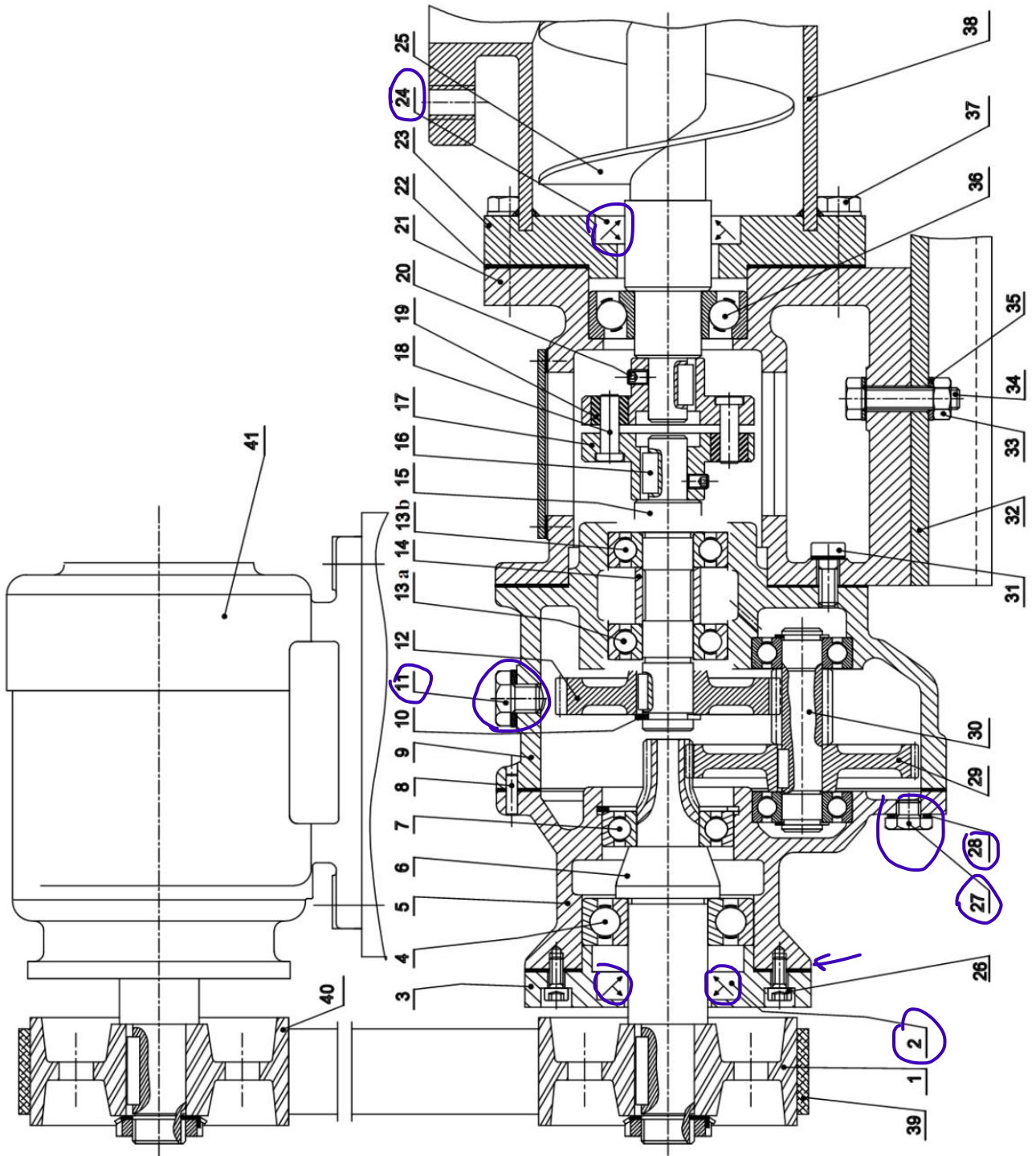


EXERCICE 1

Dessin d'ensemble du dispositif entraînant en rotation une vis d'Archimède du système de relevage :

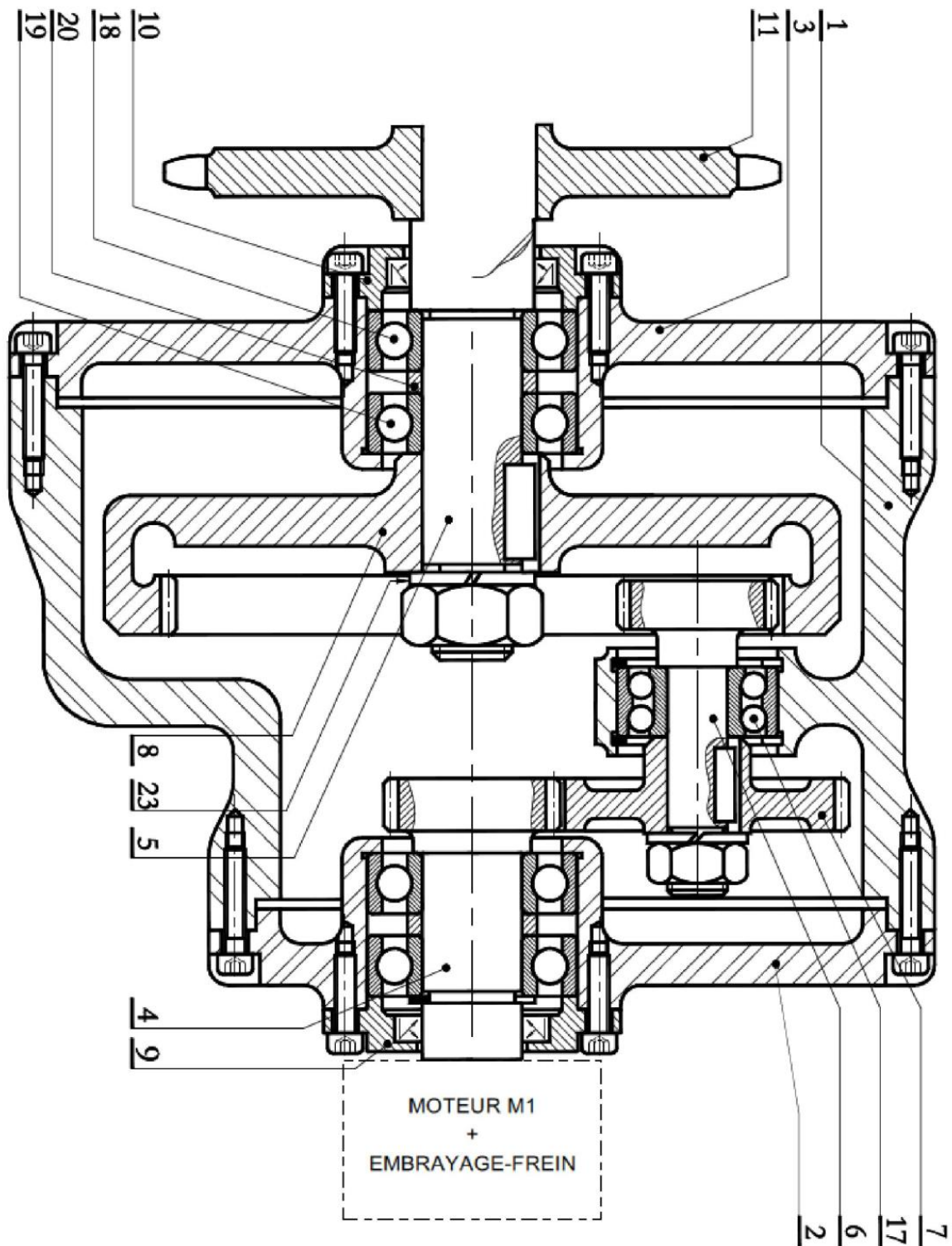


Nomenclature

41	1	Moteur électrique asynchrone triphasé		
40	1	Poulie motrice		
39	1	Courroie plate		
38	1	Auge		
37	6	Vis à tête hexagonale		
36	1	.....	
35	4	Rondelle d'appui		
34	4	Vis à tête hexagonale		
33	4	Ecrou hexagonal		
32	1	Semelle	S275	
31	4	Vis à tête hexagonale		
30	1	Pignon-arbré	C35	
29	1	Roue dentée	C35	
28	1	Joint plat		
27	1	.....	
26	1	Vis à tête cylindrique à six pans creux		
25	4	Vis d'Archimède	C35	
24	1	.....	
23	1	Bride	S 275	
22	8	Joint plat		
21	1	Support	EN GJL200	
20	2	Vis de pression		
19	6	Silentbloc		Caoutchouc
18	6	Axe	S 275	
17	2	Plateau	S 275	
16	6	Clavette parallèle forme A		
15	1	Arbre	C40	Forgé
14	1	Entretoise	S 235	
13	1	Roulement à une rangée de billes à contact radial		
12	1	Roue dentée	C40	
11	1	.....	
10	1	Anneau élastique pour arbre		
9	1	Carter	EN GJL200	
8	1	Pion de centrage		
7	1	Roulement à une rangée de billes à contact radial		
6	1	Pignon-arbré	C60	
5	1	Boîtier	EN GJL200	
4	1	Roulement à une rangée de billes à contact radial		
3	1	Couvercle	C35	
2	1	.....	
1	1	Poulie réceptrice	Al Si 10 Mg	
Rep	Nb	Désignation	Matière	Observation

EXERCICE 2

Dessin d'ensemble du réducteur à engrenages :



Tâche 3 : Analyse partielle du système de transmission de puissance

Q3: En se référant au dessin d'ensemble du réducteur à engrenages (DRES 01 page 12), compléter le schéma cinématique minimal. 2.5 pts

Tâche 4 : Détermination de quelques caractéristiques du réducteur à engrenages (DRES 01)

Le réducteur à engrenages est constitué par les couples d'engrenages cylindriques à denture droite (4, 7) et (6, 8) de même entraxe.

On donne :

- Rapport de réduction $r_{(4,7)}$ de l'engrenage (4, 7) : $r_{(4,7)} = 1/2$
- Rapport de réduction $r_{(6,8)}$ de l'engrenage (6, 8) : $r_{(6,8)} = 1/4$
- Diamètre primitif d_{p8} de la couronne(8) : $d_{p8} = 120 \text{ mm}$
- Vitesse de rotation du moteur M1 est $N_{M1} = 500 \text{ tr/min}$

Q4: Déterminer le diamètre primitif d_{p6} du pignon arbré (6). 1 pt

Q5: Calculer l'entraxe (a) de l'engrenage (6, 8). 1 pt

Q6: Déterminer le diamètre primitif d_{p4} du pignon arbré (4), en prenant $a = 45 \text{ mm}$. 1 pt

Q7: Déduire le diamètre primitif d_{p7} de la roue dentée(7). 1 pt

Q8: Calculer le rapport de réduction global (r_g) du réducteur à engrenages. 1 pt

Tâche 5: Etude partielle du système pignons-chaîne :

Q9: Citer deux inconvénients du système pignons-chaîne. 1 pt

Q10: En exploitant les données de la tâche 4, déterminer la fréquence de rotation N_{11} (en tr/min) du pignon 11 et en déduire alors la vitesse angulaire ω_{11} en rad/s. 1 pt

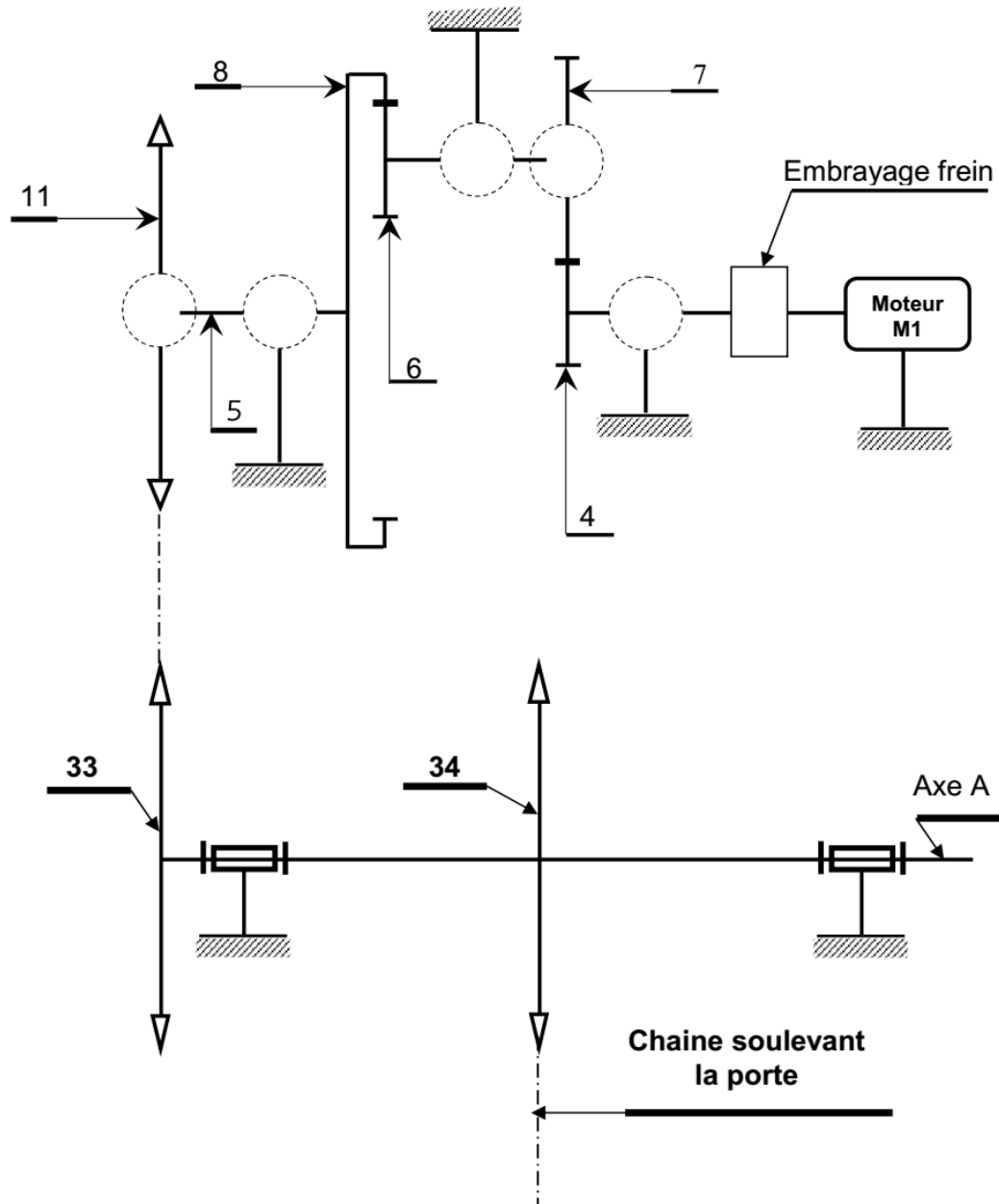
Q11: En déduire sa vitesse linéaire V_{ch} (en m/s) de la chaîne engrainée avec le pignon (11), sachant que $d_{p11} = 50 \text{ mm}$. 1 pt

Q12: En se référant au schéma cinématique du système (page16), déterminer la valeur de l'angle θ (en degrés) de rotation du pignon (11) permettant à la porte du four de s'ouvrir complètement sachant que la hauteur de la porte est $H = 0,5 \text{ m}$ et les pignons [(11), (33) et (34)] ont le même diamètre. 0.5 pt

Q13: Déterminer le temps T (en secondes) nécessaire à l'ouverture complète de la porte. 1 pt

Q3: Schéma cinématique :

DREP 02



Q4: Diamètre primitif dp_6 du pignon arbré (6) :

.....

.....

.....

Q5: Entraxe (a) de l'engrenage (6, 8) :

.....

.....

.....

Q6: Diamètre primitif dp_4 du pignon arbré (4) :

.....

.....

.....

.....

.....

Q7: Diamètre primitif dp_7 de la roue dentée(7) :

.....

.....

.....

Q8: Rapport de réduction global (rg) du réducteur à engrenages :

.....

.....

.....

Q9: Deux inconvénients des systèmes pignons-chaîne :

.....

.....

Q10: Fréquence de rotation N_{11} (tr/min) du pignon 11 et vitesse angulaire ω_{11} en rad/s :

.....

.....

.....

Q11: Vitesse linéaire V_{ch} (m/min) de la chaîne engrainée avec le pignon (11) :

.....

.....

.....

Q12: Valeur de l'angle θ (en degrés) de rotation du pignon (11) :

.....

.....

.....

Q13: Temps T (en s) nécessaire pour l'ouverture complète de la porte du four :

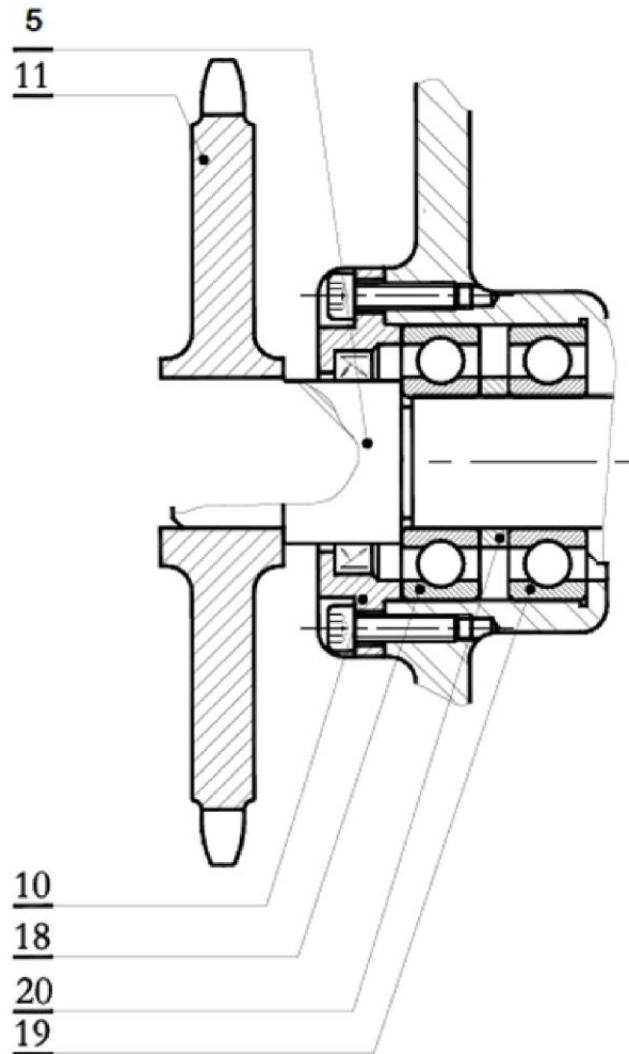
.....

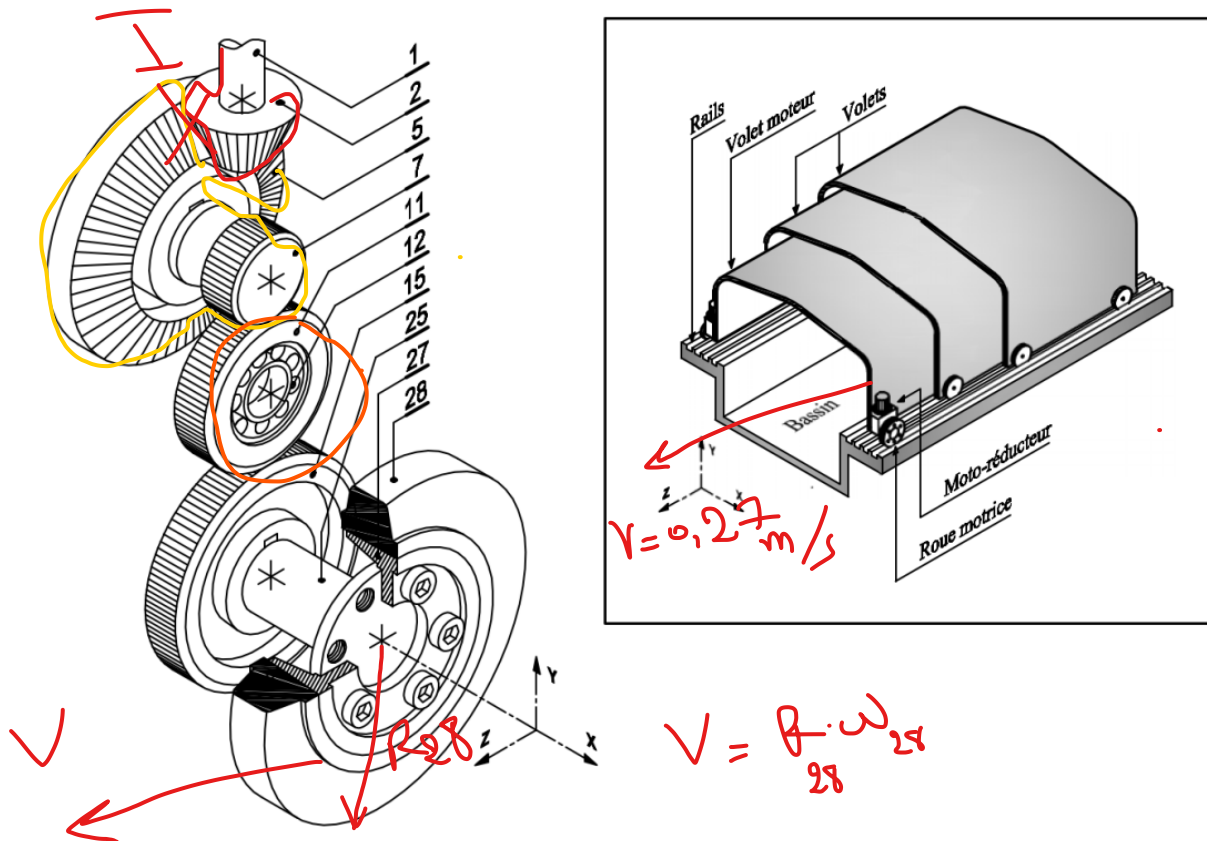
.....

.....

Q14: Dessin à compléter :

DREP 04





Nomenclature du motoréducteur

21	01	Roulement type BC	
20	01	.....	Paulstra
19	01	Anneau élastique	
18	01	Rondelle frein	
17	01	Ecrou à encoches	
16	01	Clavette parallèle	
15	01	Roue dentée	C 35
14	01	Ecrou H	
13	01	Axe	
12	01	Roulement type BC	
11	01	Roue dentée	C 35
10	01	Roulement type BC	
9	01	Roulement type BC	
8	01	Anneau élastique	
7	01	Pignon arbré	36 Ni Cr Mo 16
6	01	.....
5	01	Roue dentée	C 35
4	01	Anneau élastique	
3	01	Clavette parallèle	
2	01	Pignon moteur	C 35
1	01	Arbre moteur	36 Ni Cr Mo 16
Rep.	Nbr.	Désignation	Matière

43	05	Vis H	
42	01	Couvercle	
41	01	Couvercle	
40	05	Vis H	
39	01	Entretoise	
38	01	Roulement type BC	
37	04	Vis CHC	
36	05	Vis H	
35	01	Bloc moteur	
34	01	Carter	FGL 300
33	01	.....
32	01	Joint plat	Paulstra
31	05	Vis CHC	
30	01	Couvercle	
29	01	Corps	FGL 300
28	01	Roue motrice	Polyamide
27	01	Jante	C 35
26	06	Vis CHC	
25	01	Arbre de sortie	36 Ni Cr Mo 16
24	01	Roulement à aiguilles	
23	01	Entretoise	
22	01	Anneau élastique	

Tâche 2 : Analyse et compréhension du motoréducteur associé au volet moteur

En se référant aux documents ressources **DRES 01** et **DRES 02** pages **11** et **12**,

Q.3- Compléter le tableau des liaisons et le schéma cinématique minimal du motoréducteur. [2,5 pts]

Q.4- Compléter le tableau en donnant la désignation et la fonction des pièces proposées. [1,5 pt]

Q.5- Quel est l'intérêt de l'utilisation du renvoi d'angle (engrenage conique (2,5))? [1 pt]

Tâche 3 : Cinématique et transmission de puissance

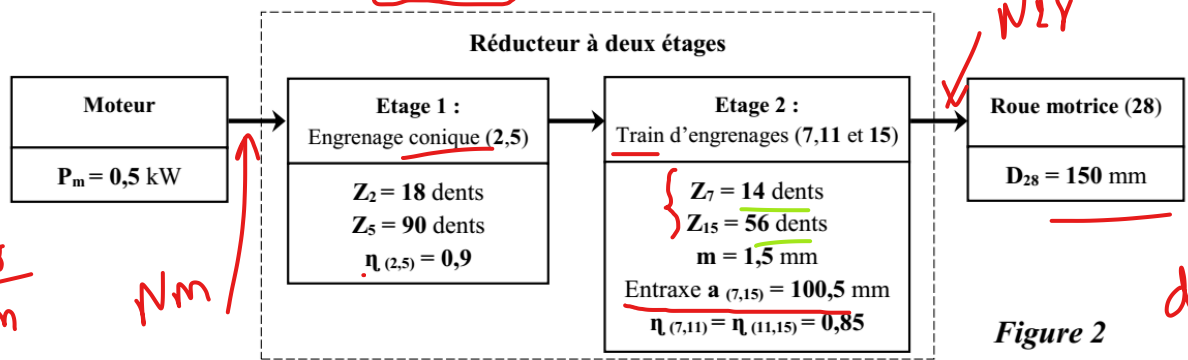
La motorisation des volets télescopiques pour former l'abri de la piscine est assurée par deux motoréducteurs identiques.

L'étude sera limitée à un seul motoréducteur à deux étages (**DRES 01** et **DRES 02**).

Le réducteur associé au moteur électrique adapte l'énergie mécanique de rotation et entraîne en sortie la roue motrice (**28**) guidée en translation sur rail.

Le cahier des charges impose une vitesse linéaire de déplacement des volets $V = 0,27 \text{ m/s}$ et un couple minimal sur la roue motrice (**28**) : $C_{28\text{mini}} = 85 \text{ N.m}$.

On donne ci-dessous (**figure 2**) le synoptique et les caractéristiques de la motorisation :



N.B : - Les résultats des calculs seront arrondis à 2 chiffres après la virgule ;
- Prendre $\pi = 3,14$.

Q.6- En tenant compte de la vitesse linéaire imposée ($V = 0,27 \text{ m/s}$), calculer la vitesse angulaire ω_{28} de la roue motrice (**28**) en **rad/s**. [1,5 pt]

Q.7- Déduire la vitesse de rotation N_{28} en **tr/min** de la roue motrice (**28**). [1 pt]

Q.8- Calculer les rapports de vitesse r_1 de l'étage 1 et r_2 de l'étage 2. [2 pts]

Q.9- Déduire le rapport de vitesse globale r_g du réducteur à deux étages. [0,5 pt]

Q.10- Calculer le nombre de dents Z_{11} de la roue intermédiaire (**11**) de l'étage 2. [1,5 pt]

Q.11- Calculer la vitesse de rotation N_m du moteur en **tr/min** (prendre $N_{28} = 34 \text{ tr/min}$ et $r_g = 0,05$). [1 pt]

Pour déplacer les volets, le cahier des charges impose un couple minimal $C_{28\text{mini}} = 85 \text{ N.m}$ sur la roue motrice (**28**) tel que $C_{28\text{mini}} = 85 \text{ N.m}$.

Q.12- Le motoréducteur répond-il à cette condition ? justifier. [2,5 pts]

Handwritten calculations: $C_{28} = \frac{P_{28}}{\omega_{28}}$ and $P_{28} = ??$

Tâche 4 : Travail graphique

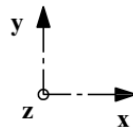
N.B : Il sera tenu compte de la représentation et du respect des règles de dessin.

Le pignon conique (2) est maintenu en position sur l'arbre moteur (1) par l'anneau élastique (4). Suite à une action corrective, le constructeur envisage d'améliorer ce maintien en position en remplaçant l'anneau élastique (4) par un écrou hexagonal H, freiné par une rondelle Grower.

Q.13- Représenter la nouvelle solution à échelle agrandie.

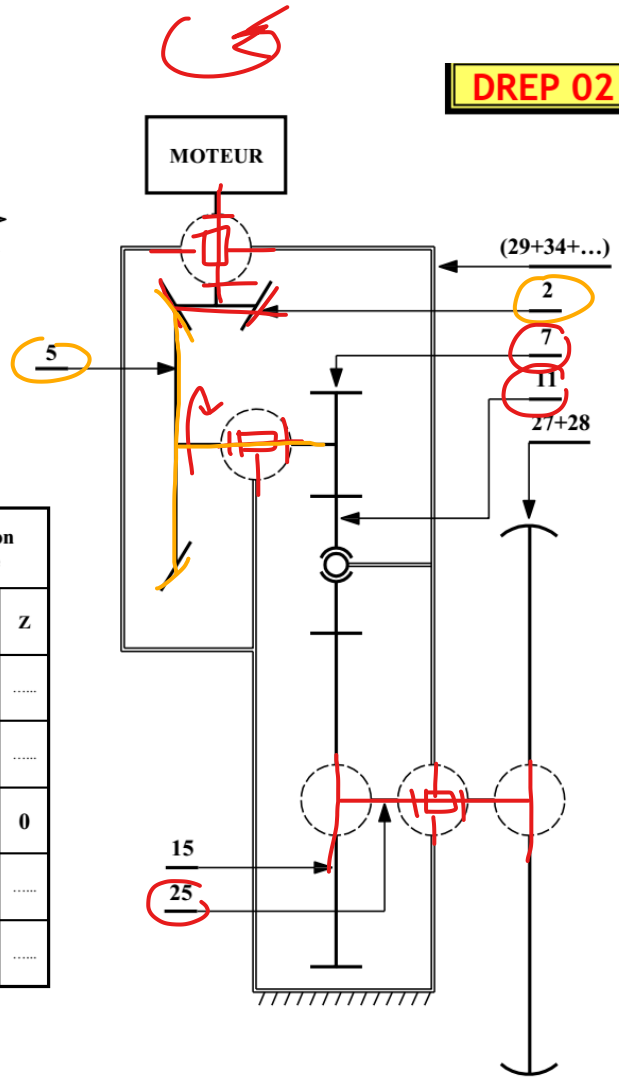
[5 pts]

Question.3: [2,5 pts]



(29+34+...) : ensemble de pièces fixes

Liaison	Nom de la liaison	Translation d'axe			Rotation d'axe		
		X	Y	Z	X	Y	Z
11 / (29+34+...)	Rotule	.....	.....	.....	.....	.....	.....
2 / (29+34+...)
7 / (29+34+...)	0	0	0	1	0	0
15 / 25
25 / (29+34+...)



Question.4: [1,5 pt]

Rep.	Désignation	Fonction
33
20
6

Question.5: [1 pt]

changer la direction de mv

Question.6: [1,5 pt]

$$v = R_{28} \cdot \omega_{28} \Rightarrow \omega_{28} = \frac{v}{R_{28}} = \frac{v \cdot 2}{D_{28}} = \frac{0,27 \times 2}{150 \cdot 10^{-3}}$$

Question.7: [1 pt]

$$\omega_{28} = \frac{2\pi N_{28}}{60} \Rightarrow N_{28} = \frac{\omega_{28} \cdot 60}{2 \cdot \pi} = \frac{3,6 \times 60}{2 \cdot \pi} = 34,38 \text{ tr/min}$$

Question.8: [2 pts]

$$r_1 = \frac{z_{menante}}{z_{menée}} = \frac{z_2}{z_5} = \frac{18}{90} = 0,2 \quad \left. \begin{array}{l} \\ \\ \end{array} \right\} \begin{array}{l} r_2 = \frac{z_7 \times z_{11}}{z_{11} \times z_{15}} = \frac{14}{56} = 0,25 \end{array}$$

DREP 03

Question.9: [0,5 pt]

$$r_g = r_1 \cdot r_2 = 0,2 \times 0,25 = 0,05$$

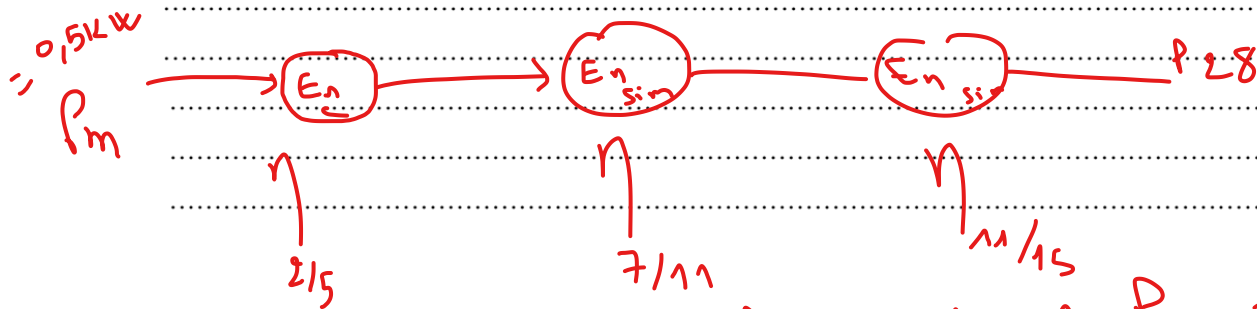
Question.10: [1,5 pt]

z 11 voir photo

Question.11: [1 pt]

$$r_g = \frac{N_{28}}{N_m} \Rightarrow N_m = \frac{N_{28}}{r_g} = \frac{34}{0,05} = 680 \text{ tr/min}$$

Question.12: [2,5 pts]



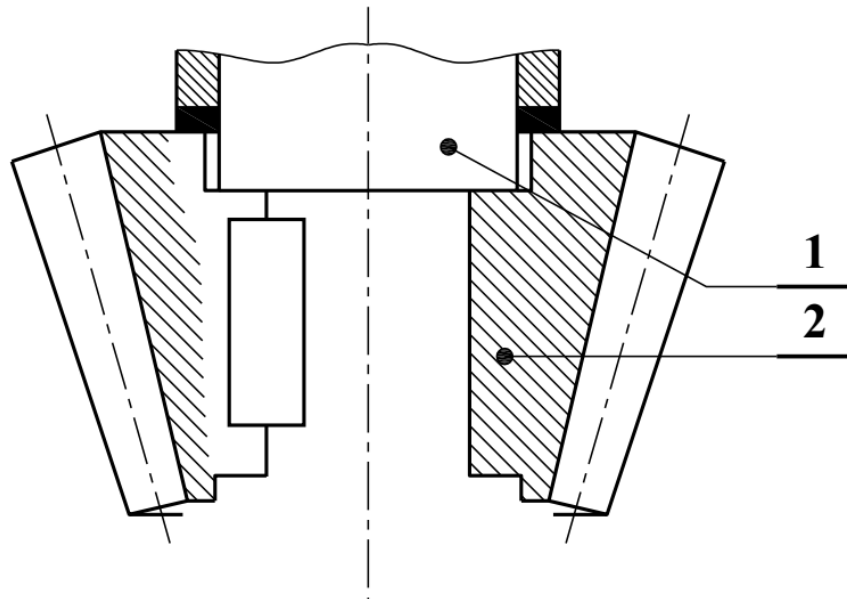
$$\eta_g = \frac{P_{28}}{P_m} \Rightarrow P_{28} = \eta_g \cdot P_m = \eta_1 \cdot \eta_2 \cdot \eta_3 \cdot P_m = 0,9 \times 0,85 \times 0,5 \cdot 10^3 = 325,125 \text{ W}$$

$$P_{28} = 0,325 \text{ kW}$$

$$C_{28} = \frac{P_{28} \cdot 60}{2\pi \cdot N_{28}} = \frac{0,325 \times 60 \cdot 10^3}{2\pi \cdot 34} = 91,32 \text{ N.m}$$

$C_{28} = 91 \text{ N.m} \Rightarrow$ voir end a la condition

Question.13: [5 pts]

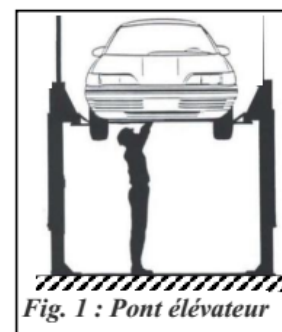


EXERCICE 4

I. Introduction :

Un atelier de réparation et d'entretien de véhicules automobiles est équipé d'outillage, d'appareils de mesures et de machines spéciales qui permettent au technicien (garagiste) d'effectuer les opérations de contrôle, d'entretien et de réparation.

Pour procéder, facilement et en toute sécurité, à des interventions en dessous des voitures, le **garagiste** est amené à utiliser un pont élévateur (**Fig.1 ci-contre**) pour soulever le véhicule du sol à une hauteur variable.



II. Description :

- Le pont élévateur (**Fig.2 DRES 01**) est constitué de deux colonnes fixées au sol. A l'extrémité haute de chaque colonne est installé un moteur électrique, muni de frein à manque de courant, qui entraîne une tige filetée (vis) à travers un système réducteur. Sur la vis est monté un écrou solidaire aux deux bras de levage.
- Un pupitre de commande fixé à l'une des deux colonnes, muni de :
 - Deux boutons poussoirs : (**m**) pour la montée et (**d**) pour la descente ;
 - Deux voyants lumineux fléchés indiquant le sens de déplacement des bras.
- Sur chaque colonne sont installés :
 - Deux capteurs de fin de course détectant les limites haute et basse des bras ;
 - Un capteur de niveau potentiométrique mesurant la hauteur de soulèvement des bras.
- Un capteur de force (non représenté) détectant la charge maximale.
- Une armoire électrique enferme les pré-actionneurs et les appareils de protection et de commande.
- Le pont élévateur est géré par un automate programmable industriel (**API**).

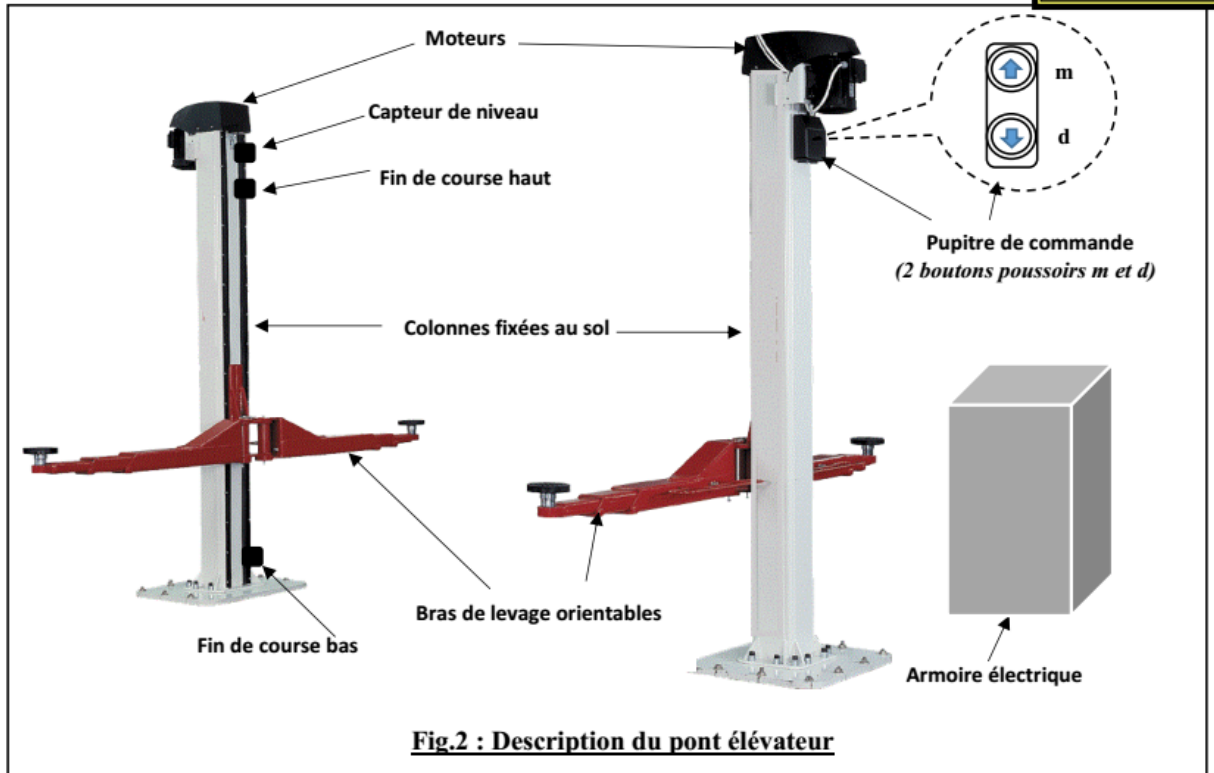


Fig.2 : Description du pont élévateur

Nombre de colonnes	2
Nombre de bras de levage	2 bras par colonne
Course maximale	2000 mm
Capacité de levage	4,2 Tonnes
Temps de montée/ Temps de descente	50 s / 50 s
Actionneurs	Moteurs asynchrones (M1 et M2) : Puissance P ; 230/400 V ; 50Hz.
Réducteurs	Deux réducteurs à couple conique (un pour chaque colonne).
Système vis-écrou	Pas = 6 mm
Capteurs	- Deux capteurs de niveau : Un potentiomètre multi-tours par colonne mesure la hauteur des bras. - Deux capteurs fin de course par colonne : f_{cb} et f_{ch} détectent les limites basse et haute des bras. - Un capteur de force détecte la charge maximale (non représenté).
Pré-actionneurs	Quatre contacteurs
Gestion du pont	Un automate programmable industriel (API)
Protection	- Deux relais thermiques - Fusibles - Mise à la terre + DDR
Commande	Deux boutons poussoirs (Montée – Descente)
Signalisation	Deux Voyants lumineux fléchés

Fig.3 : Tableau des caractéristiques techniques

B. Etude de la transmission de puissance

Pour s'assurer que le pont élévateur accomplira sa fonction comme prévu, vous êtes amenés à :

- Déterminer les caractéristiques mécaniques que le pont élévateur électromécanique doit satisfaire pour répondre au besoin de l'utilisateur ;
- Proposer une solution constructive.

La **figure 06** ci-dessous rappelle le schéma de transmission de l'énergie du pont élévateur électromécanique.

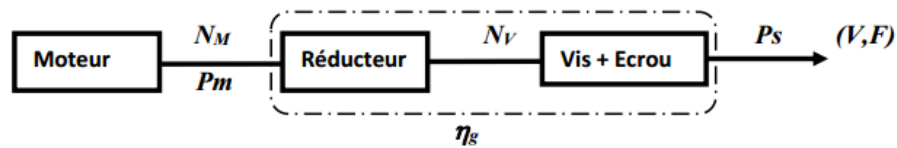


Fig.6 : Schéma de transmission de l'énergie pour une colonne

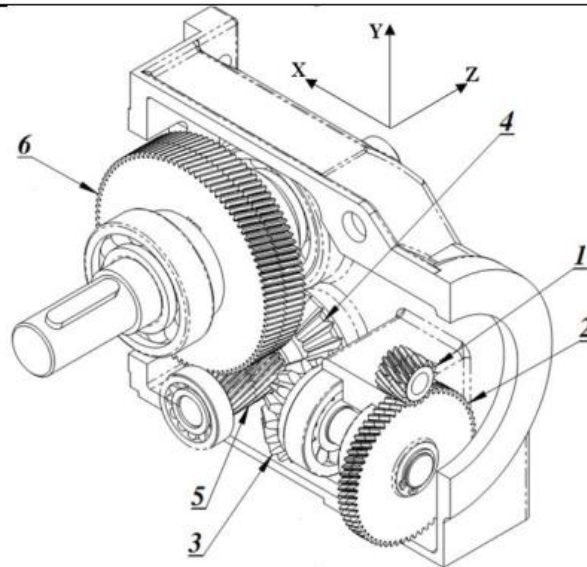


Tableau des données :

Vitesse minimale de soulèvement V	40 mm/s	Pas de la vis de soulèvement p_v	6 mm
Nombre de dents du pignon droit Z_1	20 dents	Nombre de dents de la roue droite Z_2	50 dents
Nombre de dents du pignon conique Z_3	28 dents	Nombre de dents de la roue conique Z_4	30 dents
Nombre de dents du pignon droit Z_5	30 dents	Nombre de dents de la roue droite Z_6	//
Masse maximale d'un véhicule M	4200 kg	Accélération de la pesanteur g	9,81 N/kg
Rendement du 1 ^{er} engrenage droit η_1	0,9	Rendement d'engrenage conique η_2	0,8
Rendement du 2 ^{ème} engrenage droit η_3	0,9	Rendement du système vis-écrou η_v	0,6
Pour l'engrenage (5+6), on a :			
Module réel $m_n = 1,5$ mm	Angle d'hélice $\beta = 25^\circ$	Entraxe $a = 57,93$ mm	

Fig.7 : Réducteur à couple conique

La bonne compréhension du fonctionnement du pont élévateur électromécanique doit précéder toute action au niveau de ce dernier. Pour cela, on vous demande de répondre aux questions suivantes :

Question :4. Compléter le schéma cinématique partiel. [2 pts]

Pour accomplir le soulèvement d'un véhicule en sécurité et dans une durée acceptable, le pont élévateur électromécanique, doté d'un frein à manque de courant, doit parcourir la course de **2 mètres en 50 secondes**.

Un réducteur à couple conique (**Fig.7, DRES 03 : Dessin + tableau des données**), constitué de deux engrenages droits et d'un engrenage conique, permet d'adapter le mouvement de rotation du moteur avant de le renvoyer au système vis-écrou assurant le soulèvement du véhicule. Notre objectif est de déterminer les puissances mécaniques nécessaires à fournir par les deux moteurs.

Question :5. En se référant à la **Fig.7, DRES 03**, indiquer le type de la denture d'engrenage (1+2). [0,5 pt]

Question :6. Donner 3 autres systèmes de transformation de mouvement en plus du système vis-écrou. [0,75 pt]

Question :7. Déterminer le nombre de dents Z_6 de la roue 6. [2 pts]

Question :8. Pour $Z_6 = 40$ dents : Calculer le rapport de réduction global r_g du réducteur à engrenages (droits + conique). [1,5 pt]

Question :9. Calculer la vitesse de rotation N_V de la vis (en tr/min). [1 pt]

Question :10. En déduire la vitesse de rotation N_M du moteur (en tr/min). [1 pt]

Question :11. Calculer la puissance de soulèvement P_s relative à une seule colonne (en W). [1,5 pt]

Question :12. Calculer le rendement global η_g . [1,25 pt]

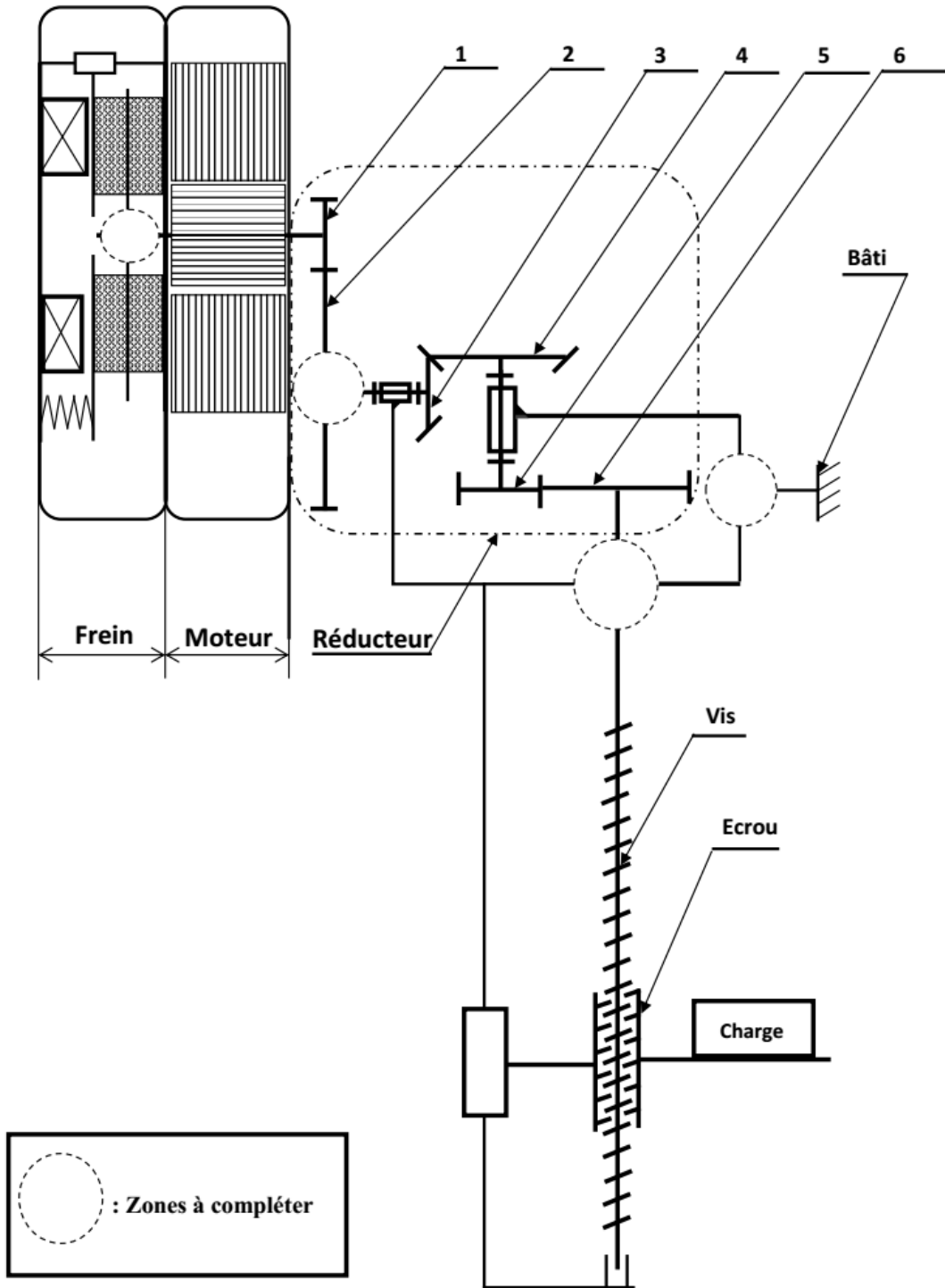
Question :13. En déduire la puissance mécanique P_m à la sortie du moteur (en W). [1,5 pt]

Travail graphique :

Question :14. Compléter le dessin, relatif au montage du réducteur sur le moteur, en réalisant une liaison encastrement entre l'arbre moteur **20** et le pignon **1** par une clavette, une vis à tête hexagonale et une rondelle frein (Grower). [5 pts]

Question :4.

DREP 03



EXERCICE 5

DRES 01

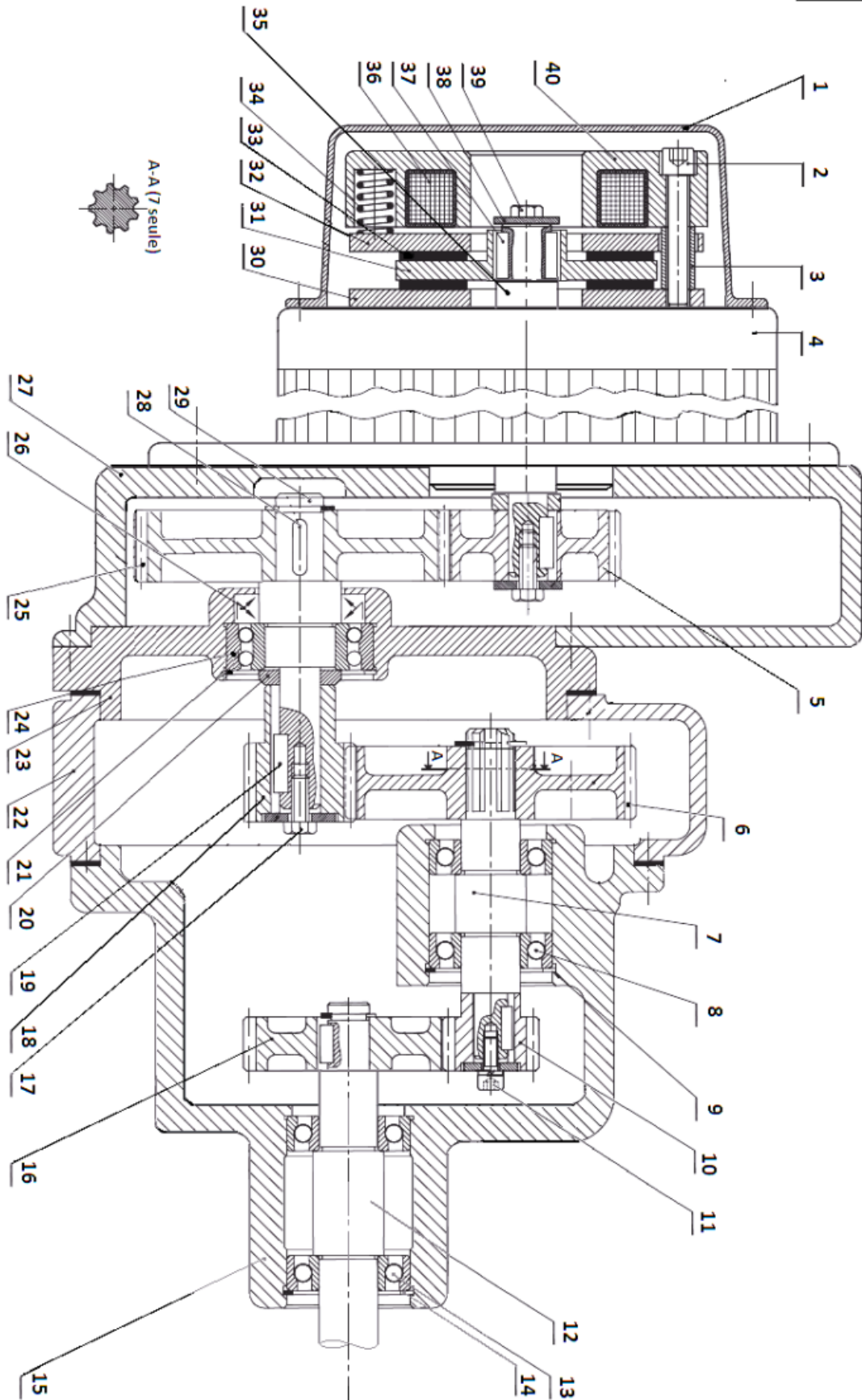


Fig. 5 : Dessin d'ensemble du moto-réducteur-frein

Tâche 3 : Analyse et compréhension du moto-réducteur-frein

Le moteur de levage **M2** est équipé d'un frein à manque de courant. En se référant au dessin d'ensemble du moto-réducteur-frein (**Fig. 5, DRES 01**) :

Q4. Compléter le schéma cinématique et les repères des engrenages.

3 pts

Q5. Quel est l'intérêt de l'utilisation d'un frein à manque de courant ?

1 pt

Q6. Quel est le rôle des **trois** ressorts **34** (disposés à **120** degrés) ?

0,5 pt

Q7. Indiquer le nombre **n** de surfaces de contact du frein.

0,5 pt

Tâche 4 : Étude du moto-réducteur-frein M2

Le réducteur utilisé se compose de **trois** étages d'engrenages dont le module des deux premiers étages est $m = 1,5 \text{ mm}$.

Q8. Sachant que l'entre-axe du **1^{er}** étage (**5** et **25**) est $a_1 = 90 \text{ mm}$ et que le pignon **5** a un diamètre primitif $d_5 = 30 \text{ mm}$, calculer le diamètre primitif d_{25} du pignon **25**.

1 pt

Q9. Déduire le rapport de réduction r_1 de cet étage.

0,5 pt

Q10. Sachant que la vitesse de rotation du moteur est $N_m = 1452 \text{ tr/min}$; calculer la vitesse de rotation N_{29} (en tr/min) à la sortie du **1^{er}** étage.

0,75 Pt

Q11. Sachant que les nombres des dents de la roue **6** et du pignon **18** sont : $Z_6 = 105$ dents et $Z_{18} = 35$ dents. Déterminer alors le rapport de réduction r_2 du **2^{ème}** étage (**18** et **6**).

0,75 pt

Le **3^{ème}** étage (**10** et **16**) est un engrenage à dentures hélicoïdales de module normal $m_n = 2 \text{ mm}$ et d'angle d'hélice $\beta = 19,75^\circ$. Le diamètre primitif du pignon **10** est $d_{10} = 34 \text{ mm}$ et le nombre de dents de la roue **16** est $Z_{16} = 32$ dents.

Q12. Déterminer le rapport de réduction r_3 du **3^{ème}** étage.

1,5 pt

Q13. Déduire le rapport de réduction global r_g de ce réducteur (**prendre $r_3 = 0,5$**).

0,5 pt

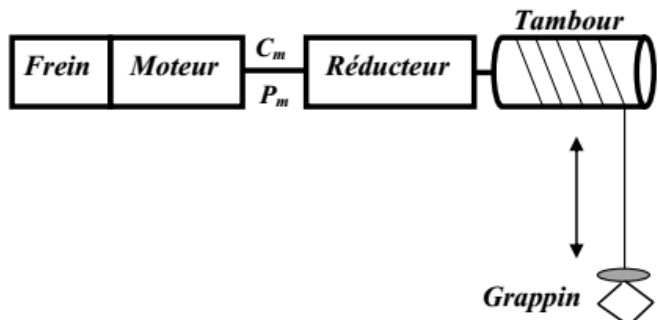
Q14. Calculer la vitesse de rotation N_t du tambour solidaire de l'arbre **12**.

0,75 pt

Tâche 5 : Étude de la transmission de puissance

Données :

- Masse du grappin : $m_g = 1$ tonne ;
- Masse d'une prise de déchets : $m_d = 2$ tonnes ;
- Accélération de la pesanteur $g = 10$ m/s² ;
- Le diamètre du tambour est $d = 52,60$ cm ;
- La vitesse de levage V_L du grappin varie entre $V_{L\text{mini}} = 40$ m/min et $V_{L\text{maxi}} = 80$ m/min ;
- Le rendement du réducteur est $\eta_r = 0,9$;
- Le rendement du tambour est $\eta_t = 0,78$.



Q15. Calculer la puissance P_t nécessaire pour soulever la charge à la vitesse maximale ($V_{L\text{maxi}}$). 1pt

Q16. Déterminer le couple C_m que le moteur **M2** doit fournir. 1pt

Sachant que :

- L'expression du couple de freinage est la suivante : $C_f = \frac{2 \cdot n \cdot N \cdot f \cdot (R^3 - r^3)}{3 \cdot (R^2 - r^2)}$ où N est l'effort presseur produit par les **trois** ressorts sur le disque **31** ;
- L'effort exercé par un ressort est $F = 300$ N ;
- Le coefficient de frottement f entre l'ensemble de disques de friction et les garnitures est $f = 0,65$;
- Les rayons des surfaces de contact des disques sont les suivants :
 - Grand rayon $R = 300$ mm ;
 - Petit rayon $r = 100$ mm.

Q17. Calculer le couple de freinage C_f exercé par le frein. 1 pt

Q18. Ce frein est-il convenable ? Justifier votre réponse. 0,75 pt

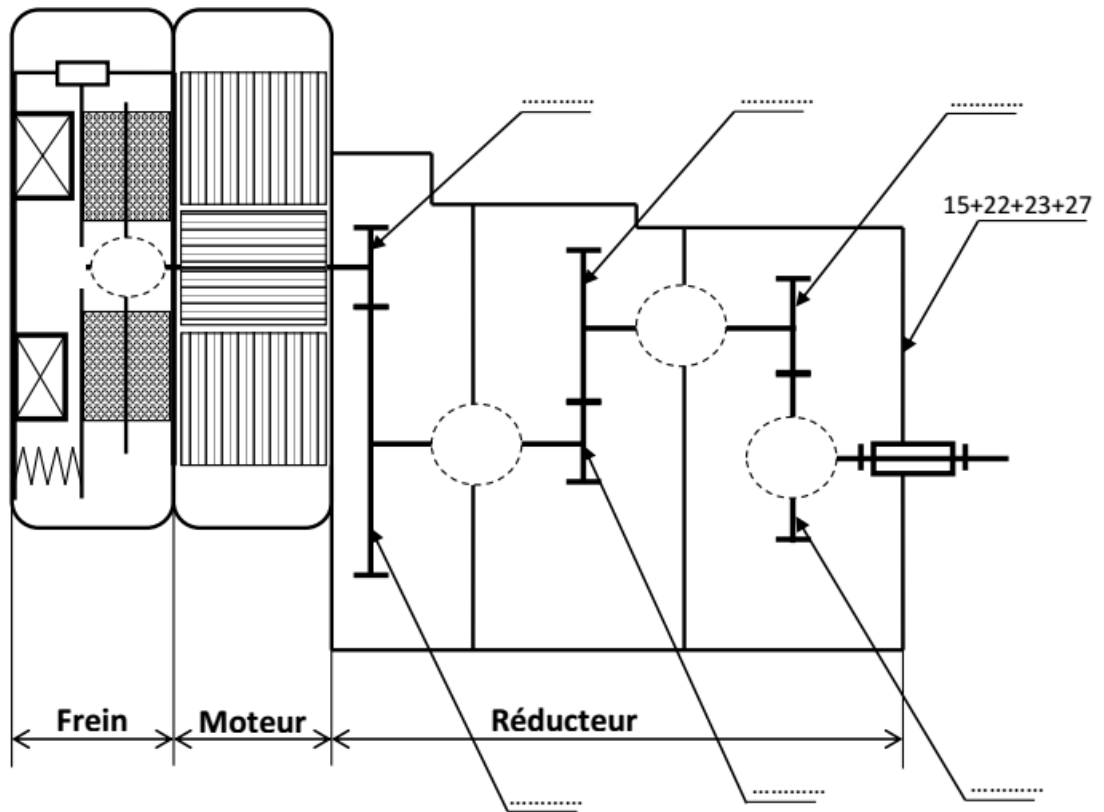
Q19. Citer deux éléments sur lesquels on doit agir pour modifier le couple de freinage. 1 pt

Tâche 6 : Travail graphique

La roue **16** est maintenue en position sur l'arbre **12** par un anneau élastique ; suite à une anomalie de fonctionnement, le constructeur envisage de remplacer cet anneau par un écrou hexagonal et une rondelle élastique (**Grower**).

Q20. Représenter la nouvelle solution en respectant les règles de dessin. 5 pts

Q4. Schéma cinématique :



Q5.

Q6.

Q7.

Q8.

Q9.

Q10.

Q11.

.....

Q12.

.....

Q13.

.....

Q14.

.....

.....

Q15.

.....

.....

.....

Q16.

.....

.....

Q17.

.....

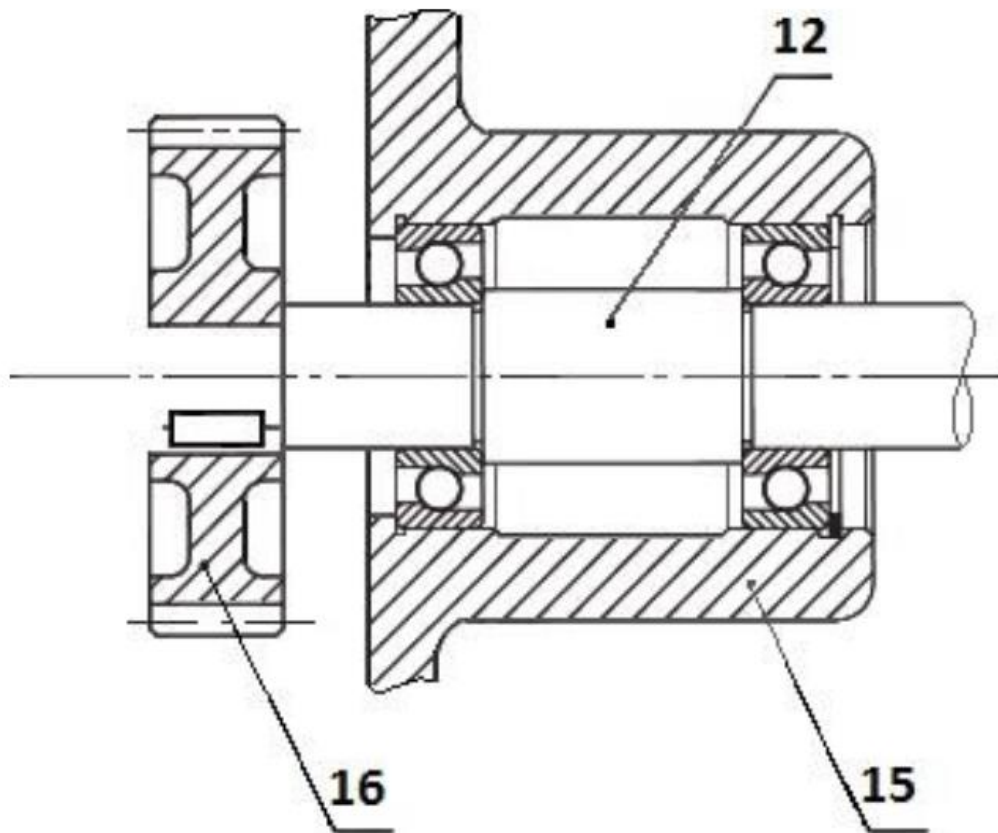
Q18.

.....

Q19.

.....

Q20. .

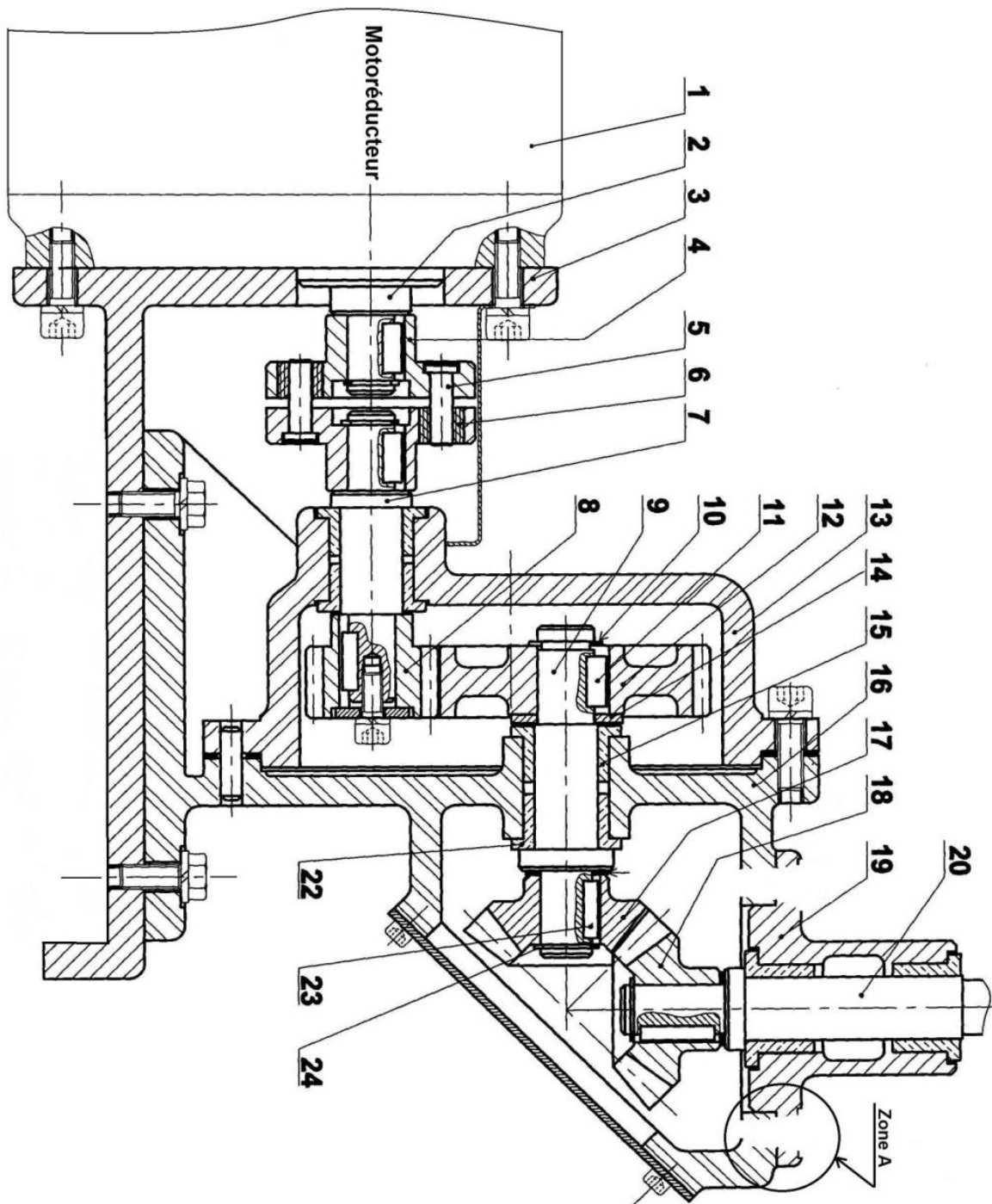


EXERCICE 5

Le déplacement horizontal du portique le long du véhicule se fait à l'aide d'un moteur associé à un réducteur et d'un réducteur à renvoi d'angle. Deux rails de profilé en « I » implantés sur le sol de la station de lavage sont destinés à assurer le guidage en translation du portique. Le déplacement se fait par

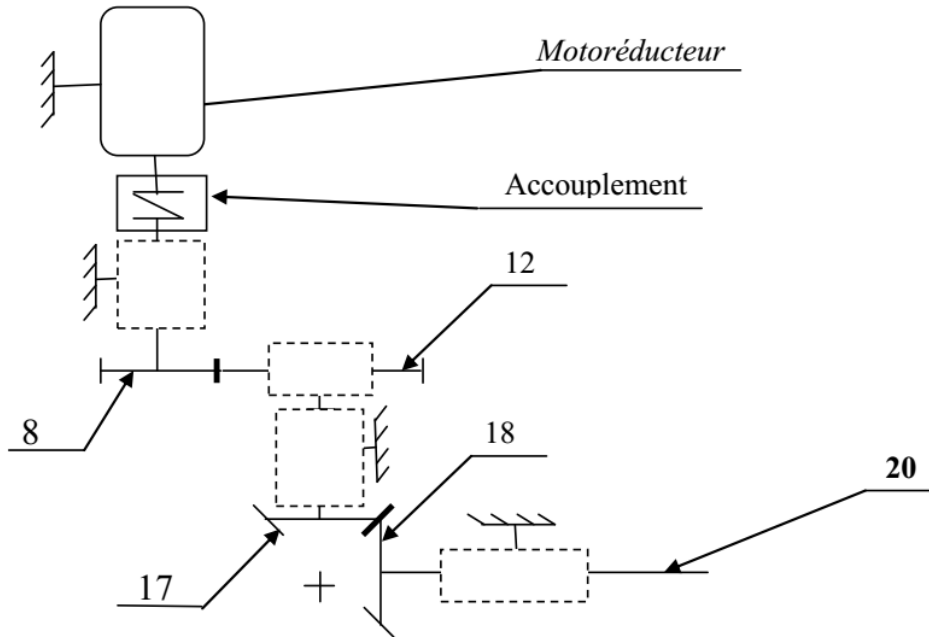
une roue motrice lisse de diamètre $D = 200$ mm. On estime que la vitesse de déplacement du portique V_p est de 6 m/mn.

On désire vérifier quelques caractéristiques techniques du système étudié afin de valider le choix des solutions adoptées.

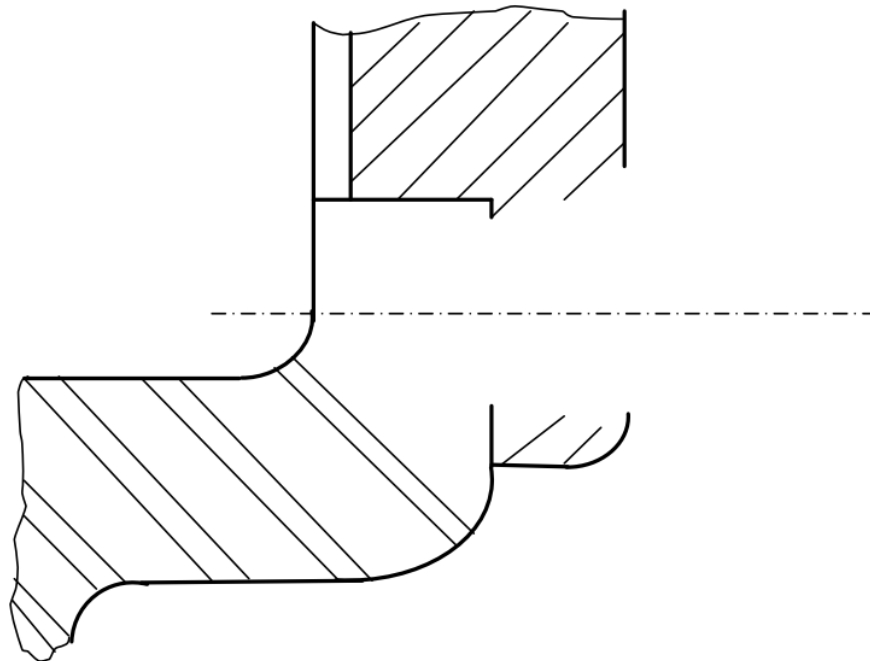


Compréhension du dessin d'ensemble :

1.1- schéma cinématique du réducteur et renvoi d'angle .

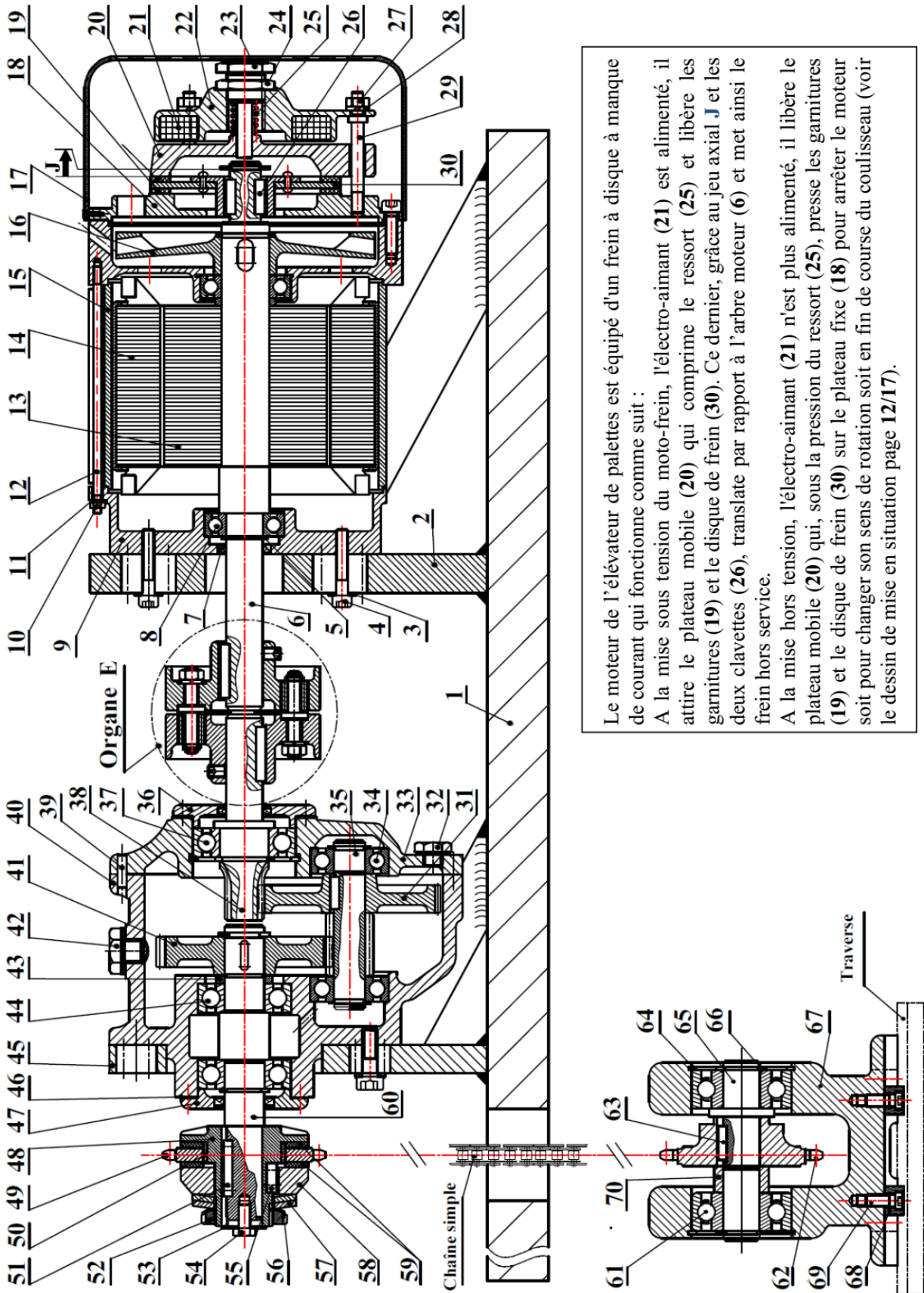


Représentation de la liaison encastrement (zone A agrandie) :



EXERCICE 7

➤ Dessin d'ensemble partiel de l'élevateur de palettes en coupe :



Le moteur de l'élevateur de palettes est équipé d'un frein à disque à manque de courant qui fonctionne comme suit :

A la mise sous tension du moto-frein, l'électro-aimant (21) est alimenté, il attire le plateau mobile (20) qui comprime le ressort (25) et libère les garnitures (19) et le disque de frein (30). Ce dernier, grâce au jeu axial J et les deux clavettes (26), translate par rapport à l'arbre moteur (6) et met ainsi le frein hors service.

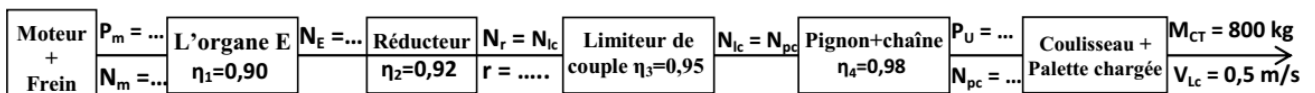
A la mise hors tension, l'électro-aimant (21) n'est plus alimenté, il libère le plateau mobile (20) qui, sous la pression du ressort (25), presse les garnitures (19) et le disque de frein (30) sur le plateau fixe (18) pour arrêter le moteur soit pour changer son sens de rotation soit en fin de course du coulisseau (voir le dessin de mise en situation page 12/17).

➤ Nomenclature :

35	1	Pignon arbré $Z_{35}=20$ dents	70	1	Entretoise
34	2	Roulement à une rangée de billes	69	2	Lardon d'orientation
33	1	Flasque	68	2	Vis à tête cylindrique à six pans creux
32	1	Bouchon de vidange	67	1	Support
31	1	Roue dentée $Z_{31}=100$ dents	66	2	Anneau élastique pour arbre
30	1	Disque de frein	65	1	Axe
29	3	Goujon	64	2	Anneau élastique pour alésage
28	3	Rondelle Grower	63	1	Clavette parallèle A
27	3	Ecrou hexagonal	62	1	Pignon récepteur $Z_r=19$ dents
26	2	Clavette parallèle forme A	61	2	Roulement à rangée de billes
25	1	Ressort	60	1	Arbre de sortie du réducteur
24	1	Vis spéciale	59	2	Garniture de friction
23	1	Ecrou hexagonal	58	1	Disque presseur
22	1	Corps porte électro-aimant	57	2	Rondelle élastique « Belleville »
21	2	Electro-aimant	56	1	Rondelle frein à languette
20	1	Plateau mobile	55	1	Clavette parallèle A10x8x20
19	2	Garniture	54	1	Vis H.M8x16
18	1	Plateau fixe	53	1	Rondelle LLB
17	1	Cache	52	1	Ecrou à encoches
16	1	Ventilateur	51	1	Clavette parallèle A8x7x38
15	1	Bloc moteur	50	1	Bague de frottement
14	1	Stator	49	1	Pignon moteur $Z_m=19$ dents
13	1	Rotor	48	1	Moyeu du limiteur de couple
12	3	Goujon	47	1	Couvercle
11	3	Rondelle Grower	46	1	Cale de réglage
10	3	Ecrou hexagonal	45	1	Support réducteur
9	1	Cage	44	2	Roulement à rangée de billes
8	2	Roulement à une rangée de billes	43	1	Bague
7	1	Joint à lèvres	42	1	Bouchon de remplissage
6	1	Arbre moteur	41	1	Roue dentée $Z_{41}=60$ dents
5	1	Anneau élastique pour arbre	40	1	Carter
4	4	Vis à tête cylindrique à six pans creux	39	1	Pion de centrage
3	4	Rondelle plate	38	1	Pignon arbré $Z_{38}=15$ dents
2	1	Support moteur	37	1	Roulement à rangée de billes
1	1	Bâti	36	1	Couvercle
Rep	nb	Désignation	Rep	nb	Désignation

➤ Données pour la tâche 2.1 :

- Agencement de la chaîne de transmission de puissance mécanique dans l'élévateur de palettes :



- Hypothèses et modélisation pour le choix du moteur-frein (voir modélisation page suivante) :

- Les liaisons sont considérées parfaites ;
- Les solides sont indéformables ;
- La masse des pièces est constante au cours du mouvement ;
- Le repère associé au bâti peut être considéré comme un repère Galiléen ;
- Le système peut être considéré comme plan ($O ; Y ; Z$) ;
- L'inertie des pièces *en mouvement de rotation* sera négligée ;
- Le coulisseau de l'élévateur est en mouvement uniformément varié et se déplace de bas vers le haut ;
- La valeur de l'accélération terrestre (pesanteur) $g = 10 \text{ m/s}^2$;
- La charge totale (**masse coulisseau + masse palette chargée**) : $M_{CT} = 50 + 750 = 800 \text{ kg}$;
- La liaison entre le coulisseau de l'élévateur et le bâti : liaison glissière d'axe ($O ; Z$) assurée par des galets et des rails et ne transmet pas d'effort suivant l'axe \vec{Z} .

b- Compléter le tableau de fonctionnement du frein, en se référant aux **DRES pages 13/17 et 14/17** et en utilisant les termes (donnés en désordre) de la liste suivante : Non – En contact - Comprimé - Attiré - Séparées - Oui - Poussé - Non comprimé. /2pts

	Plateau mobile (20)	Ressort (25)	(18), (19+30) et (20)	Freinage
Bobine non alimentée
Bobine alimentée

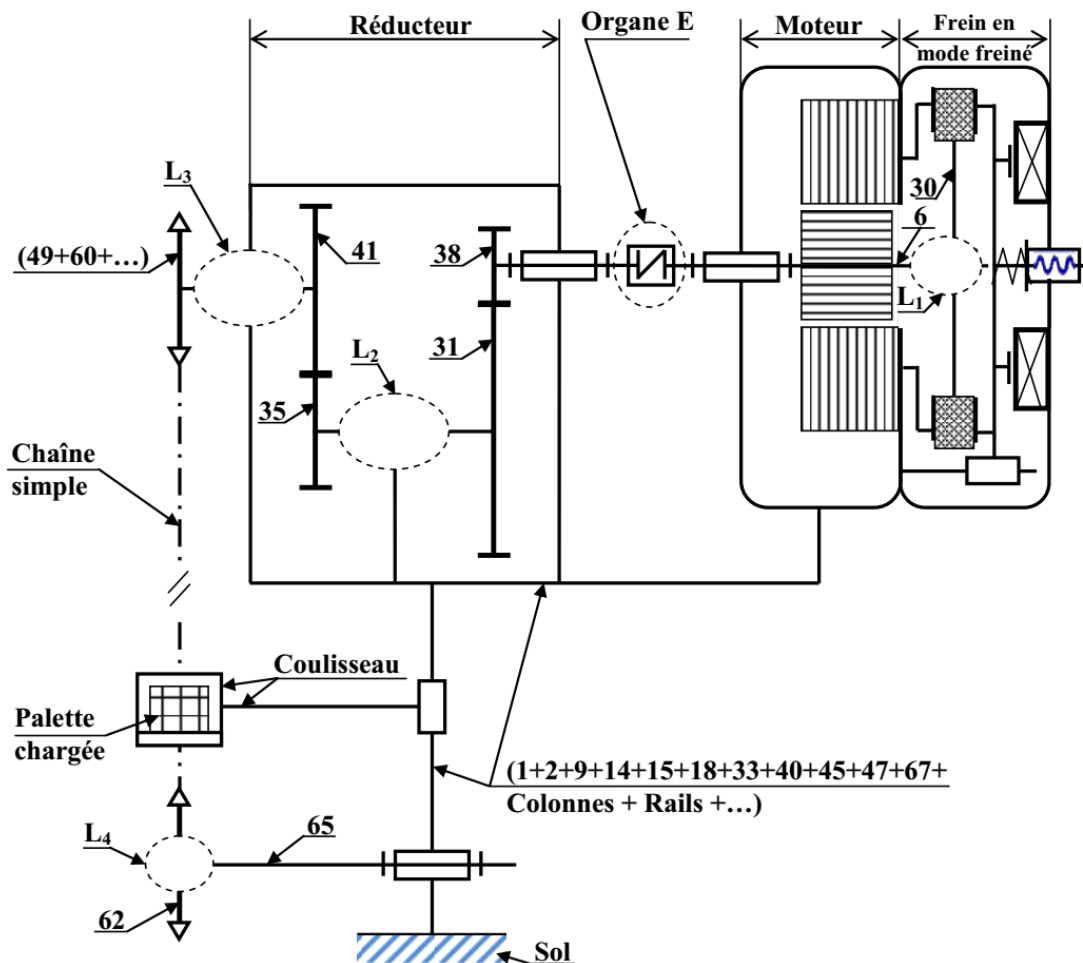
c- Citer deux avantages des engrenages à denture hélicoïdale utilisés dans le réducteur : /1pt

.....

d- Relier, par une flèche, l'organe ou l'ensemble au nom technologique qui lui correspond : /1pt

L'organe ou l'ensemble	Le nom technologique qui lui correspond
E	Embrayage à disques
	Accouplement rigide
	Accouplement élastique
	Limiteur de couple à ressort de compression
	Limiteur de couple à rondelles élastiques « <i>Belleville</i> »
	Roue libre à rouleau
(48+50+52+55+56+57+58+59)	

e- Compléter, en se référant aux **DRES pages 12/17, 13/17 et 14/17**, le schéma cinématique minimal simplifié par les symboles des liaisons mécaniques manquantes (L_1, L_2, L_3 et L_4) : /4pts



SEV 02 :

Tâche 2.1 : (Prendre deux chiffres après la virgule dans tous les calculs de cette tâche)

a- Déterminer la fréquence de rotation N_{pc} (en **tr/min**), que doit avoir le pignon moteur à chaîne (49) de diamètre primitif $D_p = 192,02$ mm, pour que la chaîne simple assure un déplacement vertical de la charge totale à une vitesse $V_{LC} = 0,5$ m/s : /1pt

.....

.....

.....

b- Déduire, en considérant qu'il n'y a pas de glissement entre les surfaces actives du limiteur de couple, la vitesse de rotation N_{lc} (en **tr/min**) du limiteur de couple et la vitesse de rotation N_r (en **tr/min**) de l'arbre de sortie du réducteur (60) : /1pt

.....

.....

c- Calculer, en utilisant la page 5/17 et les DRES pages 13/17 et 14/17, le rapport de réduction r du réducteur : /1pt

.....

.....

d- Déterminer, en prenant pour la suite du calcul la vitesse de rotation $N_r = 50$ tr/min et $r = 0,05$, la vitesse de rotation N_E (en **tr/min**) de l'organe E et déduire celle du moteur N_m (en **tr/min**) : /1pt

.....

.....

g- Calculer, selon l'agencement de la chaîne de transmission de puissance dans l'élévateur de palettes DRES page 14/17, le rendement global de la transmission η_g : /1pt

.....

.....

h- Déduire, en prenant pour la suite du calcul $P_u = 4,20$ kW et $\eta_g = 0,77$, la puissance mécanique P_m (en kW) à fournir par le moteur-frein : /1pt

.....

.....

i- Choisir, à partir du DRES page 15/17, la désignation du moteur électrique convenable optimal : /1pt

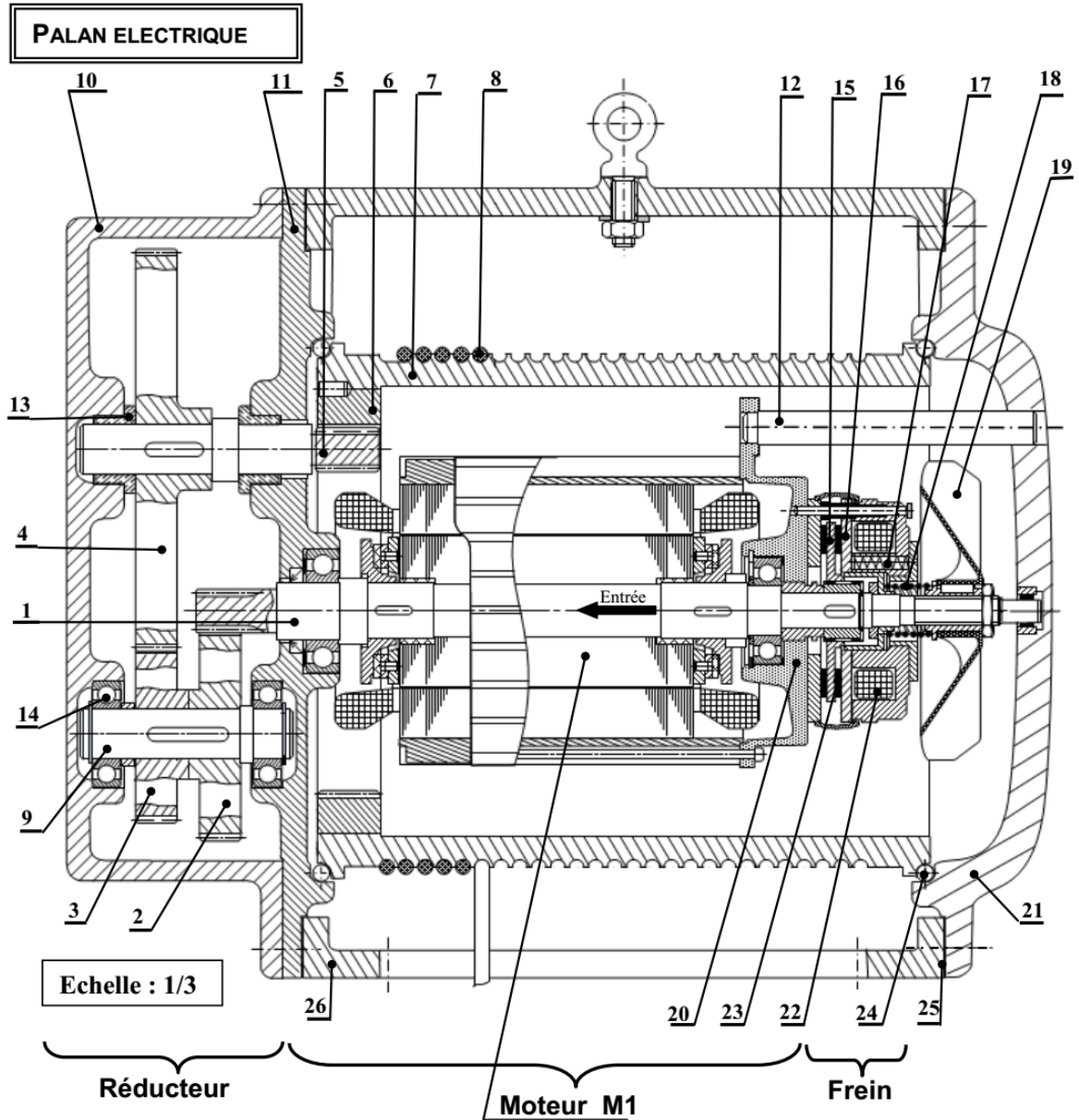
.....

.....

Extrait du catalogue <i>MGM motori elettrici</i> s.p.a pour le choix du moteur-frein		
Moteur-frein MGM asynchrone triphasé fermé		
Fréquence de rotation N en tr/min	Puissance en KW	Désignation
1000	4	BA 132 MA6
	5.5	BA 132 MB6
	7.5	BA 160 MB6
	9.2	BA 160 LA6
750	4	BA 160 MA8
	5.5	BA 160 MB8
	7.5	BA 160 LA8
	11	BA 180 LB8

EXERCICE 8

Volet 4 Documents ressources



13	Coussinet à collerette	Cu Zn 39 Pb2	Auto lubrifiant	26	Corps		
12	Axe			25	Cales de réglage		
11	Support			24	Billes		
10	Cartier réducteur			23	Garnitures de freins	Ferodo	
9	Arbre			22	Bobine		
8	Câble			21	Couvercle		
7	Tambour d'enroulement			20	Flasque		
6	Couronne		Z ₆ = 140 dents	19	Ventilateur		
5	Pignon arbré		Z ₅ = 20 dents	18	Ressort		
4	Roue dentée		Z ₄ = 140 dents	17	Ressort		
3	Pignon		Z ₃ = 60 dents	16	Armature mobile		
2	Roue dentée	41 Cr 4	Z ₂ = 72 dents	15	Disque frein		
1	Pignon moteur		Z ₁ = 16 dents	14	Roulement à billes		
Rep	Désignation	Matière	Observation				

Tâche n° 1 :

Avant toute étude d'amélioration des performances des potences pivotantes, il s'avère nécessaire d'appréhender le fonctionnement de leurs palans électriques. En se référant à la figure ci-dessus, au document ressources page **13/16** et sur le document réponses page **6/16**, compléter :

- 1.1 le **FAST** relatif à la fonction "soulever ou descendre la charge verticalement";
- 1.2 la chaîne cinématique du palan électrique ;
- 1.3 le schéma cinématique relatif à la vue en coupe du palan électrique.

Tâche n°2 :

Pour améliorer la capacité de levage du palan électrique, la société décide de remplacer l'ancien moteur pouvant soulever une charge maximale de **120 kg** par un nouveau moteur capable de soulever une charge maximale de **250 kg** à une vitesse **$V_Q = 0,57$ m/s**(voir documents ressources pages (**13/16** et **14/16**).

Pour le choix du moteur du palan électrique, répondre sur le document réponse **7/16** aux questions suivantes :

- 2.1 calculer le rapport de transmission **k** du réducteur qui se compose de trois engrenages à denture hélicoïdale ;
- 2.2 déterminer la vitesse angulaire ω_t du tambour d'enroulement **7** ;
- 2.3 calculer la fréquence de rotation du tambour d'enroulement **N_t** ;
- 2.4 déterminer la fréquence de rotation de l'arbre du moteur **N_m** ;
- 2.5 déterminer la puissance **P_s** du tambour d'enroulement **7** en **watts** ;
- 2.6 déterminer la puissance utile du moteur **P_m** en **kwatts** ;
- 2.7 choisir le moteur électrique convenable à partir du document ressources **14/16**.

Tâche n°3 :

Pour des raisons de sécurité, le maintien en position de la charge soulevée dans n'importe quelle position (freinage du moteur) doit être assuré par commande de l'utilisateur ou lors d'une coupure brusque du courant électrique. Une vérification de la compatibilité de l'effort presseur assurant le freinage du tambour d'enroulement **7** est donc nécessaire. Sur les documents réponses **7/16** et **8/16**, et en se référant aux documents ressources pages **13/16** et **14/16**, on vous demande de répondre aux questions suivantes :

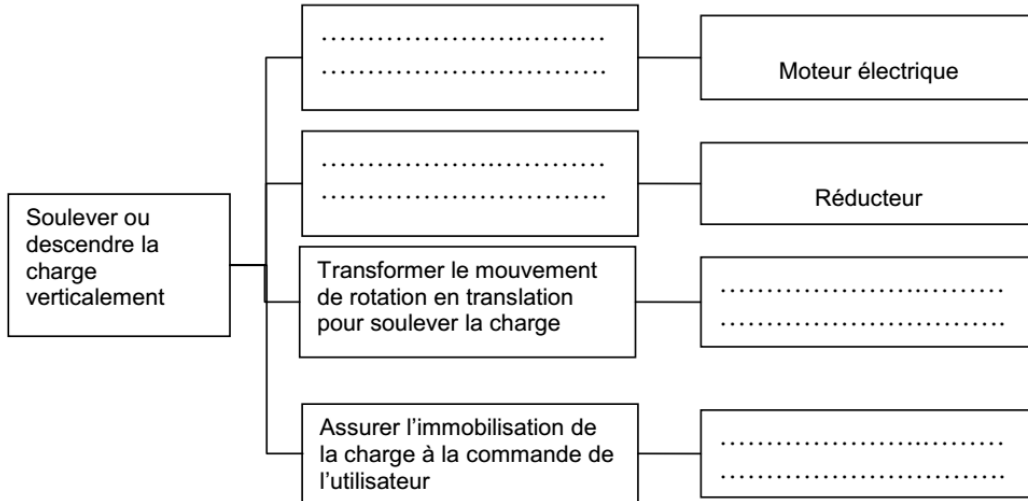
- 3.1 quel est le type de frein utilisé dans ce système ?
- 3.2 quel est le nombre de surfaces de contact de friction dans ce frein ?
- 3.3 déterminer le couple exercé par la charge maximale sur le tambour d'enroulement **7** ;
- 3.4 calculer le couple de freinage **C_f** nécessaire pour maintenir la **charge maximale** en position freinée ;
- 3.5 déterminer l'effort presseur **F_p** du freinage quand la charge est maximale ;
- 3.6 selon le dossier technique l'intensité minimale de l'effort presseur de freinage est de **240N** ; le freinage est-il assuré? Conclure sur la compatibilité de l'effort presseur.

Documents réponses

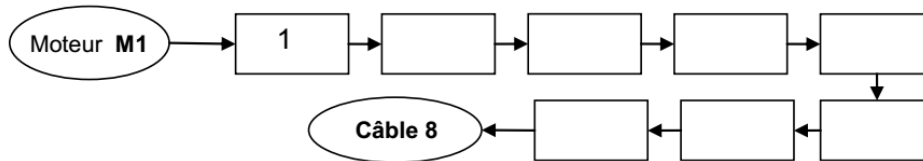
SITUATION D'EVALUATION 1 :

Tâche n°1 :

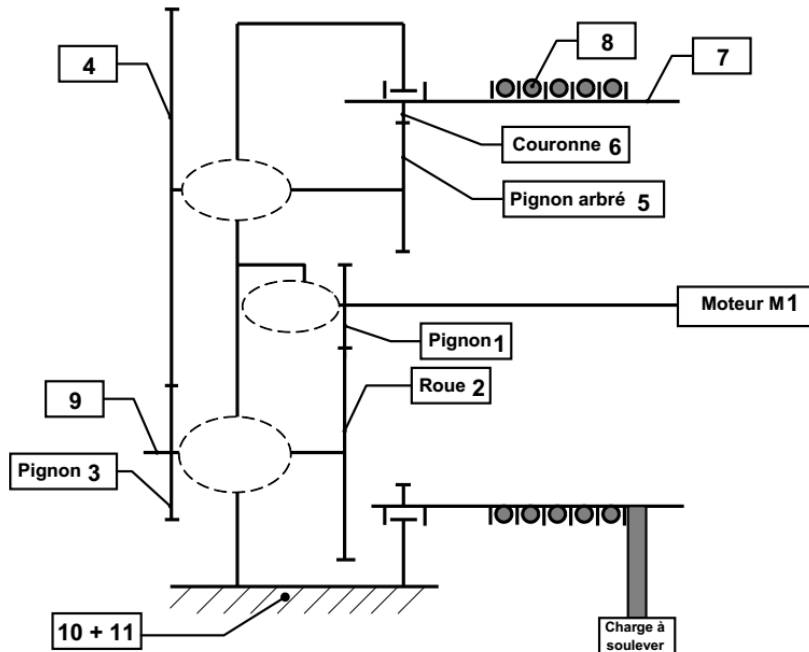
1.1 Le FAST relatif à la fonction "soulever ou descendre la charge verticalement" : /1pt



1.2 La chaîne cinématique du palan électrique : /1,75pt



1.3 Le schéma cinématique relatif à la vue en coupe du palan électrique : /1,5pt



Tâche n°2 :

2.1 Le rapport de transmission **k** du réducteur qui se compose de trois engrenages à denture hélicoïdale (1,2) ; (3,4) et (5,6) : **/1pt**

.....

.....

2.2 La vitesse angulaire ω_t du tambour d'enroulement en **rad/s** : **/1pt**

On donne : - vitesse de la charge est de **$V_Q=0,57$ m/s** ;
 - rayon du tambour **$R_t=140$ mm**.

.....

.....

2.3 La fréquence de rotation du tambour d'enroulement **Nt** en **tr/mn** : **/1pt**

.....

.....

2.4 La fréquence de rotation de l'arbre du moteur **Nm** en **tr/mn** : **/1pt**

.....

.....

2.5 La puissance **Ps** du tambour en **watts** sachant que :
 $g=10$ m/s², $Q= 250$ kg et $V_Q= 0,57$ m/s : **/1pt**

.....

.....

2.6 La puissance utile du moteur **Pm** en **Kwatts**. Le rendement du réducteur est $\eta=0,8$: **/1pt**

.....

.....

2.7 Le choix du moteur : **/0,5pt**

.....

.....

Tâche n°3 :

3.1 Le type de frein utilisé dans ce système : **/0,5pt**

.....

3.2 Le nombre de surfaces de contact de friction dans ce frein : **/0,5pt**

.....

3.3 Déterminer le couple **Ct** exercé par la charge maximale sur le tambour 7 : **/1pt**
On donne :

- la charge maximale **$Q=250$ kg** ;
 - le rayon du tambour d'enroulement **$R_t = 140$ mm** ; **$g=10$ m/s²**.
-
-

3.4 Calculer le couple de freinage **Cf** (en **Nm**) nécessaire pour maintenir la charge maximale en position freinée, sachant que : **/1pt**

- le rendement du réducteur **$\eta = 0,8$** ;
 - prendre le rapport de réduction **$k = 0,014$** .
-
-

3.5 L'effort presseur **Fp** du freinage en **Newton** quand la charge est maximale en prenant **$R_{moy} = 40$ mm, $f = 0,3$ et $C_f = 6,2$ Nm** : **/1pt**

.....

.....

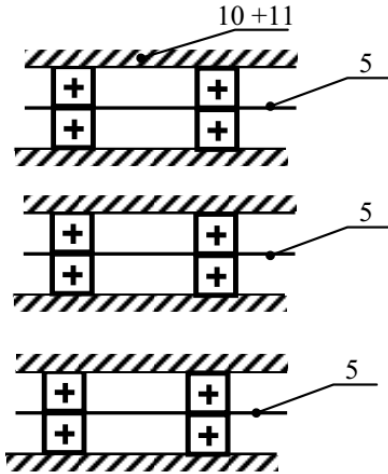
3.6 Le freinage est-il assuré? Conclusion sur la compatibilité de l'effort presseur : **/1pt**

.....

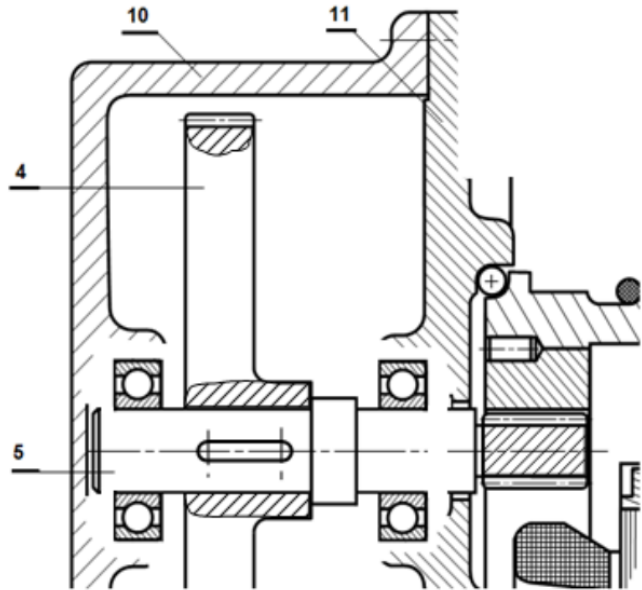
.....

Tâche n°2 :

2.1- les schémas des différentes solutions des arrêts en translation des bagues des roulements pour l'arbre tournant 5. /1,5pt



2.2- Le montage de roulements : /2pts



2.3- Les ajustements sur l'une des portées des deux roulements, sachant que la charge supportée par l'arbre est normale : /1pt

Tâche n°3 :

3.1 Le tableau des caractéristiques géométriques de la roue dentée 2 : /1,5pt

Angle d'hélice	Module réel	Nombre de dents	Module apparent	Diamètre primitif
$\beta = 22^\circ$	$m_n = 1,5 \text{ mm}$	$Z_2 = 72 \text{ dents}$	$m_t = m_n / \cos \beta = \dots\dots\dots$	$d = \dots\dots\dots$

Saillie	Creux	Diamètre de tête	Diamètre de pied
$h_a = \dots\dots\dots$	$h_f = \dots\dots\dots$	$d_a = \dots\dots\dots$	$d_f = \dots\dots\dots$

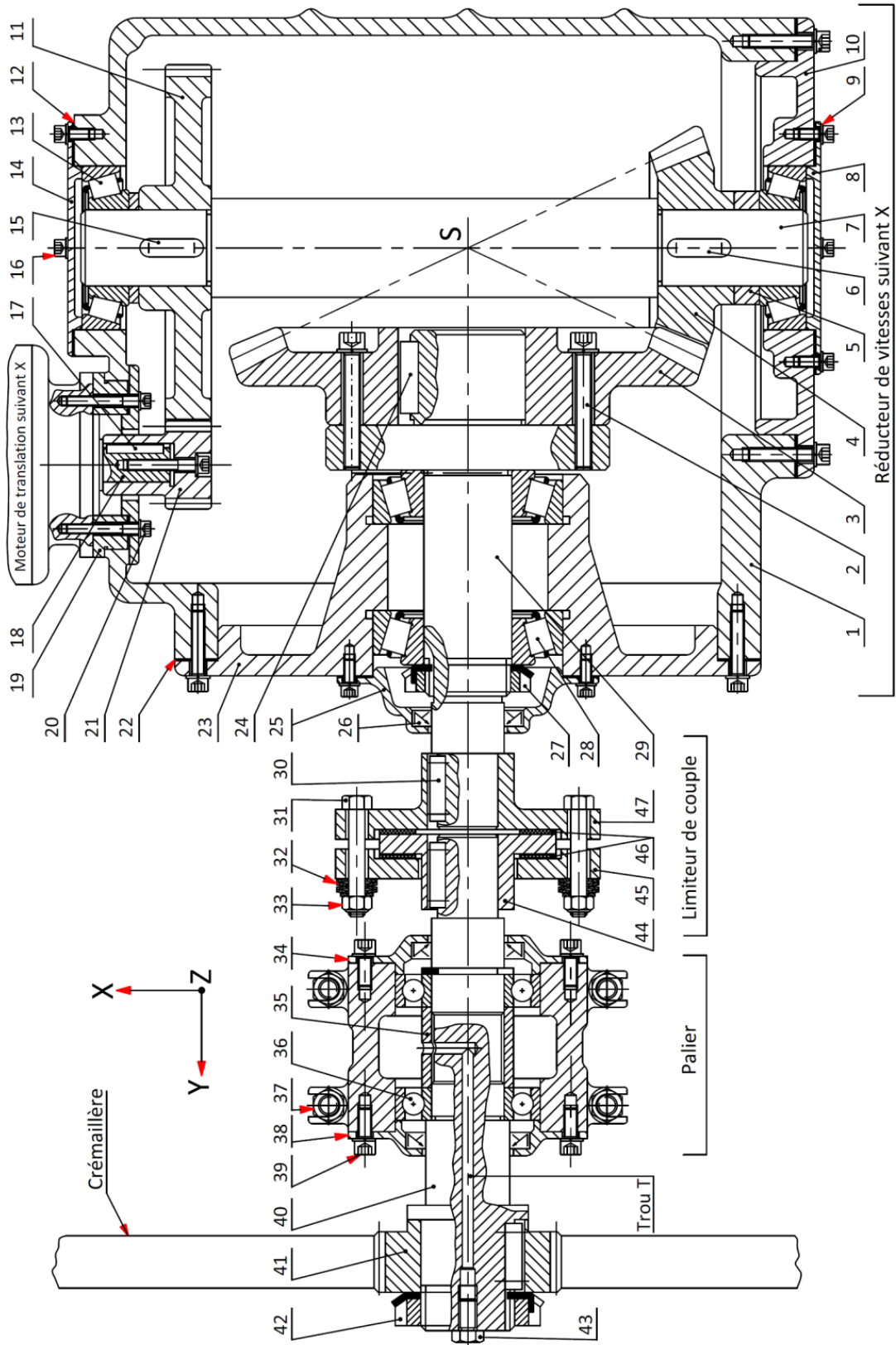
3.2 Le tableau des cotes de la roue dentée 2 : /1,5pt

Cote	Cote max	Cote min	Intervalle de tolérance : IT
$\varnothing 30 \text{ H9} = \varnothing 30 \begin{matrix} +0,052 \\ 0 \end{matrix}$	$\dots\dots\dots$	$\dots\dots\dots$	$\dots\dots\dots$
$30 \begin{matrix} 0 \\ -0,1 \end{matrix}$	$\dots\dots\dots$	$\dots\dots\dots$	$\dots\dots\dots$

EXERCICE 9

Volet 4 : Documents ressources

Mécanisme de déplacement de l'ensemble mobile suivant l'axe X

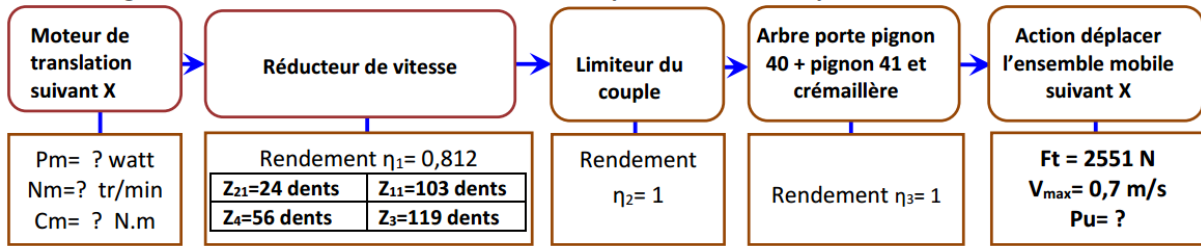


- Nomenclature du mécanisme de déplacement de l'ensemble mobile suivant l'axe X.

47	1	Plateau droit		
46	1	Garniture de friction		
45	1	Plateau gauche		
44	1	Moyeu central		
43	1		S 235	
42	1	Ecrou à encoches type KM- M40		ISO 2982
41	1	Pignon (denture droite)		
40	1	Arbre porte pignon		
39	4	Vis à tête cylindrique à six pans creux ISO 4762 – M6 x 16	25 Cr Mo 4	Traité
38	1	Couvercle		
37	4	Boulon		
36	2	Roulement à une rangée de billes à contact radial		
35	1	Entretoise		
34	1	Couvercle		
33	4	Ecrou hexagonal ISO 4032 – M12- 08		
32	16	Rondelles belleville (rondelles ressorts coniques)	EN-GJL-150	
31	4	Vis à tête hexagonale ISO 4014 – M12 x 50_ 8-8		
30	2	Clavette forme A, 10 x 8 x 22	C 35	NF E 22 -177
29	1	Arbre de sortie du réducteur		
28	2	Roulement à rouleaux coniques		
27	1	Ecrou à encoches type KM- M27		ISO 2982
26	3			
25	1	Couvercle	EN-GJL-150	
24	1	Clavette forme A, 10 x 8 x 24	C 35	NF E 22 -177
23	1	Boitier		
22	1	Joint plat		
21	1	Pignon : Z₂₁= 24 dents		
20	4	Vis à tête cylindrique à six pans creux ISO 4762 – M10 x 40		NF NE ISO 4762
19	1	Support moteur		
18	1	Arbre moteur		
17	1	Clavette forme A, 10 x 8 x 25	C 35	NF E 22 -177
16	4	Vis à tête cylindrique à six pans creux ISO 4762 – M6 x 20		NF NE ISO 4762
15	1	Clavette forme A, 10 x 8 x 30	C 35	NF E 22 -177
14	1	Couvercle	EN-GJL-150	
13	2			
12	2	Cales de réglage de jeu	EN-GJL-150	
11	1	Roue dentée : Z₁₁= 103 dents		Dents Trempées
10	1	Couvercle	EN-GJL-150	
9	4	Rondelle Grower		
8	1	Couvercle	EN-GJL-150	
7	1	Arbre intermédiaire		
6	1	Clavette forme A, 10 x 8 x 30	C 35	NF E 22 -177
5	1	Entretoise		
4	1	Pignon conique : Z₄= 56 dents		Dents Trempées
3	1	Roue dentée conique : Z₃= 119 dents		Dents Trempées
2	4	Vis à tête cylindrique à six pans creux ISO 4762 – M10 x 50		NF NE ISO 4762
1	1	Carter	EN-GJL-150	
Rep	Nb	Désignation	Matière	Observation

• Données pour la tâche 2.2

✓ Agencement de la chaîne de transmission de puissance mécanique dans le bloc X :



Tâche 2.2 : Validation du choix du moteur de translation suivant l'axe X du bloc X (DRES page 16/17).

- a. Calculer la puissance utile **Pu (en watt)** capable de déplacer l'ensemble mobile suivant l'axe X : /1pt
- b. Déterminer le rapport de réduction $K = \frac{N_{29}}{N_{18}}$ du réducteur de vitesse et en déduire la fréquence de rotation **N₁₈** (en **tr/min**) de l'arbre moteur sachant que **N₂₉ = N₄₀ = 159 tr/min**. Pour les applications numériques, prendre quatre chiffres après la virgule : /1,5pt
- c. Calculer le rendement global **η_g** et en déduire la puissance mécanique **Pm (en kW)** du moteur électrique de translation suivant X : /2pts
- d. Choisir, en se référant au **DRES** page 16/17, le type du moteur qui convient : /1pt

Type du moteur	Puissance Pm (en kW)	fréquence de rotation (en tr/min)	Couple (en N.m)
.....