

Baccalauréat Professionnel
« Maintenance des Équipements Industriels »

ÉPREUVE E1 : Épreuve scientifique et technique

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

SESSION 2014

CORRIGÉ

BAC PRO MEI	Code : 1406-MEI ST 11	Session 2014	CORRIGÉ
E1 - SOUS-ÉPREUVE E11	Durée : 4 h	Coefficient : 3	DC : 1/13

PROBLEMATIQUE 1 :

Le service maintenance a constaté que les bras de récolte des fils ne se ferment pas suffisamment et laissent parfois passer des fils, nous allons analyser le fonctionnement et vérifier que le système est bien réglé.

Q1	Analyse fonctionnelle	DQR 2/16 ; DQR 3/16 DTR 2/11 ; DTR 3/11 DTR 6/11 ; DTR 8/11 ; DTR 11/11	Temps conseillé : 60 min	Barème : 52 points
----	-----------------------	---	-----------------------------	--------------------

Q1-1 : Donner la fonction globale du système de la défardeuse :

Défardeler une Unit

/2

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

MOE : **Unit fardelée**

MOS : **Unit défardelée, Bobine de câbles en acier**

W : **Energie électrique, hydraulique et pneumatique**

/4

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

Fonction de niveau 2	Solutions constructives	/10
Transformer une énergie hydraulique en énergie mécanique de rotation	Vérins hydrauliques	
Guider en translation	Galets de guidage + rails	
Transformer une énergie pneumatique en énergie mécanique de translation	Vérins pneumatiques + Système contrepoids	
Transformer une énergie électrique en énergie mécanique de translation	Moteur électrique + Transmission pignons/chaîne	
Transformer une énergie électrique en énergie mécanique de translation	Moteur électrique + Système vis/écrou sens opposé	

BAC PRO MEI	Code : 1406-MEI ST 11	Session 2014	CORRIGÉ
E1 - SOUS-ÉPREUVE E11	Durée : 4 h	Coefficient : 3	DC : 2/13

Q1-4 : A l'aide du diagramme FAST et du dossier technique, compléter dans le tableau suivant, les fonctions ainsi que les éléments entrant en action dans chaque étape du cycle de fonctionnement.

/18

Etape1	Etape2	Etape3
Fonction : Ouvrir les portes d'entrée	Fonction : Déplacer l'Unit au centre de la défardeuse	Fonction : Fermer les portes d'entrée
Elément : Vérins d'ouverture – fermeture des portes	Elément : Convoyeur d'entrée	Elément : Vérins d'ouverture – fermeture des portes
Etape4	Etape5	Etape6
Fonction : Tendre les câbles	Fonction : Descendre le groupe Cisaille	Fonction : Couper les câbles
Elément : Vérins de soulèvement du convoyeur d'entrée	Elément : Groupe Tête de coupe	Elément : Groupe Cisaille
Etape7	Etape8	Etape9 et 10
Fonction : Remonter le groupe Cisaille	Fonction : Sépare les 2 colonnes	Fonction : Regrouper et enrrouler les câbles
Elément : Groupe Tête de coupe	Elément : Convoyeur d'entrée + convoyeur de sortie	Elément : Groupe Enrouleuse de câbles
Etape11	Etape12	
Fonction : Ouvrir les portes de sortie	Fonction : Evacuer les colonnes	
Elément : Vérins d'ouverture – fermeture des portes	Elément : Convoyeur d'entrée + convoyeur de sortie	

Nous allons maintenant vérifier que la course des vérins hydrauliques est suffisante pour avoir une fermeture complète des bras de récolte des câbles.

Hypothèses :

- Le problème est plan.
- Les liaisons sont supposées parfaites.

Q1-5 : Dans le tableau suivant, cocher le type de mouvement (voir classes d'équivalence page suivante) :

	Nature du mouvement			
	Plan	Translation rectiligne	Translation circulaire	Rotation
Bras de récolte des câbles/Bâti				X
Corps vérin/Bâti				X
Tige vérin/Corps vérin		X		

/3

Décrire la nature de la trajectoire des points ci-dessous :

Caractéristiques géométriques (droite de direction..., arc de cercle de centre..., etc.)

C ∈ Bras de récolte des câbles/Bâti	Arc de cercle de centre A de rayon AC
B ∈ Vérin/Bâti	Arc de cercle de centre A de rayon AB
B ∈ Tige vérin/Corps vérin	Droite de direction (BD)

Q1-6 : Sur la vue d'un ensemble bras de récolte des câbles ci-dessous :

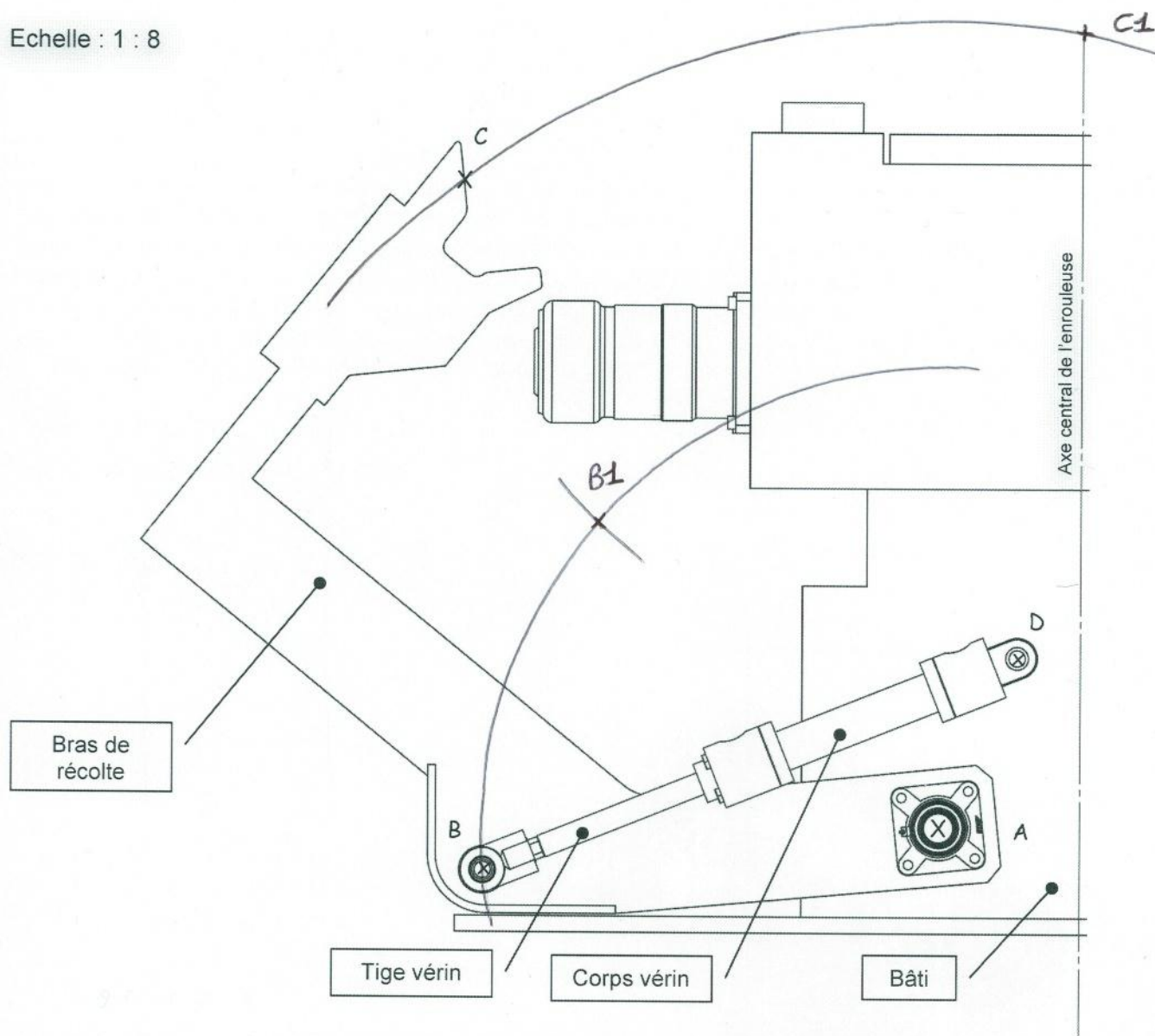
/11

- Tracer la trajectoire du point C appartenant au Bras de récolte par rapport au Bâti (TC ∈ Bras de récolte/Bâti).
- Placer le point C1 qui est la position du point C au moment de la fermeture, sachant que ce point est la rencontre entre sa trajectoire et l'axe central de l'enrouleuse.
- Tracer la trajectoire du point B appartenant au Bras de récolte par rapport au Bâti (TB ∈ Bras de récolte/Bâti).
- En vous aidant de la position du point C1, placer le point B1 qui est la position du point B au moment de la fermeture.
- En déduire la course réelle de la tige du vérin :
- Mesurer la longueur : [DB] = **88 mm**
- Mesurer la longueur : [DB1] = **68 mm**

$$C = 20 \times 8 = 160 \text{ mm}$$

BAC PRO MEI	Code : 1406-MEI ST 11	Session 2014	CORRIGÉ
E1 - SOUS-ÉPREUVE E11	Durée : 4 h	Coefficient : 3	DC : 3/13

Echelle : 1 : 8



Q1-7 : A l'aide du DTR 6/11, donner la valeur de la course du vérin actuel : **150 mm**

Est-il conforme ? (Argumenter) **Non, la course actuelle du vérin n'est pas suffisante.**

/4

BAC PRO MEI	Code : 1406-MEI ST 11	Session 2014	CORRIGÉ
E1 - SOUS-ÉPREUVE E11	Durée : 4 h	Coefficient : 3	DC : 4/13

PROBLEMATIQUE 2 :

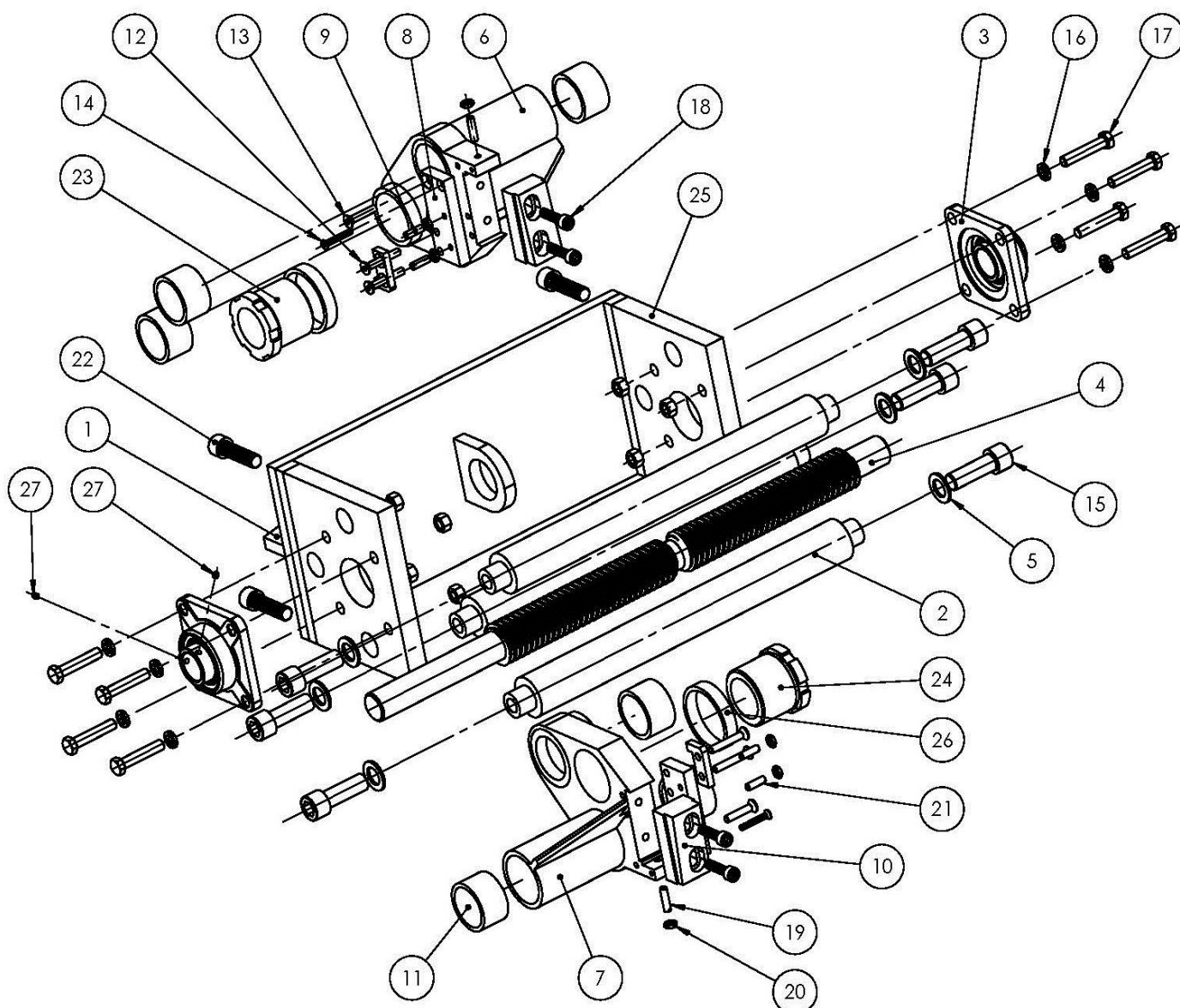
Le service maintenance a constaté que de nombreuses poussières et impuretés viennent se coller sur les cotés des porte-couteaux, au niveau du guidage sur les tiges.

On souhaite ajouter des joints racleur à la sortie des coussinets en bronze.

Q2	Elaboration gamme de démontage	DTR 5/11 ; DTR 7/11 DTR 9/11 ; DTR 10/11	Temps conseillé : 40 min	Barème : 47 points
----	--------------------------------	---	-----------------------------	--------------------

Q2-1 : Afin de réaliser la gamme de démontage, compléter les repères des pièces du Groupe cisaille sur l'éclaté ci-dessous :

/8



BAC PRO MEI	Code : 1406-MEI ST 11	Session 2014	CORRIGÉ
E1 - SOUS-ÉPREUVE E11	Durée : 4 h	Coefficient : 3	DC : 5/13

Q2-2 : Compléter les classes d'équivalence du groupe cisaille ci-dessous :

/13

Remarque : Les paliers Rep.3 et les vis Rep. 27 sont exclus des classes d'équivalence.

Certaines pièces existent en double et se retrouvent dans des classes d'équivalence différentes.

Bâti : $\{S1\} = \{ 1, 2_{(x3)}, 5_{(x6)}, 15_{(x6)}, 16_{(x8)}, 17_{(x8)}, 22_{(x4)}, 25_{(x2)} \}$

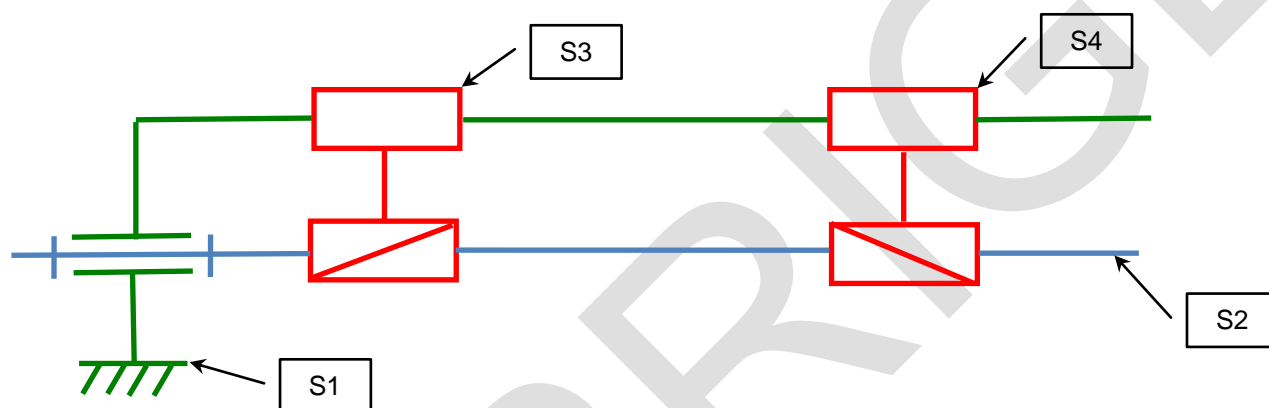
Vis double : $\{S2\} = \{ 4 \}$

Porte-couteau gauche : $\{S3\} = \{ 6, 8_{(x1)}, 9_{(x1)}, 10_{(x1)}, 11_{(x3)}, 12_{(x2)}, 13_{(x1)}, 14_{(x1)}, 18_{(x2)}, 19_{(x1)}, 20_{(x3)}, 21_{(x2)}, 23, 26_{(x1)} \}$

Porte-couteau droite : $\{S4\} = \{ 7, 8_{(x1)}, 9_{(x1)}, 10_{(x1)}, 11_{(x3)}, 12_{(x2)}, 13_{(x1)}, 14_{(x1)}, 18_{(x2)}, 19_{(x1)}, 20_{(x3)}, 21_{(x2)}, 24, 26_{(x1)} \}$

Q2-3 : Compléter le schéma cinématique du groupe cisaille :

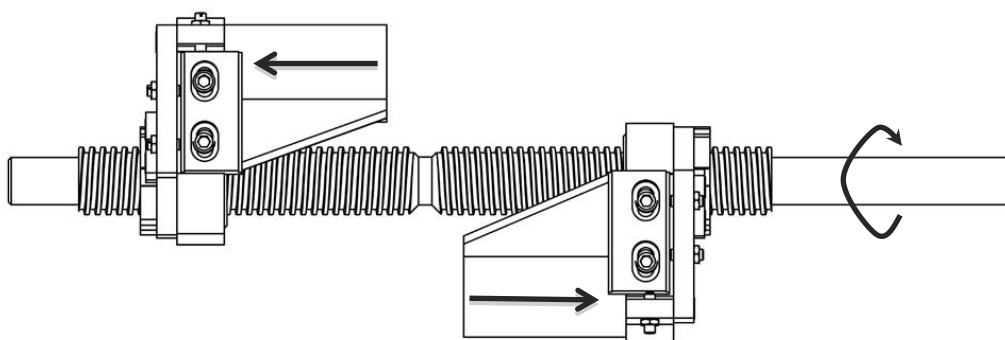
/8



Q2-4 : Sur le dessin de la vis double ci-dessous :

/4

- Lorsqu'on tourne la vis dans le sens de la flèche, indiquer le sens de déplacement des porte-couteaux par des flèches.



- Expliquer pourquoi on a choisi de réaliser la vis avec deux parties filetées inversées ?

Afin d'obtenir un déplacement des porte-couteaux à vitesses identiques et en sens opposés : lorsque le moteur tourne dans un sens, les porte-couteaux s'éloignent, puis en tournant dans l'autre sens, les porte-couteaux se rapprochent.

BAC PRO MEI	Code : 1406-MEI ST 11	Session 2014	CORRIGÉ
E1 - SOUS-ÉPREUVE E11	Durée : 4 h	Coefficient : 3	DC : 6/13

Q2-5 : Compléter la gamme de démontage ci-dessous qui va permettre le démontage des porte-couteaux afin de réaliser les modifications permettant l'insertion de joints racleurs ((on a limité la fin de la gamme à la dépose de l'ensemble porte-couteau Rep.7) :

Le groupe cisaille est déposé, le motoréducteur a été désaccouplé.

/14

Groupe cisaille		Outillage	Observations
1	27 _(x4)	Clé 6 pans mâle n°5	Desserrer les vis
2	22 _(x4)	Clé 6 pans mâle n°14	
3	15 _(x6) 5 _(x6)	Clé 6 pans mâle n°17	
4	25 _(x2) 3 _(x2) ; 16 _(x8) ; 17 _(x8)	Action manuelle	
5	2 _(x3)	Action manuelle	
6	7 24 ; 8 ; 9 ; 10 ; 11 _(x3) ; 12 _(x2) ; 13 14 ; 18 _(x2) ; 19 ; 20 _(x3) ; 21 _(x2) ; 26	Action manuelle	Tourner la vis 4
Pièces restantes			
6.1	20 _(x3)	Clé plate n°13	
6.2	19	Tournevis plat	
6.3	21 _(x2)	Tournevis plat	
6.4	18 _(x2) 10	Clé 6 pans mâle n°8	
6.5	12 _(x2) 9	Clé 6 pans mâle n°6	
6.6	13	Clé 6 pans mâle n°6	
6.7	14 8 _(x1)	Clé 6 pans mâle n°5	
6.8	24 26	Clé à ergot pour écrou à encoches latérales	
6.9	11 _(x3)	- Extracteur à pinces, prise par l'intérieur - Masse à inertie	
	7		

BAC PRO MEI	Code : 1406-MEI ST 11	Session 2014	CORRIGÉ
E1 - SOUS-ÉPREUVE E11	Durée : 4 h	Coefficient : 3	DC : 7/13

Q3	Modifications des porte-couteaux pour insérer les joints racleurs	DTR 3/11 ; DTR 4/11 DTR 9/11 ; DTR 10/11	Temps conseillé : 60 min	Barème : 34 points
----	---	---	-----------------------------	-----------------------

Suite aux études précédentes, on décide de modifier les porte-couteaux afin de permettre le montage de joints racleurs à la sortie des coussinets en bronze.

Q3-1 : A l'aide de la référence du joint racleur et du DTR 4/11, relever dans le tableau ci-dessous les 2 dimensions nécessaires à la réalisation des lamages permettant la mise en position des joints racleurs dans le porte-couteau. Relever également la tolérance de chaque cote :

/4

	ØD1	L1
Dimension	65	7
Tolérance	H8 ($0^{+0,046}$)	+0,5 0

Joint racleur
BECA 470
470 050 065 7

Q3-2 : Afin de contrôler l'usinage des lamages avant le remontage, calculer les valeurs MAXI et mini de chaque dimension :

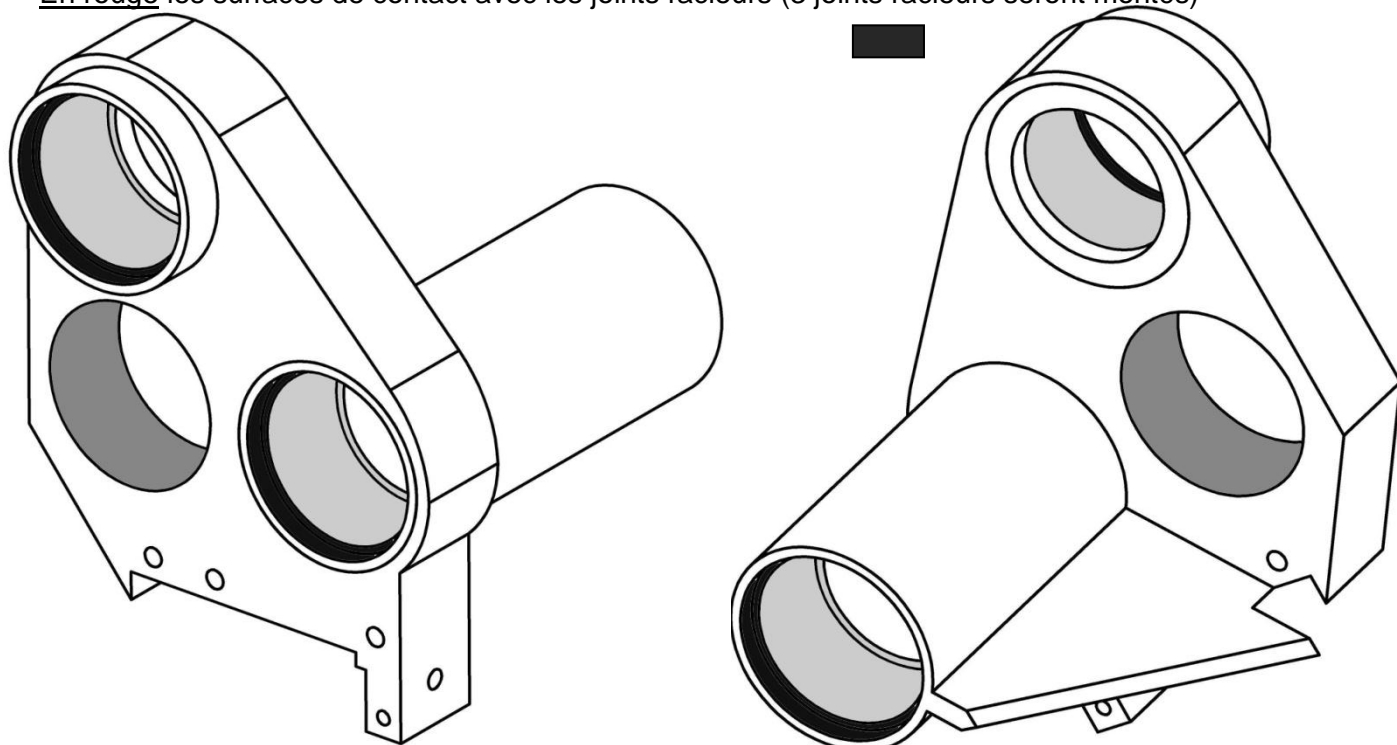
/8

	Calcul	Résultat
ØD1 MAXI	65 + 0,046	Ø65,046 mm
ØD1 mini	65 + 0	Ø65 mm
L1 MAXI	7 + 0,5	7,5 mm
L1 mini	7 + 0	7 mm

Q3-3 : Sur les vues ci-dessous du modèle 3D du porte-couteau modifié, colorier :

/6

- En jaune les surfaces permettant le montage de l'écrou
- En bleu les surfaces de contact avec les coussinets en bronze
- En rouge les surfaces de contact avec les joints racleurs (3 joints racleurs seront montés)

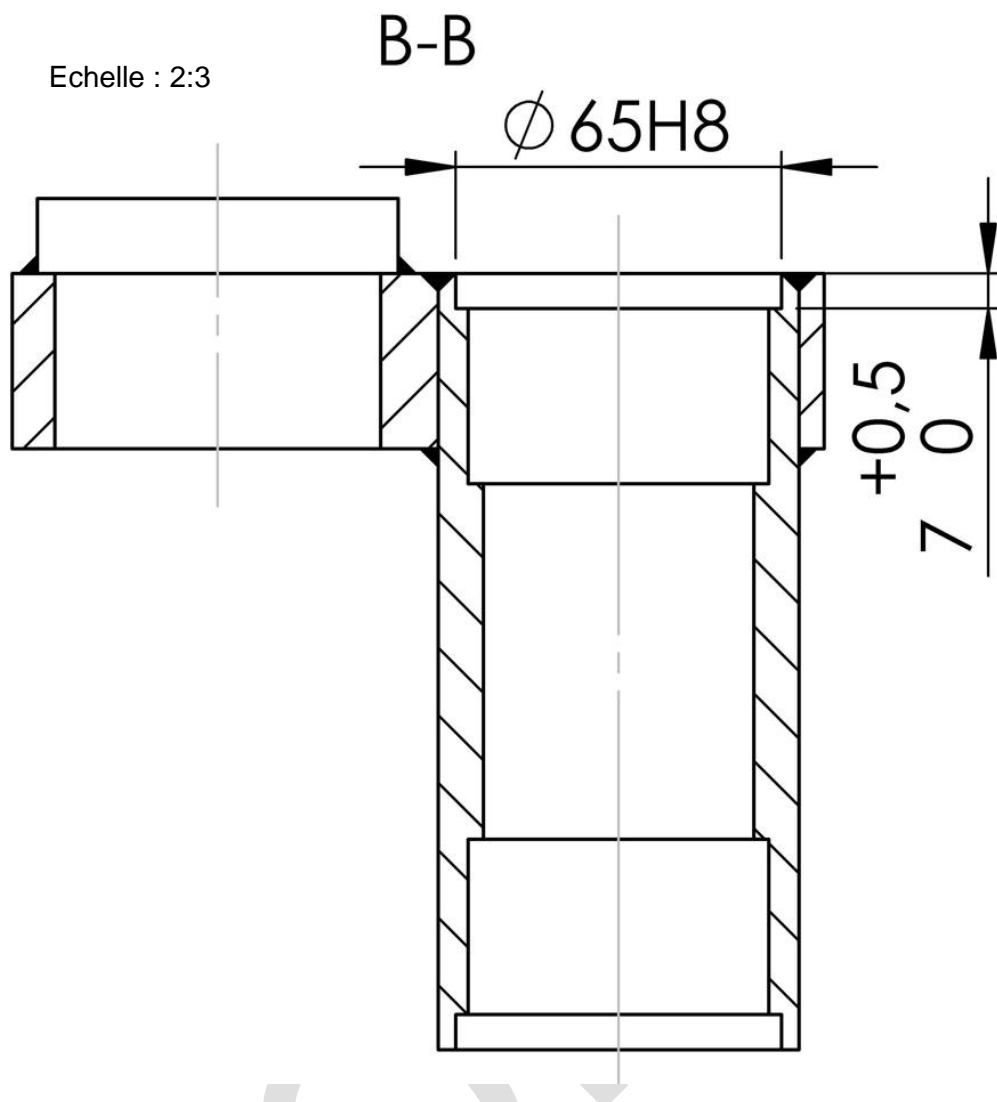


BAC PRO MEI	Code : 1406-MEI ST 11	Session 2014	CORRIGÉ
E1 - SOUS-ÉPREUVE E11	Durée : 4 h	Coefficient : 3	DC : 8/13

Q3-4 : : Compléter la vue en coupe B-B du porte-couteau modifié ci-contre en représentant les 2 lamages visibles dans lesquels seront insérés des joints racleurs.

/10

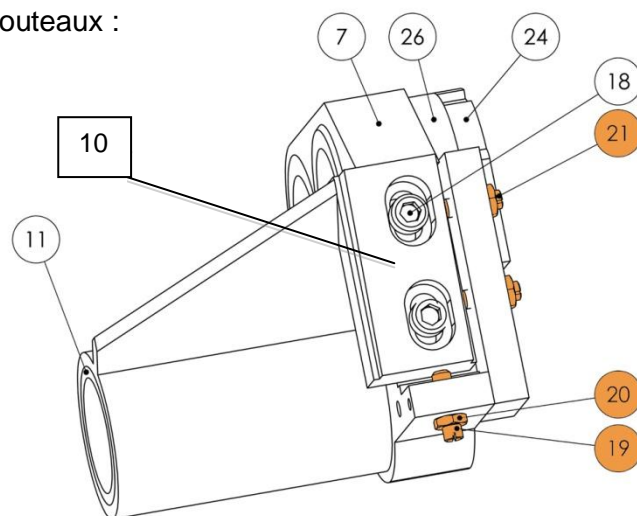
Inscrire les cotes tolérancées nécessaires à la réalisation du lamage permettant le montage des joints racleurs



Q3-5 : Après le remontage, on s'aperçoit que les couteaux se sont déplacés. Afin de procéder au réglage de la position des couteaux :

/6

- Sur la vue en perspective ci-contre, colorier en rouge les pièces (ainsi que leurs repères) sur lesquelles il faut agir pour positionner correctement le couteau.
- Quelles sont les pièces qui assurent le maintien en position du couteau sur ce porte-couteau Rep.7 ? (Repère, nombre, désignation)



Les 2 vis CHC M10-40 (Rep. 18)

BAC PRO MEI	Code : 1406-MEI ST 11	Session 2014	CORRIGÉ
E1 - SOUS-ÉPREUVE E11	Durée : 4 h	Coefficient : 3	DC : 9/13

PROBLEMATIQUE 3 :

Le service maintenance a constaté qu'un problème de coupe au niveau des couteaux revenait fréquemment dans l'historique des pannes. On se propose de vérifier si cet effort de coupe au niveau des couteaux est suffisant pour couper les 8 câbles en acier qui entourent l'Unit.

Q4	Vérification de l'effort de coupe des couteaux	DTR 7/11 DTR 8/11 DTR 9/11 DTR 10/11	Temps conseillé : 20 min	Barème : 15 points
----	--	---	-----------------------------	--------------------

Données :

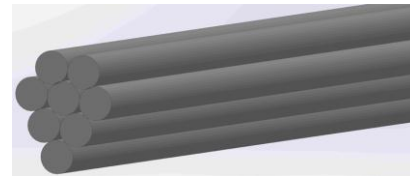
Fardelage composé de 8 câbles en acier C40 de diamètre 4 mm
Fréquence de rotation du moteur du groupe cisaille : $N_{\text{moteur}} = 1400 \text{ tr/min}$

Rapport de transmission du réducteur : $r_{\text{réducteur}} = \frac{1}{16,86}$

Rendement du motoréducteur : $\eta = 0,8$

Un calcul de résistance des matériaux a été effectué pour connaître la valeur de l'effort nécessaire pour couper les 8 câbles en acier du fardelage en une seule opération. Cet effort nécessaire est de 31163 N.

Formules : $P_{\text{sortie}} = P_{\text{moteur}} \times \eta$ avec P : La puissance en watt
 $P = C \times \omega$ avec C : Le couple en N.m et $\omega = \frac{\pi \times N}{30}$ en rad/s



Q4-1 : Calculer la fréquence de rotation à la sortie du réducteur :

$$N_{\text{sortie}} = N_{\text{moteur}} \times R = 1400 \times 1/16,86 = 83 \text{ tr/min}$$

/3

Q4-2 : Dans le Dossier Technique, relever la puissance du moteur :

$$P_{\text{moteur}} = 1,5 \text{ kW}$$

/3

Calculer la puissance à la sortie du réducteur :

$$P_{\text{sortie}} = P_{\text{moteur}} \times \eta = 1500 \times 0,8 = 1200 \text{ W}$$

Q4-3 : Calculer la vitesse angulaire en sortie :

$$\omega_{\text{sortie}} = \pi \times N_{\text{sortie}} / 30 = \pi \times 83 / 30 = 8,7 \text{ rad/s}$$

Calculer le couple à la sortie du réducteur :

$$C_{\text{sortie}} = P_{\text{sortie}} / \omega_{\text{sortie}} = 1200/8,69 = 138 \text{ N.m}$$

/3

Q4-4 : A l'aide de la formule suivante, calculer l'effort tangentiel de coupe au niveau des couteaux :

$$F = \frac{2 \times \pi \times C \times \eta}{\text{Pas}}$$

avec : F : Force de translation d'une vis en N
 C : Couple appliqué sur la vis en N.m (on prendra une valeur de couple de 140 N.m)
 Pas : Pas du filetage de la vis en mètre
 η : Rendement de la transmission par vis (60%)

/4

$$F = 2\pi \cdot C \cdot R / \text{pas} = (2\pi \times 140 \times 0,6) / 0,008 = 65973 \text{ N}$$

Q4-5 : L'effort obtenu est-il suffisant (Argumenter) ?

65973 > 31163 donc oui, l'effort obtenu est suffisant pour couper les fils

/2

BAC PRO MEI	Code : 1406-MEI ST 11	Session 2014	CORRIGÉ
E1 - SOUS-ÉPREUVE E11	Durée : 4 h	Coefficient : 3	DC : 10/13

PROBLEMATIQUE 4 :

Le service maintenance a constaté que les vérins de soulèvement du convoyeur d'entrée fonctionnent « par à-coups », on va vérifier que les vérins actuels peuvent fournir l'effort nécessaire.

Q5	Analyse statique	DTR 2/11 DTR 8/11	Temps conseillé : 50 min	Barème : 52 points
----	------------------	-------------------	-----------------------------	--------------------

Formules : $P = m \times g$ (avec $g = 9,81 \text{ m/s}^2$)

Résistance des matériaux : $R_g = \frac{R_r}{2}$

$$R_{pg} = \frac{R_g}{k}$$

$$\tau = \frac{T}{S}$$

avec P : Le poids en N
 m : La masse en kg

avec R_g : La résistance au glissement en MPa

R_r : La résistance à la rupture en MPa

avec R_{pg} : La résistance pratique au glissement en MPa

k : Le facteur de sécurité

avec τ : La contrainte en MPa

T : L'effort tangentiel en N

S : La surface en mm^2

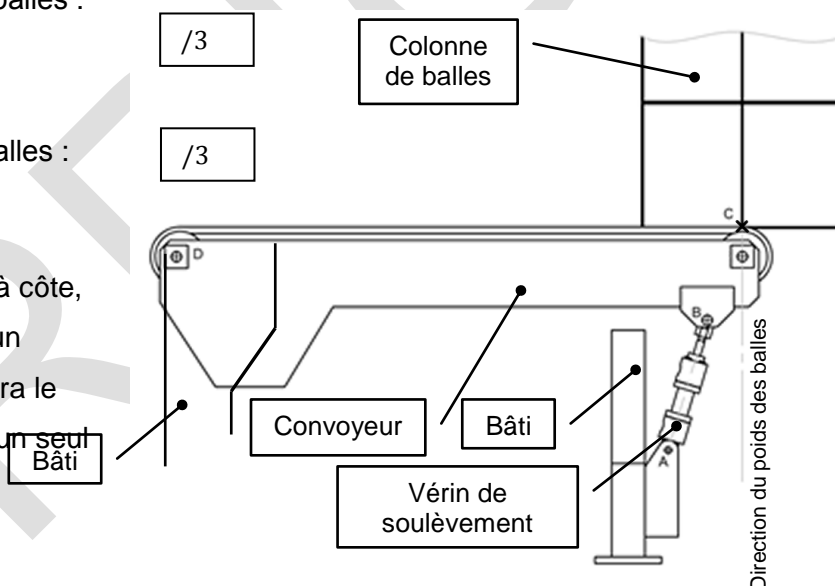
Q5-1 : Calculer la masse d'une colonne de balles :

$$M = 250 \times 4 = 1000 \text{ kg}$$

Q5-2 : Calculer le poids d'une colonne de balles :

$$P = M \times g = 1000 \times 9,81 = 9810 \text{ N}$$

Les deux vérins de soulèvement étant côte à côte, parfaitement alignés, on va se placer dans un problème plan. Pour les calculs, on simplifiera le système en remplaçant les deux vérins par un seul vérin dans le plan.

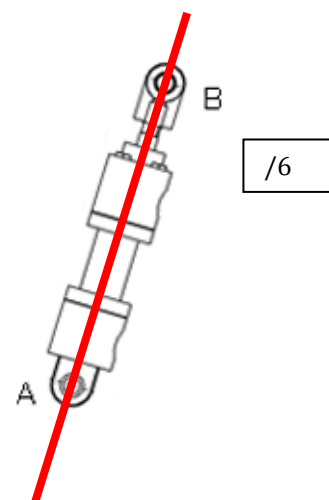


Q5-3 : Isolement de l'ensemble vérin :

Bilan des actions. (On néglige le poids du vérin)

Tracer en rouge sur le schéma du vérin ci-contre les directions de chaque action. Compléter le tableau suivant :

Action	Point d'application	Direction	Sens	Intensité
$A_{\text{Bâti/Vérin}}$	A	(AB)	?	?
$B_{\text{Convoyeur/Vérin}}$	B	(AB)	?	?



BAC PRO MEI	Code : 1406-MEI ST 11	Session 2014	CORRIGÉ
E1 - SOUS-ÉPREUVE E11	Durée : 4 h	Coefficient : 3	DC : 11/13

Q5-4 : Isolement de l'ensemble convoyeur d'entrée :

/14

Bilan des actions. (On néglige le poids du vérin)

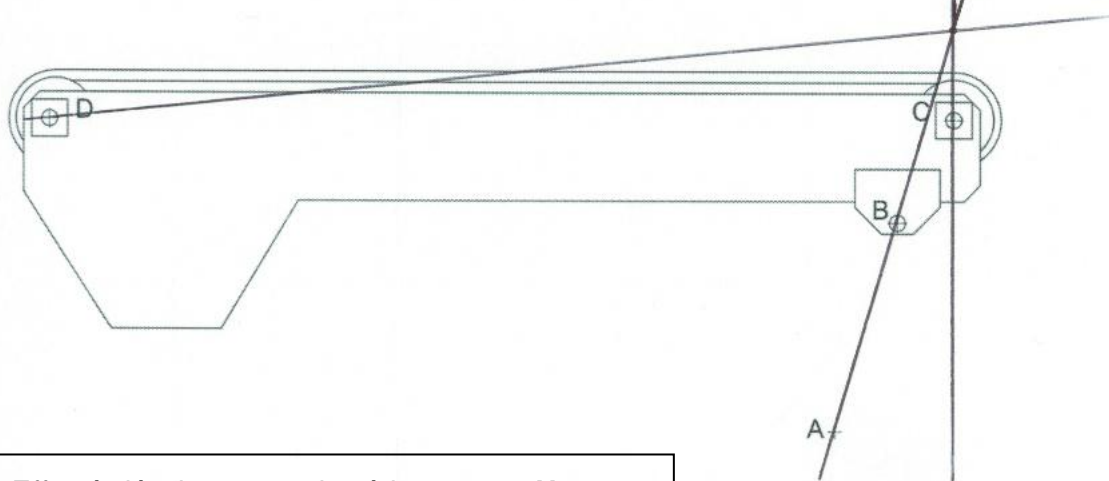
Compléter le tableau suivant :

Action	Point d'application	Direction	Sens	Intensité
$\vec{P}_{colonne}$	C	verticale	↓	9810 N
$\vec{B}_{vérin/convoyeur}$	B	(AB)	?	?
$\vec{D}_{Bât/Convoyeur}$	D	?	?	?

Déterminer graphiquement l'effort au point B

On prendra une échelle : 1mm == 200N

49 ← 9810N
53 → 10600 N



Effort à développer par le vérin : **10 600 N**

BAC PRO MEI	Code : 1406-MEI ST 11	Session 2014	CORRIGÉ
E1 - SOUS-ÉPREUVE E11	Durée : 4 h	Coefficient : 3	DC : 12/13

Q5-5 : Calcul de l'effort exercé dans le vérin de soulèvement :

/6

- Quel déplacement effectue la tige du vérin pour soulever le convoyeur ? (Entourer la bonne réponse)

La tige rentre

La tige sort

- Calculer la section du piston soumise à la pression pour soulever le convoyeur :

$$S = \pi \times 20^2 = 1256,6 \text{ mm}^2$$

- Afin de vérifier que le régulateur de pression est bien réglé, calculer la pression nécessaire pour obtenir l'effort souhaité (on prendra $F = 6000 \text{ N}$) :

$$P = F/S = 6000/1256,6 = 4,77 \text{ MPa}$$

Q5-6 : On va vérifier la résistance de l'axe au niveau de la liaison bâti - vérin.

/20

Données :

L'effort maxi transmis par le vérin est de 6000N

L'axe est en S275 et à un diamètre de 20 mm

Le facteur de sécurité est : $k = 5$.

Nuances	Rr (MPa)	Re (MPa)	E (MPa)
S185	290	185	190000
S235	340	235	190000
S275	410	275	190000
S355	490	355	190000

Donner le type de sollicitation que supporte l'axe :

Cisaillement

Calculer la résistance élastique au glissement pour cet acier :

$$R_g = R_r/2 = 410/2 = 205 \text{ MPa}$$

Calculer la résistance pratique au glissement :

$$R_{pg} = R_g / k = 205 / 5 = 41 \text{ MPa}$$

Condition de résistance : $\tau \leq R_{pg}$

Sur le dessin ci-contre, tracer les sections cisillées en rouge :

Donner le nombre de sections cisillées : $n = 2$

Calculer la section minimale pouvant supporter la sollicitation :

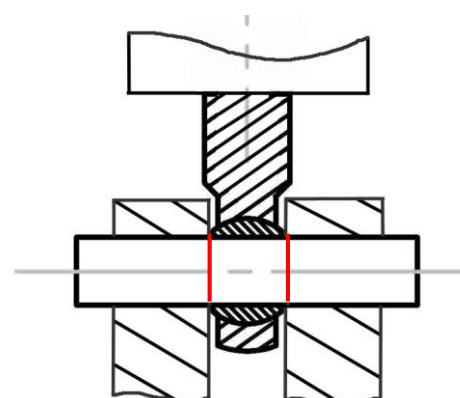
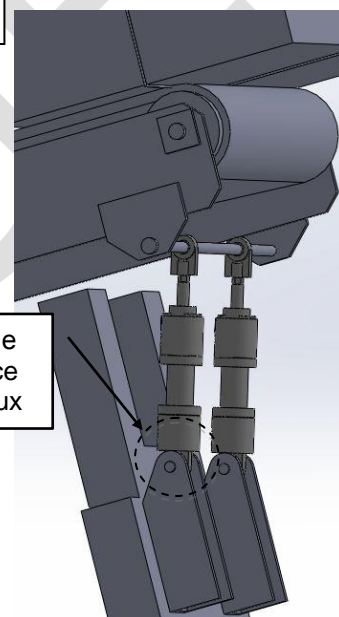
$$S_{\min} = T/\tau_{\text{MAXI}} = 6000/41 = 146,34 \text{ mm}^2$$

En déduire le diamètre minimal pouvant supporter la sollicitation :

$$d_{\min} = \sqrt{\frac{S \times 4}{\pi}} = 13,65 \text{ mm} \dots\dots\dots$$

Est-ce que l'axe actuel pourra supporter la sollicitation ? (Argumenter)

Oui, l'axe est conforme et résistera à la sollicitation car il a un diamètre de 20 mm, supérieur à 13,65 mm.



BAC PRO MEI	Code : 1406-MEI ST 11	Session 2014	CORRIGÉ
E1 - SOUS-ÉPREUVE E11	Durée : 4 h	Coefficient : 3	DC : 13/13