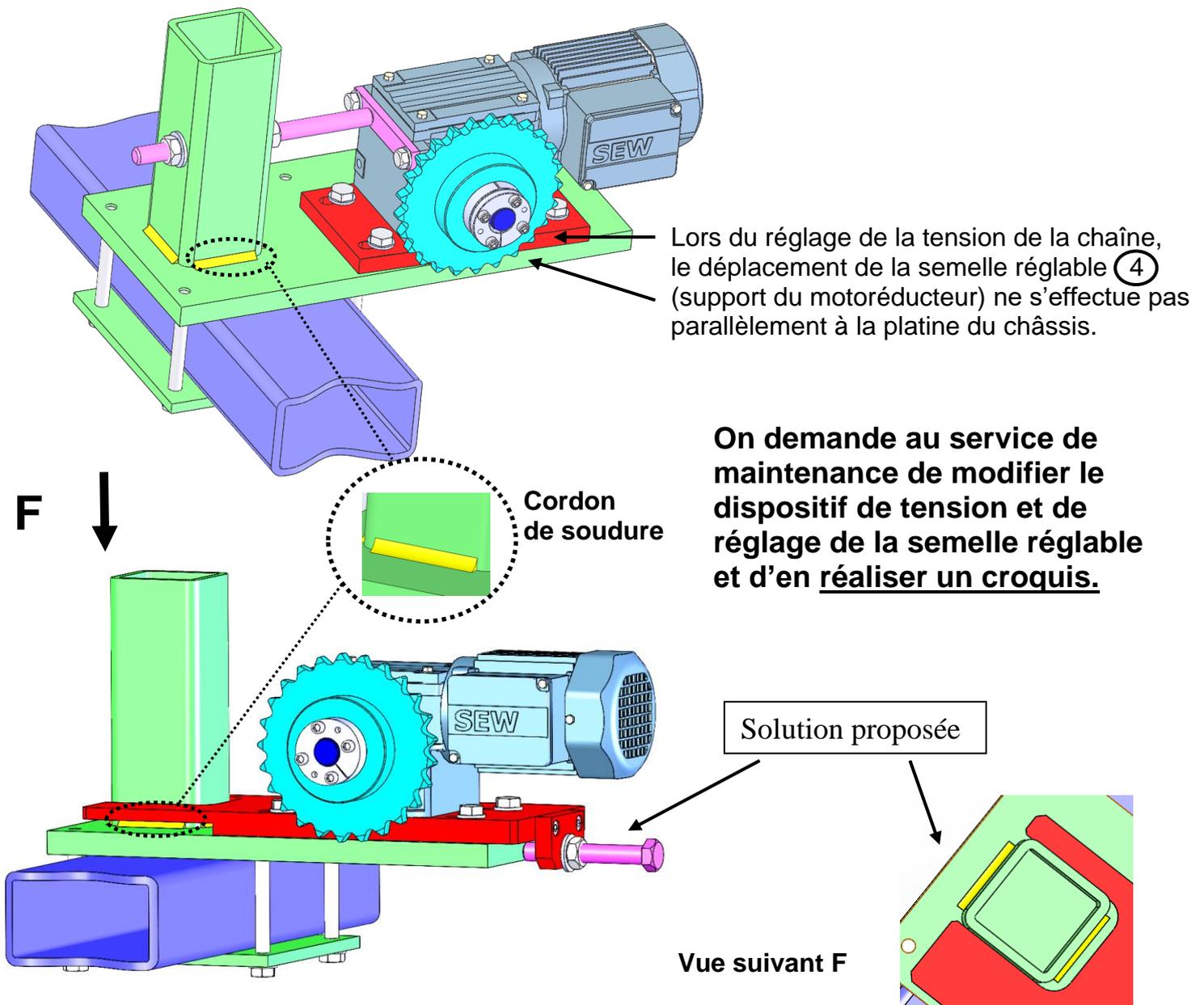
BAC PRO MEI	Code : 2206-MEI ST 11 1	Session 2022	Dossier Questions-Réponses
E1 - SOUS-ÉPREUVE E11	Durée : 4 h	Coefficient : 3	DQR : 15/18

NE RIEN ÉCRIRE DANS CETTE PARTIE

Problématique 4

Finalement on constate que l'usure prématurée de la chaîne provient d'un mauvais alignement entre le pignon réducteur (9) et le pignon arbre transfert (10).

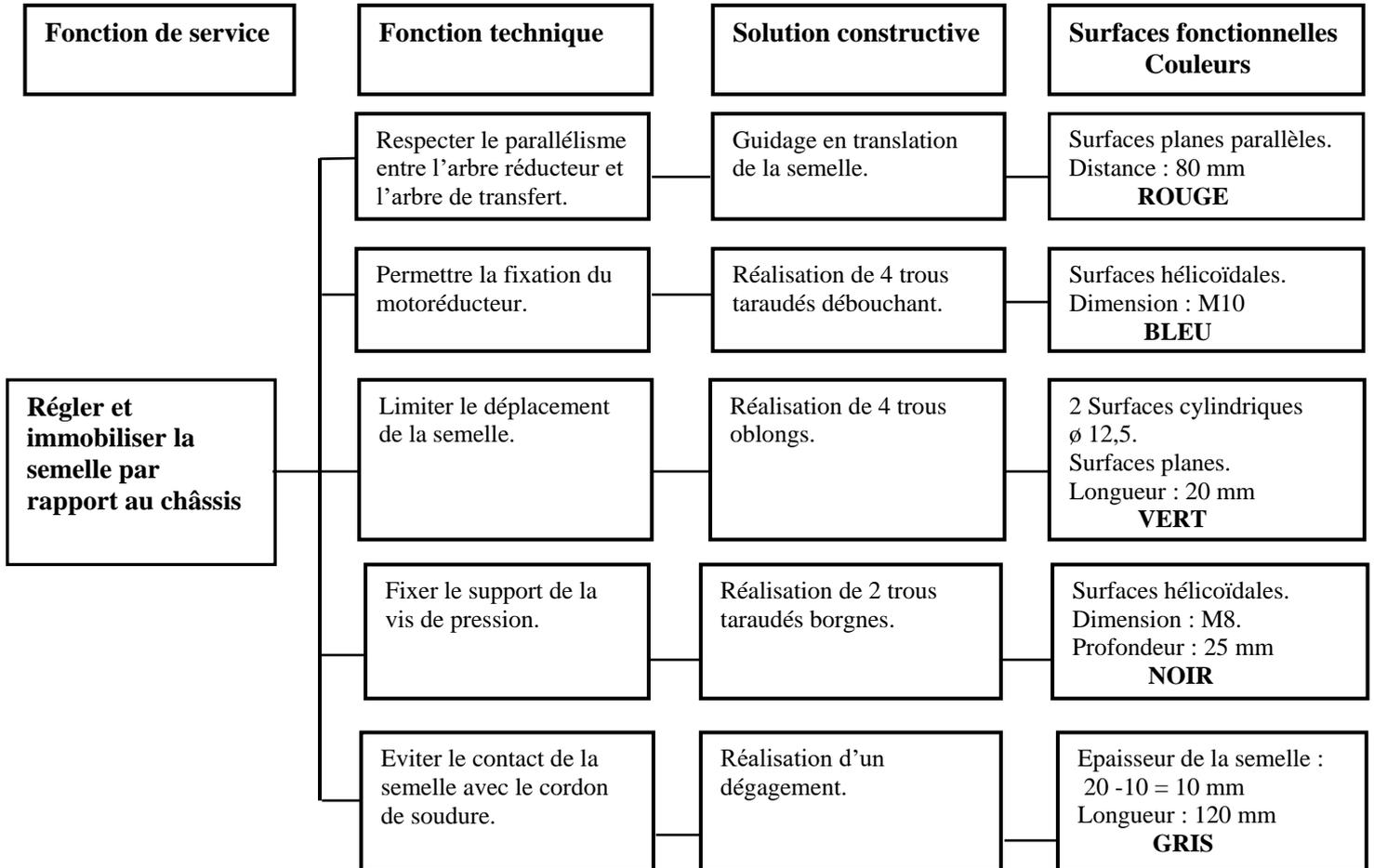
Q9	Réaliser un croquis plan coté	DTR 9/11 à DTR 11/11.	Temps conseillé : 45 min	Nbre pts : /35
----	-------------------------------	-----------------------	--------------------------	----------------



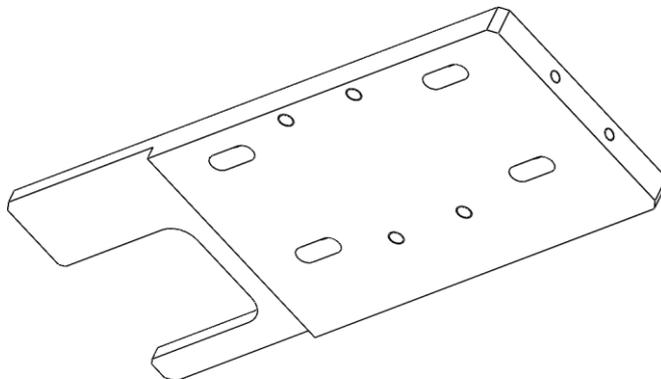
BAC PRO MEI	Code : 2206-MEI ST 11 1	Session 2022	Dossier Questions-Réponses
E1 - SOUS-ÉPREUVE E11	Durée : 4 h	Coefficient : 3	DQR : 16/18

NE RIEN ÉCRIRE DANS CETTE PARTIE

À partir du diagramme FAST qui vous présente une nouvelle semelle réglable :



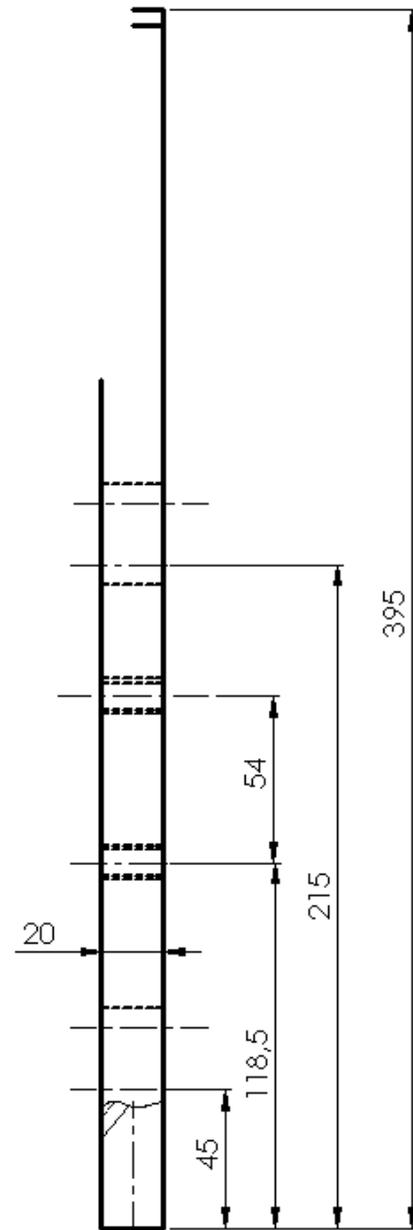
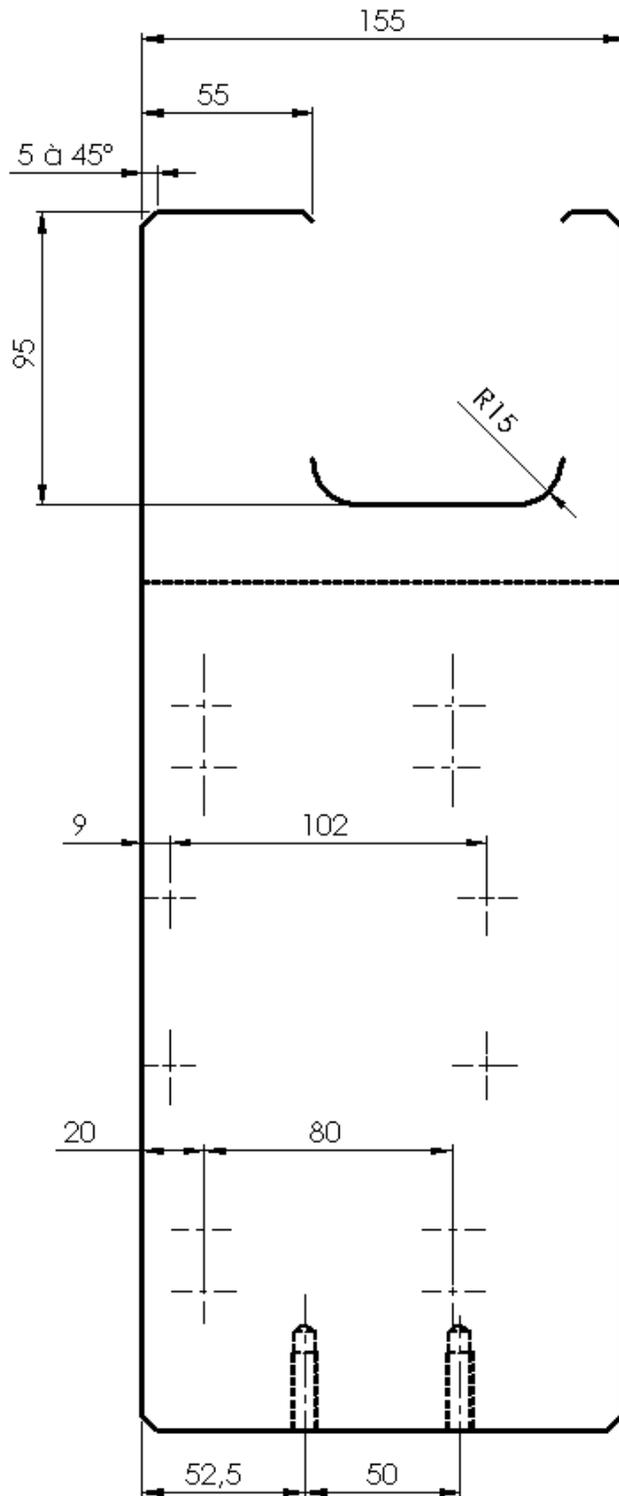
Q9.1 : Repérer, à l'aide des couleurs indiquées, les surfaces fonctionnelles sur la vue en 3D.



Q9.2 : En vous aidant du diagramme FAST et de la vue en 3D, terminer à main levée feuille 18/18 le dessin de la semelle **SEULE** sur les 2 vues.
(Coupe locale au niveau du taraudage sur la vue de gauche).

BAC PRO MEI	Code : 2206-MEI ST 11 1	Session 2022	Dossier Questions-Réponses
E1 - SOUS-ÉPREUVE E11	Durée : 4 h	Coefficient : 3	DQR : 17/18

NE RIEN ÉCRIRE DANS CETTE PARTIE



Tolérances générales ISO 2768 - mK

Q9.3 : Compléter la cotation de la semelle.

BAC PRO MEI	Code : 2206-MEI ST 11 1	Session 2022	Dossier Questions-Réponses
E1 - SOUS-ÉPREUVE E11	Durée : 4 h	Coefficient : 3	DQR : 18/18