

ELEMENTS DE REPONSES

LE CORRECTEUR EST TENU DE PRENDRE EN CONSIDERATION LES EXPRESSIONS CORRECTES ET LES INCERTITUDES DE CALCUL DU CANDIDAT

GRILLE DE NOTATION :

TOTAL :/80 POINTS

Situation d'évaluation 1		
Tâche	Question	Note
11	a	4 pts
	b	2,25 pts
	c	2 pts
	d	1 pt
	e	1,75 pt
12	a	3,75 pts
	b	2,25 pts
13	a	1,5 pt
	b	1 pt
	c	2 pts
Total : 21,5 pts		

Situation d'évaluation 2		
Tâche	Question	Note
21	a	1 pt
	b	1,25 pt
	c	0,75 pt
	d	1,5 pt
	e	1,5 pt
	f	1 pt
	g	1 pt
22	a	0,5 pt
	b	0,5 pt
	c	1 pt
	d	1 pt
	e	0,5 pt
23	a	1 pt
	b	1 pt
	c	0,5 pt
	d	0,5 pt
	e	0,5 pt
	f	1 pt
Total : 16 pts		

Situation d'évaluation 3		
Tâche	Question	Note
31	a	1,5 pt
	b	1 pt
	c	1 pt
32	a	2 pts
	b	4,5 pts
	c	1,5 pt
33	a	4 pts
	b	1 pt
	c	6 pts
	d	4 pts
	e	1,5 pt
	f	4 pts
34	a	3 pts
	b	7,5 pts
Total : 42,5 pts		

DOCUMENTS REPONSES (DREP)

Situation d'évaluation 1 :

Tâche 11 : Compréhension et analyse des solutions constructives retenues.

4 pts

a. Compléter, en se référant au dessin d'ensemble du mécanisme de traction **DRES** (Annexes 5 et 6), le diagramme F.A.S.T partiel (page 3/23) :

8×0,5 pt



Déplacer
suivant l'axe
 $\vec{Oy}$, la benne
chargée en
agrégat vers
le malaxeur
(phase de
montée)

Transmettre la
puissance
mécanique de
rotation de
l'arbre moteur
au pignon
conique **25**

Etablir une liaison complète
démontable entre l'arbre
moteur et la vis sans fin **21**

Guider en rotation la vis sans fin
21 par rapport au corps **7**

**Etablir une liaison complète
démontable entre l'arbre 15
et la roue dentée 22**

Guider en rotation l'arbre **15** par
rapport au corps **7**

**Etablir une liaison complète
démontable entre l'arbre 15
et le pignon conique 25**

Accouplement
(non représenté)

Deux roulements à billes
à contact radial **63** et **64**
DREP (page 8/23)

Clavette parallèle **20**
et les deux entretoises **5**

**Deux roulements à billes
à contact radial 4 et 6**

(Appui plan + centrage court :
25/15) + Clavette **2** + rondelle
plate + rondelle Grower + vis H

(Appui plan + centrage court :
36/26) + quatre vis **37**

Transmettre la
puissance
mécanique de
rotation du
pignon conique
25 à l'arbre **40**

Etablir une liaison complète
démontable entre la roue
conique **26** et le plateau **36**

Guider en rotation le plateau **36**
par rapport à l'arbre **40**

Guider en translation les disques
38 par rapport à la roue **26**

**Guider en translation les
disques 39 par rapport à
l'arbre 40**

Assurer et maintenir le contact
entre les disques **38** et **39**

Etablir une liaison complète
démontable entre l'arbre **40** et
le support de tambour **32**

**Etablir une liaison complète
démontable entre le support
de tambour 32 et le tambour 31**

Coussinet 35

Cannelures : disques **38**
et roue conique **26**

Cannelures : arbre **40**
et disques **39**

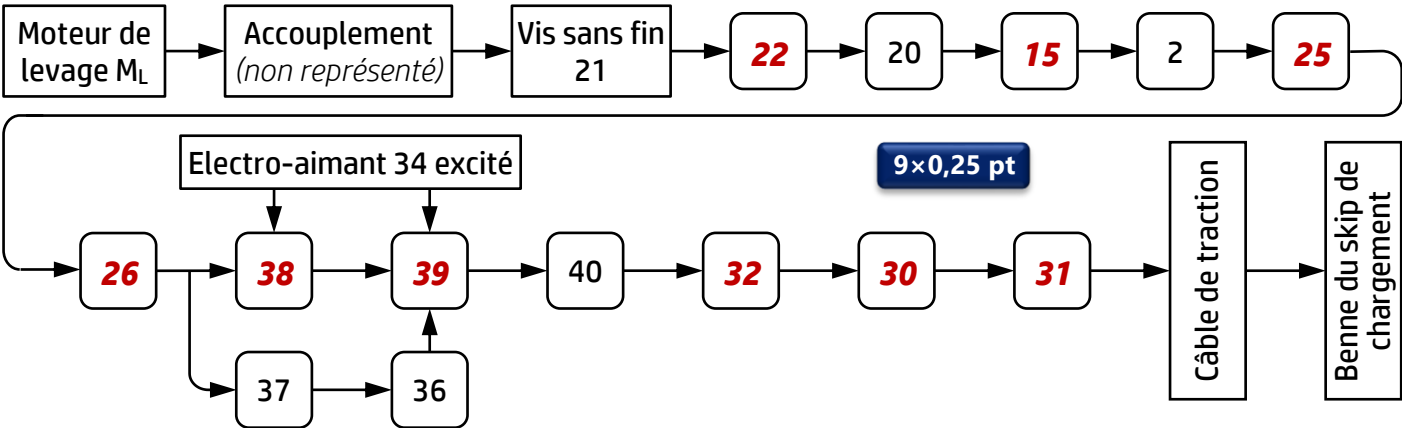
Electro-aimant 34

**Cannelures
+ rondelle plate 27
+ rondelle Grower 29
+ vis 28**

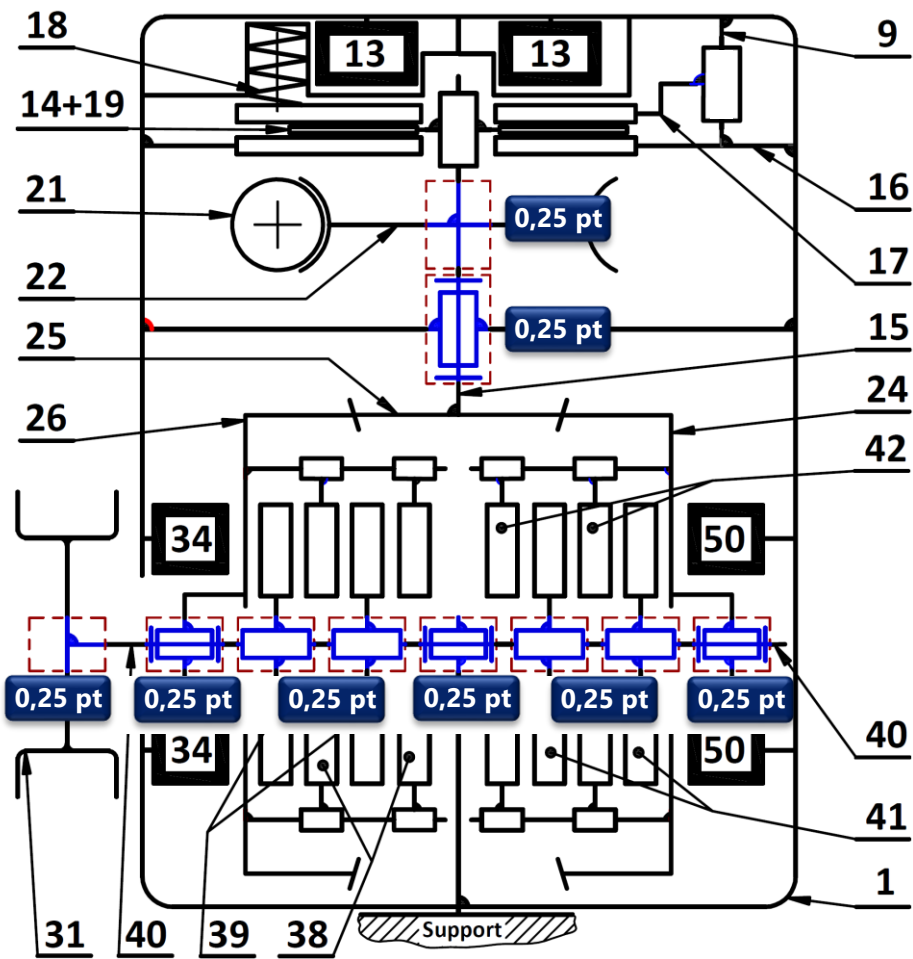
(Appui plan + Centrage court :
31/32) + Six vis **30**

Transmettre la
puissance
mécanique de
l'arbre **40** au
tambour **31**

2.25 pts	b. Compléter le schéma synoptique par les repères des éléments du mécanisme de traction DRES (Annexe 5) permettant de transmettre la puissance mécanique du moteur de levage à la benne du skip de chargement en phase de « montée » :	
----------	---	--



2 pts	c. Compléter, par les symboles normalisés des liaisons mécaniques, le schéma cinématique minimal du mécanisme de traction (page 5/23) :	
-------	---	--



1 pt

d. Spécifier, d'après les hachures, le type de matériau des pièces repérées, voir DRES (Annexe 5) :



4×0,25 pt

Repère	Type de matériau
7	Métaux et alliages légers (aluminium, ...)
19	Matériaux de friction (Ferodo, garniture, ...)

Repère	Type de matériau
22	Cuivre et ses alliages
26	Alliages ferreux (aciers, ...)

1.75 pt

e. Compléter, en se référant aux DRES (Annexes 5 et 6), le tableau suivant par la désignation et la fonction des éléments repérés :



7×0,25 pt

Repère	Désignation	Fonction
13	Electro-aimant (bobine)	Agir, quand il est excité, sur le plateau 17 par une force électromagnétique afin de libérer le freinage du mécanisme
23	Pied, pige ou goupille de centrage	Centrer le corps 7 par rapport au bâti 1
45	Goupille cannelée	Etablir une liaison complète entre la bague 46 et l'arbre 40
49 + 48	Ecrou à encoches et rondelle frein	Assurer la fonction freinage, en bloquant axialement la bague intérieure du roulement 47 / l'arbre 40
Les quatre lumières circulaires réalisées dans le plateau d'embrayage de descente 43		Laisser passer le flux magnétique généré par l'électroaimant 50 pour attirer les disques 41 et 42

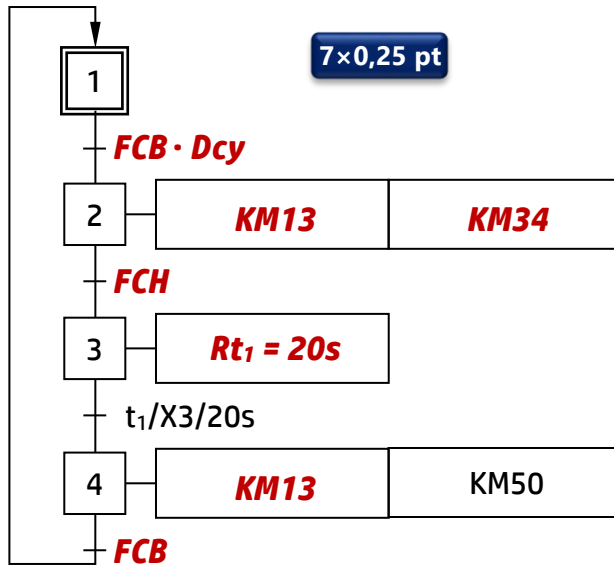
Tâche 12 : Etude partielle de l'automatisme de déplacement de la benne du Skip de chargement de la centrale à béton.

3.75 pts

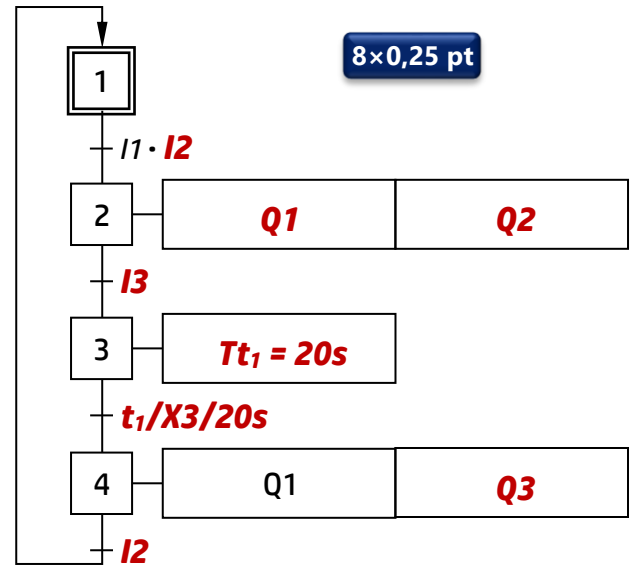
a. Compléter, en se référant au DRES (Annexe 7), le grafctet partiel :



- de point de vue **partie commande** :

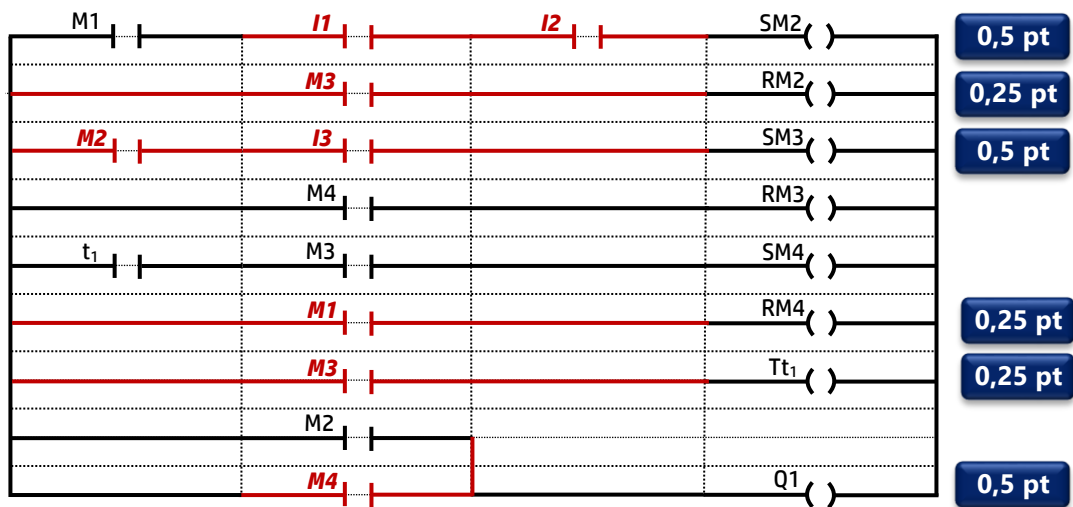


- de point de vue **API** :



2.25 pts

b. Compléter le programme suivant en langage Ladder, relatif à l'API, du déplacement de la benne du skip de chargement de l'étape 2 à l'étape 4 (de M2 à M4) et des sorties indiquées (Tt₁ et Q1) :



Tâche 13 : Conception d'une solution constructive.

1.5 pt

a. Compléter le montage des deux roulements 63 et 64 tout en représentant les arrêts latéraux nécessaires sur leurs bagues intérieures :



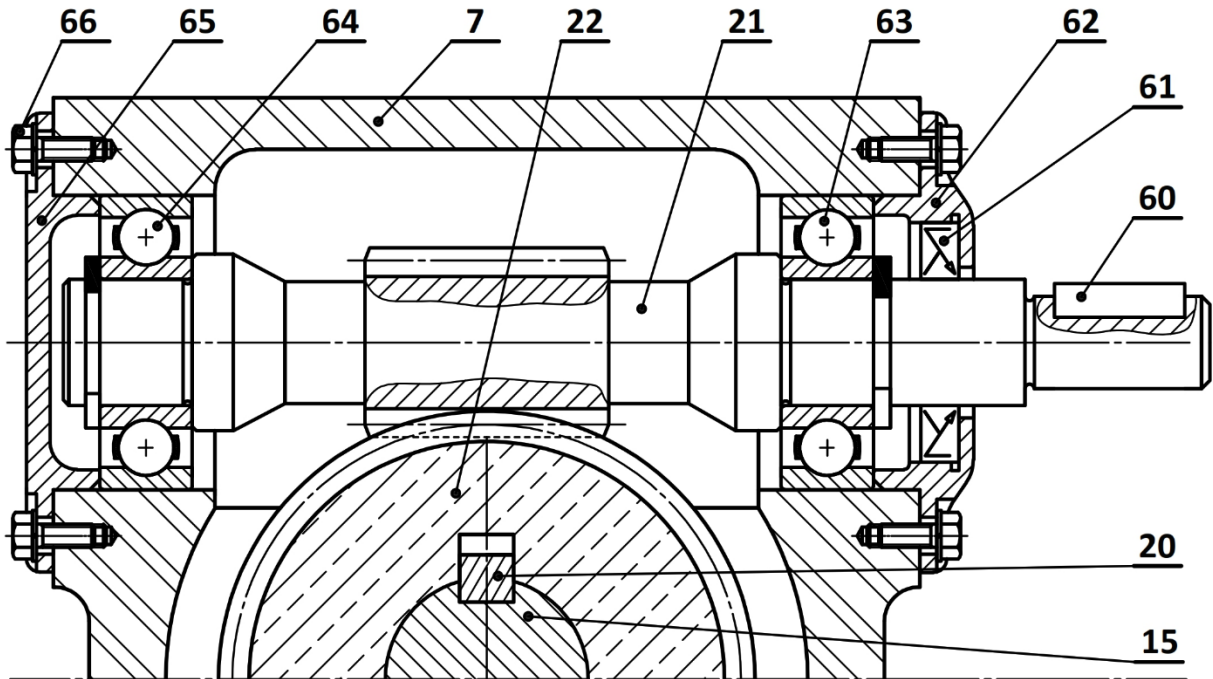
1 pt

b. Compléter le dessin du couvercle 65 assurant l'arrêt latéral de la bague extérieure du roulement 64 :



2 pts

c. Compléter le dessin du couvercle 62 assurant le montage correct du joint à lèvres 61 et l'arrêt latéral de la bague extérieure du roulement 63 :



Situation d'évaluation 2 :

Tâche 21 : Choix optimal du moteur électrique actionnant le mécanisme de traction.

Se référer aux DRES (Annexes 5, 6 et 8)

1 pt

a. Ecrire l'équation vectorielle de l'équilibre dynamique appliqué à la benne chargée (de masse M) pendant son mouvement de montée suivant l'axe $\vec{Oy}$:



$$\overrightarrow{M \cdot g} + \overrightarrow{F_A} + \overrightarrow{F_B} + \overrightarrow{F_C} = M \cdot \overrightarrow{a_G}$$

1.25 pt

b. Projeter l'équation vectorielle de l'équilibre dynamique sur l'axe $\vec{Oy}$ et en déduire l'intensité F_C (en N) de l'effort de traction :



$$F_C - M \cdot g \cdot \cos\alpha = M \cdot a_G \Leftrightarrow F_C = M \cdot g \cdot \cos\alpha + M \cdot a_G$$

$$F_C = 900 \times 10 \times \cos 15^\circ + 900 \times 0,85 = 9458,33 \text{ N}$$

Formule : 1 pt
A. N. : 0,25 pt

0.75 pt

c. Vérifier que la puissance utile développée au niveau du tambour d'enroulement 31 est $P_u = 5107,49 \text{ W}$:



$$P_u = F_c \cdot V_t = 9458,33 \times 0,54 = 5107,49 \text{ W}$$

Formule : 0,5 pt
A. N. : 0,25 pt

1.5 pt

d. Calculer la vitesse de rotation ω_{31} (en rad/s) du tambour 31 d'enroulement, sachant que son diamètre maximal $d_{31} = 180 \text{ mm}$ et en déduire sa fréquence de rotation N_{31} (en tr/min) :



$$V_t = \omega_{31} \cdot \frac{d_{31}}{2} \Leftrightarrow \omega_{31} = \frac{2 \cdot V_t}{d_{31}} = \frac{2 \times 0,54}{180 \times 10^{-3}} = 6 \text{ rad/s}$$

Formule : 0,5 pt
A. N. : 0,25 pt

$$\omega_{31} = \frac{2 \cdot \pi \cdot N_{31}}{60} \Leftrightarrow N_{31} = \frac{60 \cdot \omega_{31}}{2\pi} = \frac{60 \times 6}{2\pi} = 57,29 \text{ tr/min}$$

Formule : 0,5 pt
A. N. : 0,25 pt

1.5 pt

e. Déterminer le rapport de réduction global $k = N_{31}/N_{21}$ et en déduire la fréquence de rotation N_{21} (en tr/min) de l'arbre moteur :
Prendre $N_{31} = N_{26} = 57,3 \text{ tr/min}$.



$$k = \frac{N_{31}}{N_{21}} = \frac{N_{26}}{N_{21}} = \frac{Z_{21} \cdot Z_{25}}{Z_{22} \cdot Z_{26}} = \frac{2 \times 24}{40 \times 60} = \frac{1}{50} = 0,02$$

Formule : 0,5 pt
A. N. : 0,25 pt

$$N_{21} = \frac{N_{31}}{k} = \frac{57,3}{0,02} = 2865 \text{ tr/min}$$

Formule : 0,5 pt
A. N. : 0,25 pt

1 pt

f. Calculer le rendement global η_g de la chaîne de transmission de puissance et en déduire la puissance mécanique P_m (en kW) du moteur électrique :



$$\eta_g = \eta_1 \cdot \eta_2 = 0,93 \times 1 = 0,93$$

Formule : 0,25 pt
A. N. : 0,25 pt

$$\eta_g = \frac{P_u}{P_m} \Leftrightarrow P_m = \frac{P_u}{\eta_g} = \frac{5107,49}{0,93} = 5491,92 \text{ W} = 5,49 \text{ kW}$$

Formule : 0,25 pt
A. N. : 0,25 pt

1 pt

g. Choisir, en se référant au tableau des moteurs électriques triphasés pour convoyeurs DRES (Annexe 8), le moteur optimal convenable :



4×0,25 pt

Référence	Puissance P_m (en kW)	Fréquence de rotation N_m (en tr/min)	Couple moteur C_m (en N·m)
BADA 132 MA2/6	5,5	2870	18,30

Tâche 22 : Validation de l'électro-aimant 34 de l'embrayage de montée :

Se référer aux DRES (Annexes 5, 6, 8 et 9)

0.5 pt	a. Citer le nom de cet embrayage (préciser la nature des surfaces de contact et la commande) :	
--------	--	---

Embrayage à friction (à disques) à surfaces planes à commande électro-magnétique

0.5 pt	b. Quel est le nombre de contacts entre les surfaces de friction des disques de cet embrayage ?	
--------	---	--

Le nombre de contact entre les surfaces de contacts des disques est $n = 4$

Pour la suite des calculs, utiliser les caractéristiques du moteur « **BADA 132 MA2/6** » DRES (Annexe 8)

1 pt	c. Exprimer le couple transmissible par l'embrayage C_{40} , en tenant compte du rendement global η_g et du rapport de transmission $k = N_{26}/N_{21}$, et vérifier que $C_{40} = 850,95 \text{ N·m}$:	
------	--	---

$$k = \frac{N_{26}}{N_{21}} = \frac{1}{50} = 0,02 \quad \eta_g = \eta_1 \times \eta_2 = 0,93$$

$$\eta_g = \frac{P_{40}}{P_{21}} = \frac{C_{40}}{C_m} \times \frac{\omega_{40}}{\omega_{21}} = \frac{C_{40}}{C_m} \times k \Leftrightarrow C_{40} = C_m \times \eta_g \times \frac{1}{k}$$

0,75 pt

$$C_{40} = C_m \times \eta_g \times \frac{1}{k} = 18,30 \times 0,93 \times \frac{1}{0,02} = 850,95 \text{ N·m}$$

0,25 pt

1 pt	d. Calculer l'effort presseur F_p (en N) assurant le couple transmissible par l'embrayage :	
------	---	---

$$C_{40} = \frac{2}{3} \times n \cdot f \cdot F_P \cdot \frac{(R_e^3 - R_i^3)}{(R_e^2 - R_i^2)} \Leftrightarrow F_P = \frac{3}{2} \times \frac{C_{40}}{n \cdot f} \times \frac{(R_e^2 - R_i^2)}{(R_e^3 - R_i^3)}$$

$$= \frac{3 \times 850,95}{2 \times 4 \times 0,3} \times \frac{(60^2 - 30^2)}{(60^3 - 30^3) \times 10^{-3}} = 15195,53 \text{ N}$$

Formule : 0,75 pt
A. N. : 0,25 pt

OU BIEN :

$$C_{40} = n \cdot f \cdot R_{moy} \cdot F_P \Leftrightarrow F_P = \frac{C_{40}}{n \cdot f \cdot R_{moy}} = \frac{2 \times 850,95}{4 \times 0,3 \times (60 + 30) \times 10^{-3}} = 15758,33 \text{ N}$$

0.5 pt

e. Comparer F_P avec F_{34} et conclure sur la validité de l'électro-aimant 34 :



$F_P < F_{34}$ donc l'électro-aimant est valide.

Tâche 23 : Vérification de la condition de résistance du câble de traction.

Se référer au DRES (Annexe 9)

1 pt

a. Déterminer la section S_f (en mm^2) d'un seul fil du câble et en déduire la section S_c (en mm^2) du câble :



$$S_f = \frac{\pi \cdot d_f^2}{4} = \frac{\pi \times 2^2}{4} = \pi = 3,14 \text{ mm}^2$$

Formule : 0,25 pt
A. N. : 0,25 pt

$$S_c = 19 \times S_f = 19 \times \pi = 59,69 \text{ mm}^2$$

Formule : 0,25 pt
A. N. : 0,25 pt

1 pt

b. Calculer la contrainte normale de traction σ_t (en N/mm^2) dans une section droite du câble :
Pour l'effort normal de traction, prendre $F_c = 9460 \text{ N}$



$$\sigma_t = \frac{F_c}{S_c} = \frac{9460}{19 \times \pi} = 158,48 \text{ N/mm}^2$$

Formule : 0,5 pt
A. N. : 0,5 pt

0.5 pt

c. Calculer la contrainte due à l'incurvation du câble sur le tambour σ_i (en N/mm^2) :



$$\sigma_i = 0,8 \times E \times \frac{d_f}{d_{31}} = 0,8 \times 12 \times 10^4 \times \frac{2}{180} = 1066,66 \text{ N/mm}^2$$

Formule : 0,25 pt
A. N. : 0,25 pt

0.5 pt	d. Déduire la contrainte globale σ_g (en N/mm^2) dans une section droite du câble :	
--------	---	---

$$\sigma_g = \sigma_t + \sigma_i = 158,48 + 1066,66 = 1225,14 \text{ N/mm}^2$$

Formule : 0,25 pt
A. N. : 0,25 pt

0.5 pt	e. Calculer la contrainte admissible σ_{adm} (en N/mm^2) :	
--------	--	---

$$\sigma_{adm} = 0,85 \times \frac{R_r}{s} \Leftrightarrow \sigma_{adm} = 0,85 \times \frac{19600}{10} = 1666 \text{ N/mm}^2$$

Formule : 0,25 pt
A. N. : 0,25 pt

1 pt	f. Vérifier la condition de résistance du câble de traction et conclure :	
------	---	--

$$\sigma_g = \sigma_t + \sigma_i = 1225,14 \text{ N/mm}^2 \leq \sigma_{adm}$$

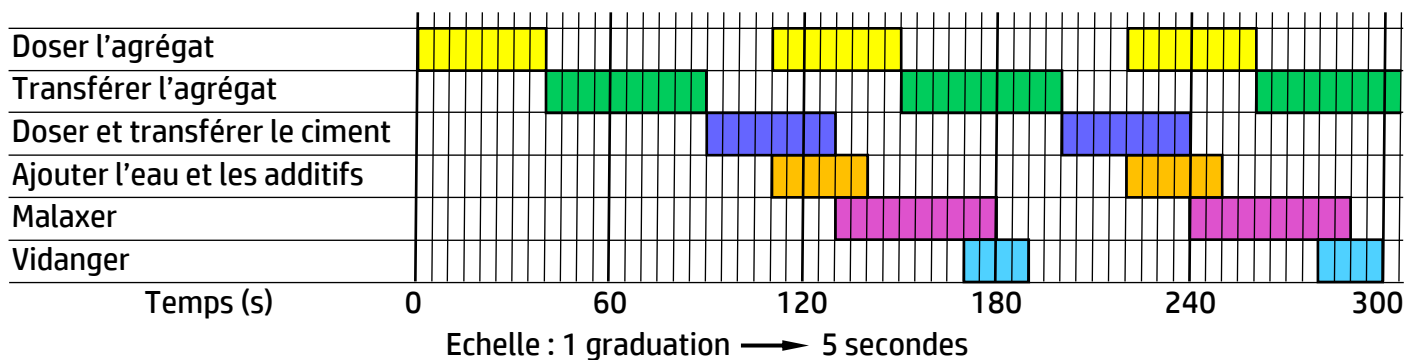
0,5 pt

La condition de résistance du câble de traction est Vérifiée. 0,5 pt

Situation d'évaluation 3 :

Tâche 31 : Outils de la gestion de production.

Diagramme de Gantt du cycle de préparation du béton



1.5 pt

a. Compléter le tableau suivant par la durée (en s) de chaque tâche :



6×0,25 pt

Tâches	Doser l'agrégat	Transférer l'agrégat	Doser et transférer le ciment	Ajouter l'eau et les additifs	Malaxer	Vidanger
Durée (s)	40	50	40	30	50	20

1 pt

b. Donner la durée (en s) du premier cycle de préparation du béton :

**190 s**

1 pt

c. Donner la durée d'attente (en s) entre deux cycles de préparation du béton :

**110 s****Tâche 32 : Analyse du dessin de définition.**

2 pts

a. Identifier et expliciter la désignation du matériau du support de tambour 32 :

**E360 : acier de construction mécanique**

1 pt

dont la limite minimale apparente d'élasticité est égale à 360 MPa.

1 pt

4.5 pts

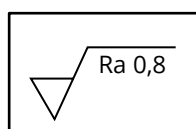
b. Compléter le tableau suivant :

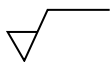


9×0,5 pt

Spécification	Nom	Type de tolérance	Elément(s) de référence
D2 $\perp$ Ø0,04 F2	Perpendicularité	Orientation	F2
D2 $\odot$ Ø0,04 D4	Coaxialité	Position	D4
A $\oplus$ Ø0,4 F2 D4 R	Localisation	Position	F2, D4, R

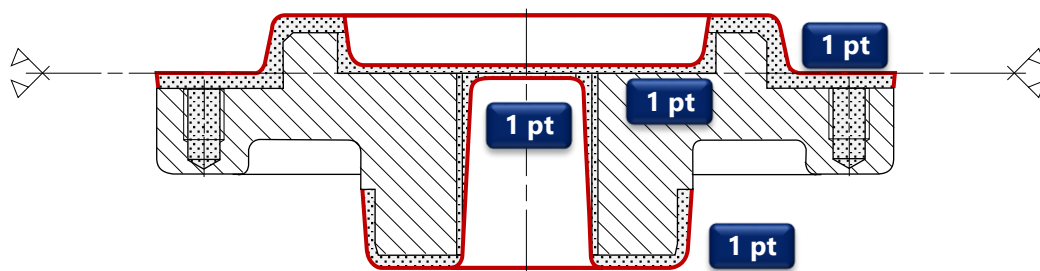
1.5 pt	c. Expliquer la désignation suivante :	
--------	--	---



-  : **Symbole de rugosité** 0,5 pt
- Ra 0,8 : **Ecart moyen arithmétique Ra = 0,8 μm** 1 pt
(Etat de surface de limite supérieure 0,8 μm)

Tâche 33 : Etude partielle de la phase 10 du support de tambour 32 DRES (annexe 10).

4 pts	a. Dessiner le brut capable en indiquant les surépaisseurs d'usinage, les arrondis et les dépouilles sachant que l'avant-trou brut du cylindre D2 provient de l'estampage :	
-------	---	---



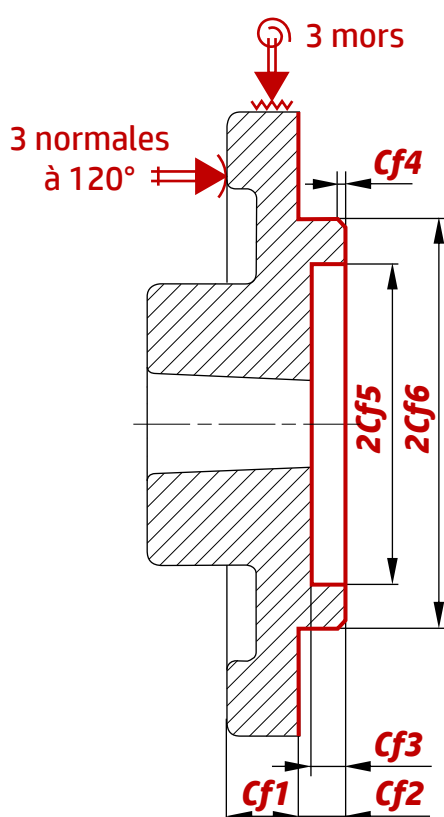
1 pt	b. Quelle est la différence entre l'estampage et le matriçage de point de vue matière d'œuvre ?	
------	---	---

L'estampage est réservé aux alliages ferreux (aciers) alors que le matriçage est réservé aux métaux et alliages légers.

6 pts

c. Mettre en place sur le croquis de la phase 10 (DREP page 20/23) relatif au support de tambour 32 :

- les surfaces usinées en trait fort ; **1 pt**
- les symboles technologiques (2^{ème} norme) de mise et de maintien en position isostatique ; **2×1 pt**
- les cotes fabriquées non chiffrées (se limiter aux spécifications dimensionnelles). **6×0,5 pt**



4 pts

d. Calculer le temps technologique (en min) nécessaire pour l'usinage des profils extérieur et intérieur relatifs à la phase 10 :

4×1 pt

	Course de l'outil* (en mm)	Fréquence de rotation (en tr/min)	Avance par tour (en mm/tr)	Vitesse d'avance (en mm/min)	Temps technologique (en min)
Profil extérieur	48,33	215	0,1	21,5	2,24
Profil intérieur	35,5	425	0,1	42,5	0,83

* : Course de l'outil = Longueur usinée + Engagement + Dégagement

1.5 pt

e. Déterminer la durée de vie de l'outil utilisé pour usiner le profil extérieur relatif à la phase 10 : Les paramètres de la loi de Taylor sont $n = -3,4$; $V_c = 100 \text{ m/min}$; $C_v = 5,68 \times 10^7$

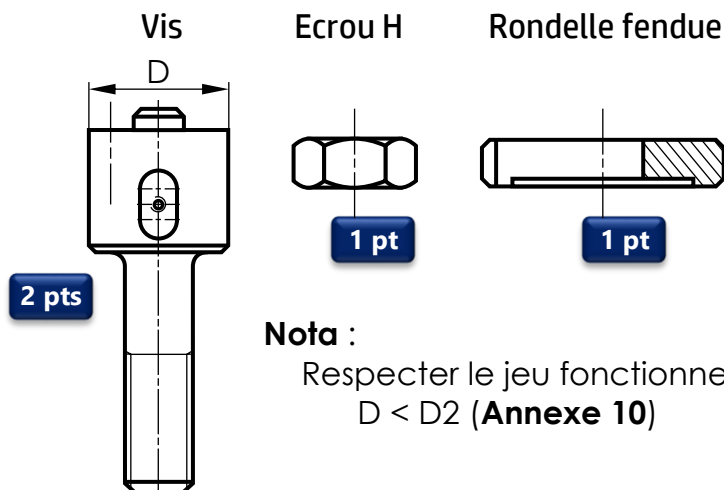
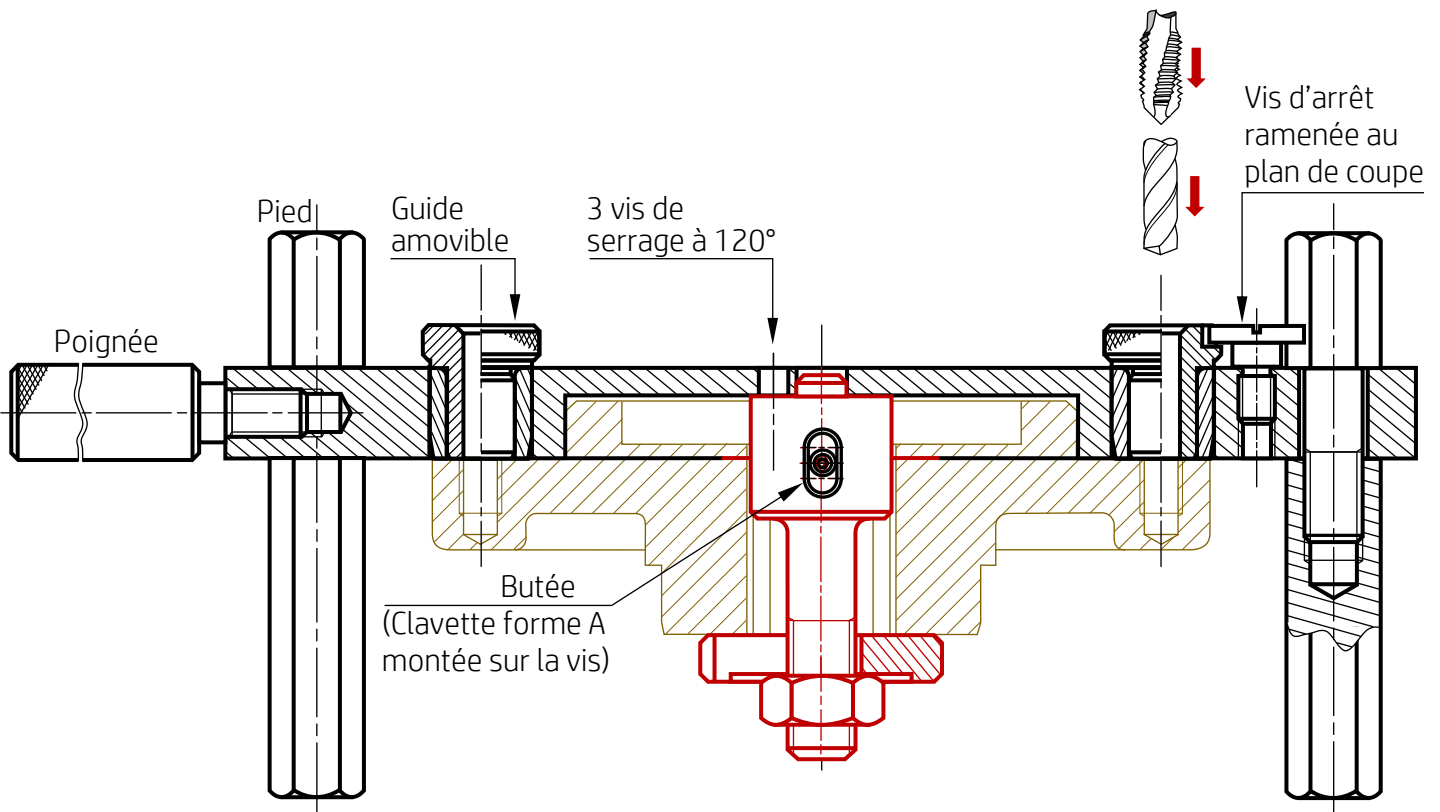


$$T = C_v \cdot V_c^n = 5,68 \times 10^7 \times 100^{-3,4} = 9 \text{ min}$$

Formule : 1 pt
A. N. : 0,5 pt

4 pts

f. Compléter le montage de perçage (page 21/23) relatif à la phase 40 par les éléments de maintien en position isostatique (vis, écrou H et rondelle fendue) :



Nota :

Respecter le jeu fonctionnel
 $D < D_2$ (Annexe 10)

Tâche 34 : Programmation CN manuelle.

3 pts

a. Compléter le tableau des coordonnées des points programmés du profil fini (points de 1 à 10) en mode absolu en se référant au dessin de définition **DRES** (Annexe 10) et au croquis des points caractéristiques du parcours d'outil **DRES** (Annexe 9) :

12×0,25 pt



Points	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
X (Ø)	148	95,77	95,77	91,77	71	71	75	75	24	24
Z	17	17	26	28	28	30	30	20	20	30

7.5 pts

b. Compléter, en mettant dans chaque case le mot convenable, le programme ISO (page 23/23) relatif à la phase 10 (passe de finition) en se référant au tableau des coordonnées (ci-dessus), au croquis des points caractéristiques du parcours d'outil et au tableau des codes ISO **DRES** (Annexe 9) :



On donne : $V_c = 100 \text{ m/min}$; $N_{\text{EXTÉRIEUR}} = 215 \text{ tr/min}$; $N_{\text{INTÉRIEUR}} = 425 \text{ tr/min}$; $f = 0,1 \text{ mm/tr}$

N10	G00	G80	G90	M05	M09	1 ^{er} Bloc de sécurité	30×0,25 pt
N20	G40	G52	X00	Z00		2 ^{ème} Bloc de sécurité	
N30	M06	T01	D01			Chargement de l'outil n°1, Correcteur n°1	
N40	G97	S215	M04	M41		Fréquence de rotation en tr/min, Sens trigo.	
N50	G41	X148	Z17	M08		Point 1. Correction du rayon d'outil, Arrosage n°1	
N60	G96	S100				Vitesse de coupe en m/min	
N70	G01	X95.77	G95	F0.1		Point 2. Vitesse d'avance programmée en mm/tr	
N80			Z26			Point 3	
N90		X91.77	Z28			Point 4	
N100		X71				Point 5	
N110			Z30			Point 6	
N120	G77	N10	N20			Appel des blocs de sécurité	
N130	M06	T02	D02			Chargement de l'outil n°2, Correcteur n°2	
N140	G97	S425	M04	M41		Fréquence de rotation en tr/min, Sens trigo.	
N150	G41	X75	Z30	M08		Point 7. Correction du rayon d'outil, Arrosage n°1	
N160	G96	S100				Vitesse de coupe en m/min	
N170	G01		Z20	G95	F0.1	Point 8. Vitesse programmée en mm/tr	
N180		X24				Point 9	
N190			Z30			Point 10	
N200	G77	N10	N20			Appel des blocs de sécurité	
N210	M02					Fin du programme	