DEVOIR SURVEILLÉ — SCIENCES DE L'INGÉNIEUR

2ème BAC Sciences Mathématiques B · Durée : 2 heures · Année scolaire

MONTE-CHARG

Nom et prénom :	**NOTE**
Classe : **N° :**	**/ 20**

Composition du sujet

Partie	Contenu	Pages
Dossier présentation	Présentation, description, fonctionnement	2
Situations d'évaluation	SEV 1 et SEV 2 : questions Q1 à Q25	3 – 4
DRES 01 – 03	Documents ressources : schéma du monte-charge, réducteur R, nomenclature	5 – 7
DREP 01 – 05	Documents réponses (à rendre avec la copie)	8 – 12

Barème

Questions	Contenu	Points	Questions	Contenu	Points
Q1 – Q3	Bête à cornes, SADT A-0, chaîne fonctionnelle	2,5 pts	**Q15**	Couplage du moteur	0,5 pt
Q4 – Q6	Liaisons, schéma et chaîne cinématiques du réducteur	2,75 pts	**Q16 – Q20**	Moteur au point nominal	3,75 pts
Q7 – Q13	Cinématique et transmission de puissance	4,75 pts	**Q21 – Q22**	Point de fonctionnement	1,5 pt
Q14	Dessin de définition de la vis à encoches (30)	2 pts	**Q23 – Q25**	Fonctionnement à U/f constant	2,25 pts

SEV 1 (Q1 – Q14) : 12 pts · **SEV 2** (Q15 – Q25) : 8 pts · **Total : 20 pts**

Consignes

1	Lire attentivement l'ensemble du sujet avant de commencer à répondre.
2	Les deux SEV sont indépendantes et peuvent être traitées dans un ordre quelconque après lecture de la présentation.
3	Toutes les réponses doivent être rédigées sur les documents réponses **DREP**, à joindre obligatoirement à la copie même s'ils ne comportent aucune réponse.
4	Les calculs doivent être justifiés : formule littérale, application numérique, résultat avec unité (arrondi à deux chiffres après la virgule).
5	Aucun document n'est autorisé. Seule la calculatrice non programmable est autorisée.

GROUPE SCOLAIRE ALJABR FÈS

DOSSIER PRÉSENTATION Le monte-charge

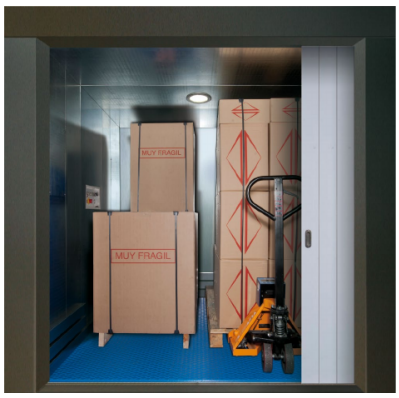
1. Présentation du système

Un monte-charge est un élévateur vertical, capable de **transporter une charge** matérielle, **d'un niveau à un autre**.

Le monte-charge, objet de l'étude, est installé dans un laboratoire pharmaceutique.

Il est destiné à distribuer la matière première (**charge**) utilisée dans la fabrication de médicaments entre trois niveaux :

- une unité de stockage située au rez-de-chaussée (**Niveau 0**) ;
- une unité **1** de fabrication située au premier étage (**Niveau 1**) ;
- une unité **2** de fabrication située au deuxième étage (**Niveau 2**).



Cabine du monte-charge

2. Description de l'installation

La cabine d'un monte-charge ne dispose pas de commande : toutes les manœuvres se font à partir de l'extérieur de la cabine depuis les tableaux de commande installés sur le palier.

Le monte-charge (voir **DRES 01**) est constitué de :

- une **gaine** recevant la cabine ;
- une **cabine**, où l'on place la charge à transporter, constituée d'un corps en tôle d'acier et supportant :
  - des cames (non représentées) qui actionnent les fins de course ;
  - des coulisseaux pour le guidage ;
- deux **rails** de guidage en translation de la cabine ;
- trois **portes palières** coulissantes (une par niveau) ;
- un **frein mécanique** de sécurité non représenté ;
- un ensemble **treuil** constitué principalement de :
  - un **motoréducteur-frein** commandé par un **variateur de vitesse** ;
  - un **accouplement A** de transmission ;
  - un **tambour T** sur lequel s'enroule le câble de traction de la cabine ;
  - une **armoire électrique** contenant l'appareillage électrique de commande et de protection ;
  - un **automate programmable industriel** (A.P.I) qui gère les informations du système via un bus de capteurs et d'actionneurs de type **AS-i** ;
- une **Interface Homme/Machine** (IHM) placée à chaque niveau, composée de boutons d'appel et de renvoi et de voyants lumineux ;
- des **capteurs** :
  - des capteurs de **position** à action mécanique (non représentés) détectent les différents niveaux ;
  - un capteur de **poids**, installé entre le câble et la cabine, mesure la masse totale à déplacer (cabine + charge).

3. Fonctionnement

- Après un appel ou un envoi, la cabine démarre à **grande vitesse**.
- Lorsque la cabine est proche du niveau de destination, elle ralentit (**petite vitesse**).
- Lorsque la cabine arrive au niveau de destination, elle s'arrête.
- La cabine ne peut se déplacer que si les portes palières sont bien fermées et si la masse totale **m** (cabine + charge) est inférieure ou égale à **1000 kg**.

GROUPE SCOLAIRE ALJ… FÈS

SEV 1 Analyse fonctionnelle partielle et transmission de puissance — / 12 pts

A. Analyse fonctionnelle partielle *(réponses sur DREP 01)*

On se propose d'appliquer au monte-charge quelques outils de l'analyse fonctionnelle. Pour cela, lire attentivement la présentation, la description et le fonctionnement du système.

Q1 Compléter le diagramme « bête à cornes » du système. — 0,5 pt

Q2 Compléter le diagramme SADT de niveau A-0 traduisant la fonction globale du système. — 0,5 pt

Q3 Compléter le schéma de la chaîne fonctionnelle du système. — 1,5 pt

B. Analyse de la transmission dans le réducteur R *(DRES 02, DRES 03 – réponses sur DREP 02)*

Q4 Compléter le tableau des liaisons et le schéma cinématique minimal du réducteur R. — 1,5 pt

Q5 Compléter la chaîne cinématique du réducteur R. — 0,75 pt

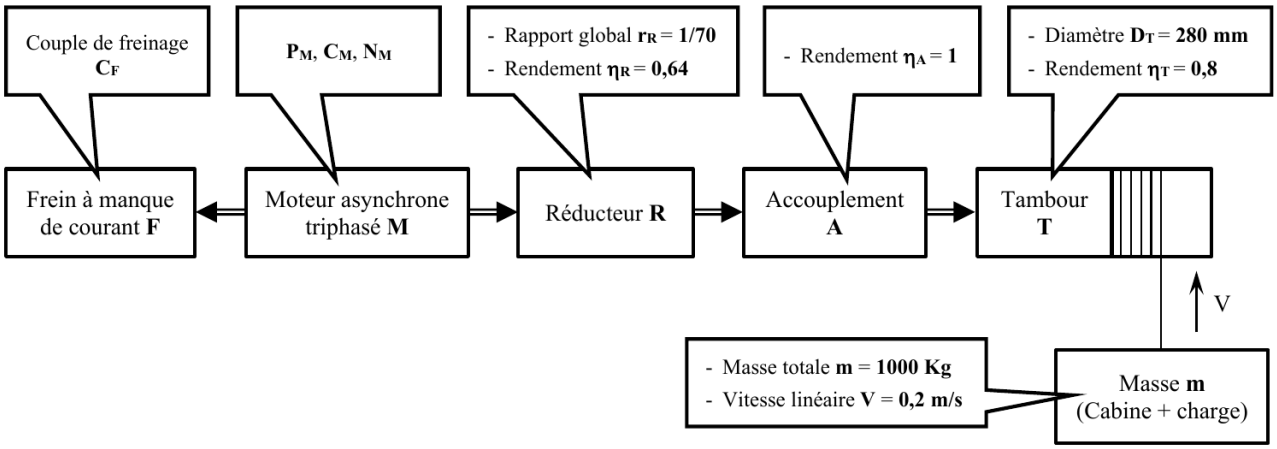
Q6 Quel élément permet de réaliser le maintien en position de la roue dentée creuse (17) ? — 0,5 pt

C. Cinématique et transmission de puissance *(réponses sur DREP 02 et DREP 03)*

Extrait du cahier des charges fonctionnel :

- masse maximale à déplacer verticalement (cabine + charge) : **m = 1000 kg** ;
- vitesse linéaire de déplacement vertical (cabine + charge) : **V = 0,2 m/s**.

Synoptique et caractéristiques de la transmission :



Nota : résultats arrondis à deux chiffres après la virgule ; prendre **π = 3,14** et **g = 10 m/s²**.

Q7 Calculer en tr/min la vitesse de rotation N_T du tambour T. — 0,75 pt

Q8 En prenant N_T = 14 tr/min, déduire en rad/s la vitesse angulaire ω_T du tambour T. — 0,5 pt

Q9 Calculer en kW la puissance P_n nécessaire pour soulever la masse totale m. — 0,5 pt

Q10 Calculer en N.m le couple C_T exercé sur le tambour T par le poids de la charge de masse totale m. — 0,75 pt

Q11 Calculer en kW la puissance mécanique P_M du moteur M capable de soulever la masse m. — 0,75 pt

Q12 Calculer en tr/min la vitesse de rotation N_M du moteur M. — 0,75 pt

On choisit un moteur M tel que : puissance P_M = **4 kW** ; vitesse de rotation N_M = **965 tr/min**.

Q13 Calculer en N.m la valeur minimale du couple de freinage C_F capable de maintenir immobile la masse m (cabine + charge). — 0,75 pt

D. Définition graphique de la vis à encoches (30) *(réponse sur DREP 04)*

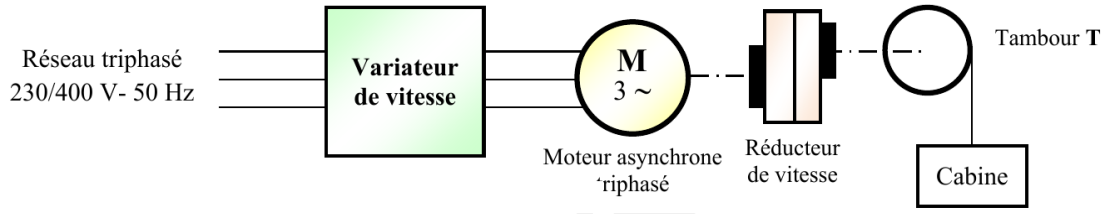
L'arrêt axial réglable de la bague extérieure du roulement (31) est matérialisé dans le réducteur par la vis à encoches (30), objet de la définition graphique suivante.

Q14 Compléter le dessin de définition de la vis à encoches (30) : **2 pts**

- vue de face ;
- vue de gauche en coupe A-A (sans traits cachés) ;
- vue de dessus ;
- il sera tenu compte de la représentation et du respect des règles du dessin.

SEV 2 Étude partielle de la chaîne d'énergie / 8 pts

Le tambour T, sur lequel s'enroule le câble supportant la cabine du monte-charge, est entraîné par un moteur asynchrone triphasé M associé au réducteur R. Le stator de la machine est alimenté par un variateur de vitesse.



Étude du moteur asynchrone M *(réponses sur DREP 05)*

La plaque signalétique du moteur comporte les indications suivantes :

230 V / 400 V – 50 Hz	16,28 A / 9,40 A
4 kW	960 tr/min | cos φ = 0,76

Q15 Pour f = 50 Hz, la valeur efficace de la tension entre phases à la sortie du variateur vaut 400 V. Quel doit être le couplage du moteur ? **0,5 pt**

Étude du moteur alimenté sous U = 400 V – 50 Hz, au point de fonctionnement nominal :

Q16 Déterminer la fréquence de synchronisme n_s en tr/min, sachant que le moteur possède 6 pôles. **0,75 pt**

Q17 Calculer le glissement g_N en % du moteur. **0,75 pt**

Q18 Calculer la puissance P absorbée en W. **0,75 pt**

Q19 Calculer le rendement η du moteur. **0,75 pt**

Q20 Montrer que le couple utile nominal du moteur est C_{uN} = 39,78 N.m. **0,75 pt**

La charge entraînée par le moteur présente un couple résistant constant $\mathbf{C_r = 36\ N.m}$. La caractéristique mécanique du moteur $C_u(n)$ est assimilable à une droite de la forme $\mathbf{C_u = a.n + b}$ passant par les points ($n = n_s$; $C_u = 0$) et ($n = n_N$; $C_u = C_{uN}$). Déterminer :

Q21 les coefficients a et b en précisant leurs unités ; **1 pt**

Q22 la vitesse de rotation n en tr/min du groupe moteur-charge. **0,5 pt**

Étude du fonctionnement à fréquence réglable : le moteur est alimenté à **U/f constant**. La vitesse du moteur lors du ralentissement de la cabine est $\mathbf{n_1 = 570\ tr/min}$ avec un glissement $\mathbf{g_1 = 5\ \%}$.

Q23 Calculer la vitesse de synchronisme n_{s1} en tr/min du moteur. **0,75 pt**

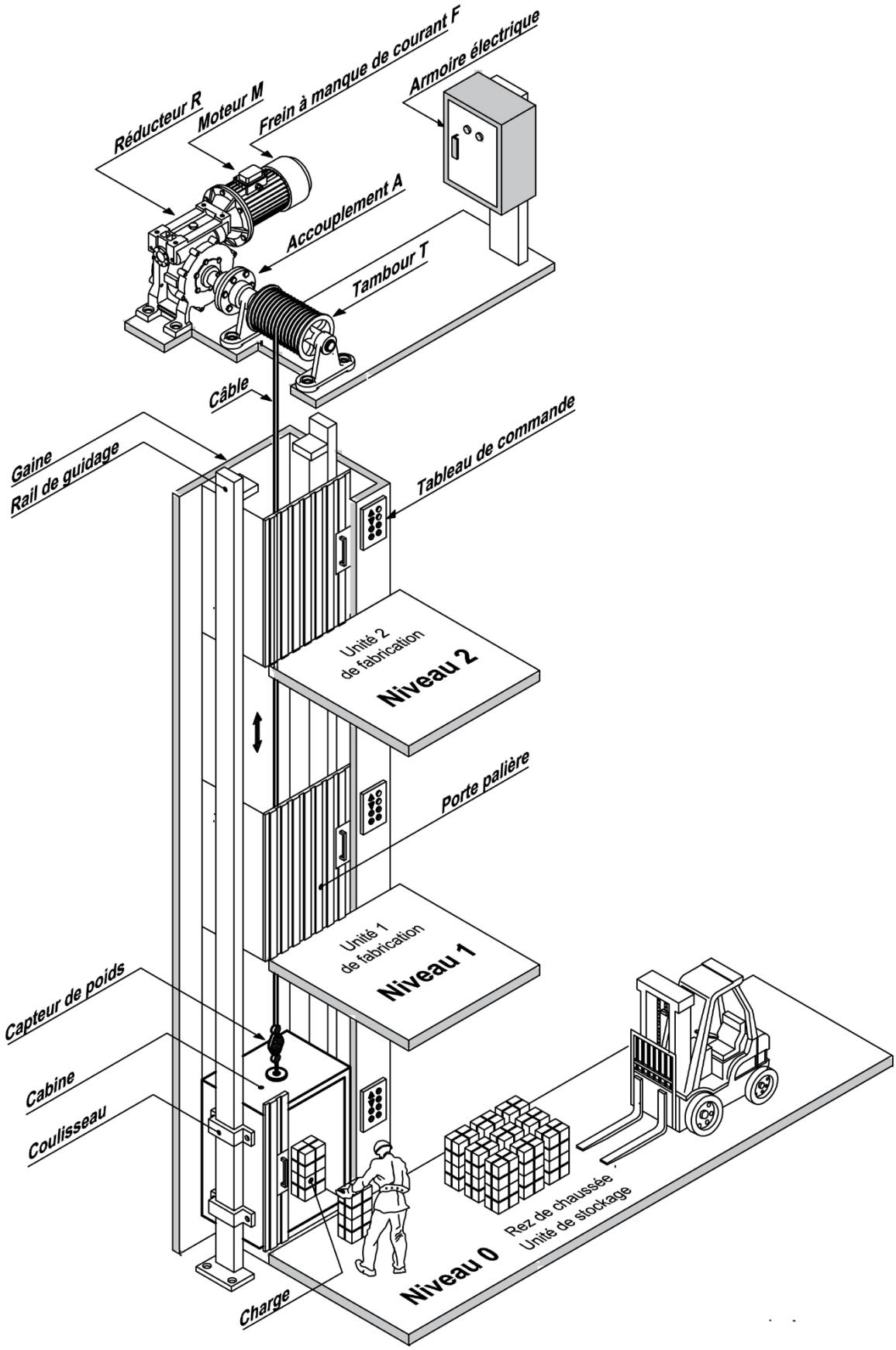
Q24 En déduire la fréquence f_1 d'alimentation à imposer. **0,75 pt**

Q25 Calculer la valeur efficace de la tension entre phases U_1 dans ces conditions. **0,75 pt**

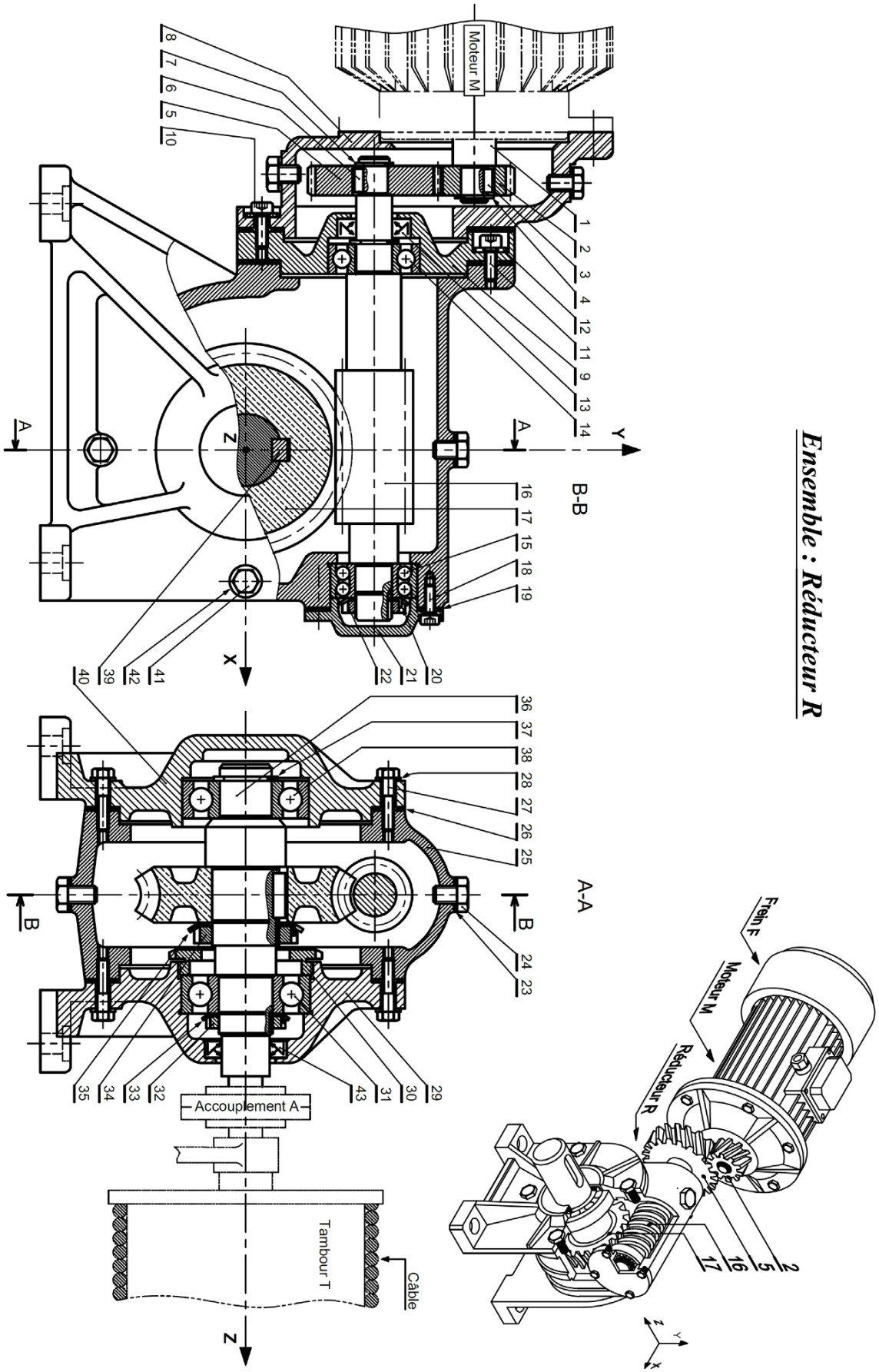
FIN DU SUJET — Bon courage

DRES 01 Schéma simplifié du monte-charge — Document ressource

Schéma simplifié du monte-charge



DRES 02 Ensemble réducteur R — Document ressource



Ensemble : Réducteur R

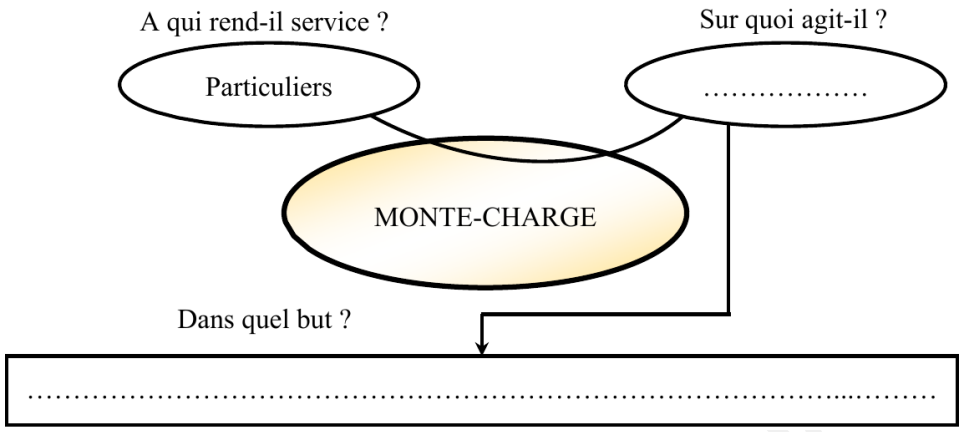
DRES 03 Nomenclature du réducteur R — **Document ressource**

Nomenclature du réducteur R

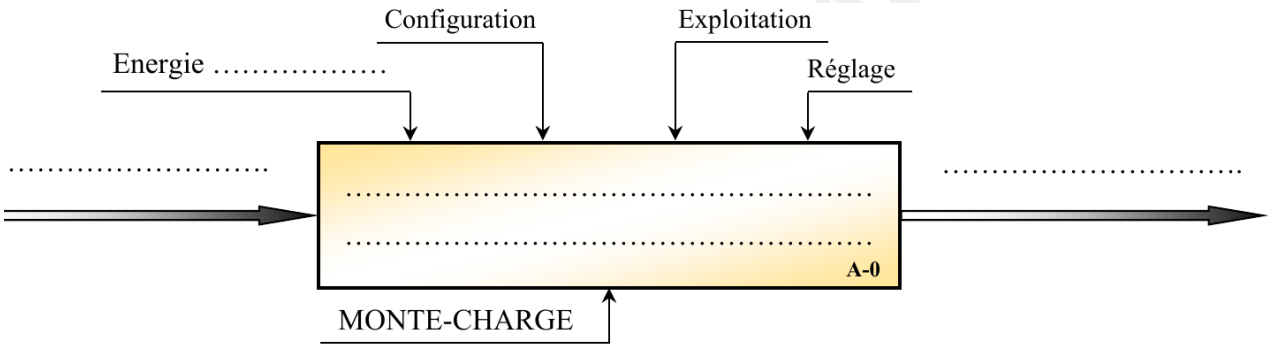
Rep	Nbr	Désignation	Matière	Observation
43	01	Joint à deux lèvres		
42	08	Rondelle plate		
41	08	Vis H		
40	01	Semelle boîtier	FGL 300	
39	01	Clavette parallèle		
38	01	Roulement type BC		
37	01	Anneau élastique		
36	01	Arbre de sortie	36 Ni Cr Mo 16	
35	01	Rondelle frein		
34	01	Ecrou à encoches	FGL 300	
33	01	Rondelle frein		
32	01	Ecrou à encoches		
31	01	Roulement type BC		
30	01	Vis à encoches		
29	01	Semelle boîtier	FGL 300	
28	08	Rondelle plate		
27	08	Vis H		
26	02	Joint plat	Paulstra	
25	01	Corps	FGL 300	
24	04	Vis bouchon		
23	04	Rondelle joint	Paulstra	
22	01	Ecrou à encoches		
21	01	Couvercle		
20	01	Rondelle frein		
19	01	Joint plat	Paulstra	
18	04	Vis CHc		
17	01	Roue dentée creuse	Cu Sn12 Mg	
16	01	Vis sans fin	36 Ni Cr Mo 16	
15	01	Roulement à deux rangées de billes		
14	01	Roulement type BC		
13	01	Joint à deux lèvres	Paulstra	
12	05	Rondelle plate		
11	05	Vis CHc		
10	05	Vis CHc		
09	01	Bride de fixation		
08	01	Carter		
07	01	Anneau élastique		
06	01	Clavette parallèle		
05	01	Roue dentée	C 45	
04	01	Anneau élastique		
03	01	Clavette parallèle		
02	01	Pignon	C 45	
01	01	Arbre moteur		

DREP 01 Analyse fonctionnelle (Q1 – Q3) — Document réponse

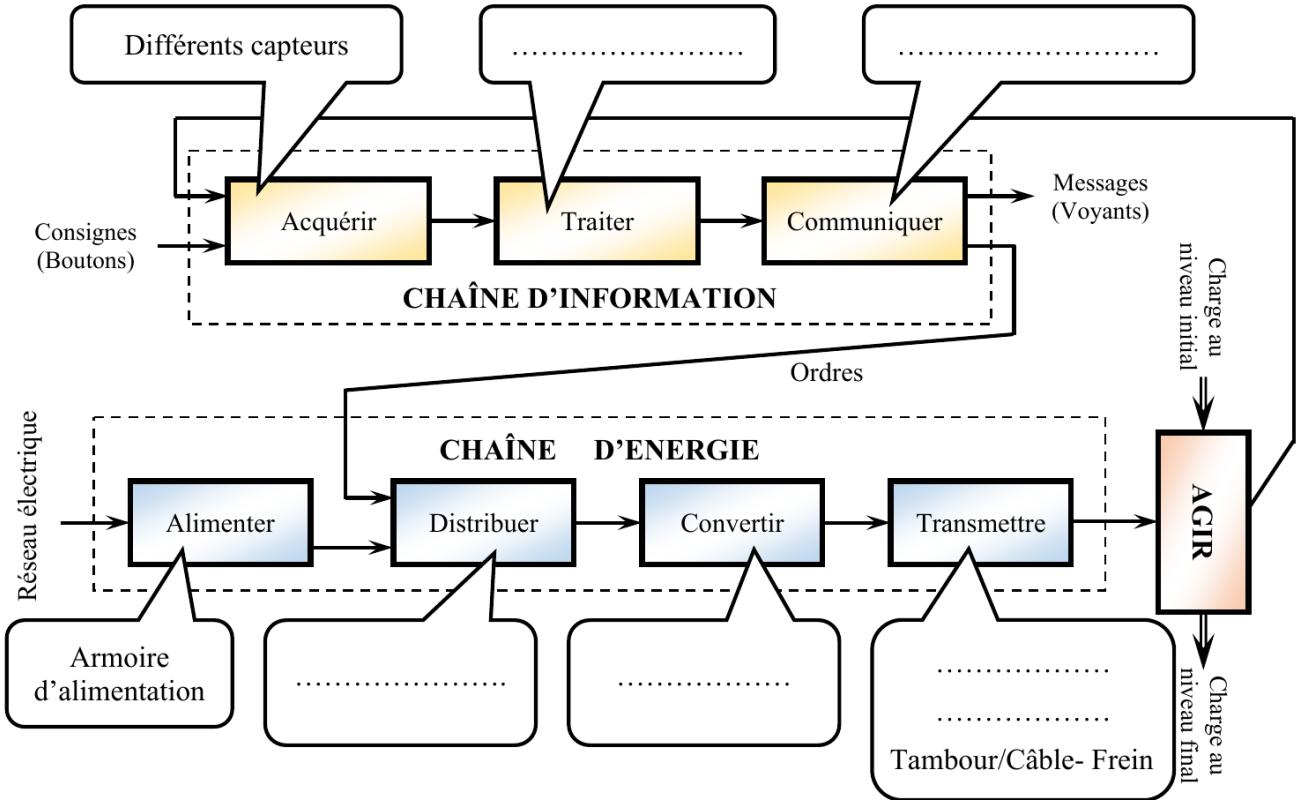
Q1 Compléter le diagramme « bête à cornes » du système. */ 0,5 pt*



Q2 Compléter le diagramme SADT de niveau A-0 traduisant la fonction globale du système. */ 0,5 pt*



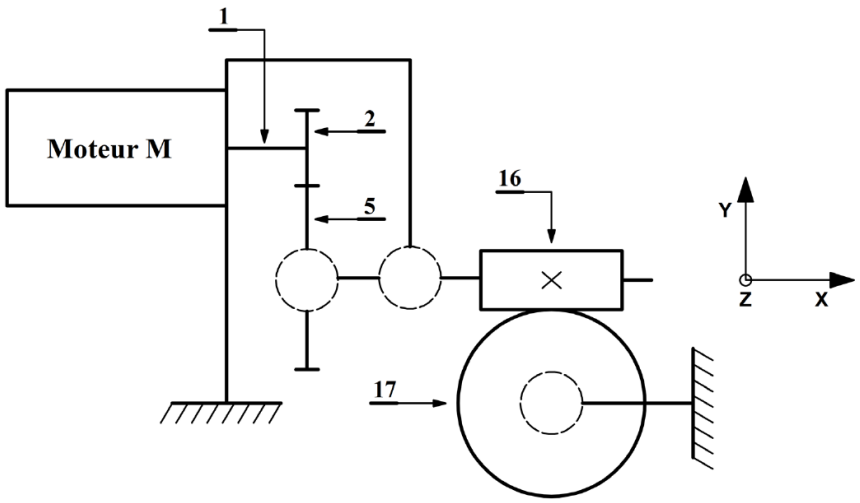
Q3 Compléter le schéma de la chaîne fonctionnelle du système. */ 1,5 pt*



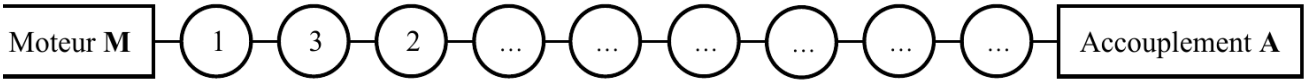
DREP 02 Réducteur R et cinématique (Q4 – Q7) — Document réponse

Q4 Compléter le tableau des liaisons et le schéma cinématique minimal du réducteur R. */ 1,5 pt*

		Translation d'Axe			Rotation d'axe		
Liaison	**Nom de la liaison**	X	Y	Z	X	Y	Z
2 / 1	Encastrement	0	0	0	0	0	0
5 / 16	.....	...	...	...	...	...	...
16 / {9 + 25}	.....	...	...	...	...	...	...
17 / 36	.....	...	...	...	...	...	...
36 / {29 + 40}	.....	...	...	...	...	...	...



Q5 Compléter la chaîne cinématique du réducteur R. */ 0,75 pt*



Q6 Quel élément permet de réaliser le maintien en position de la roue dentée creuse (17) ? */ 0,5 pt*

.....

.....

Q7 Calculer en tr/min la vitesse de rotation N_T du tambour T. */ 0,75 pt*

.....

.....

.....

DREP 03 Transmission de puissance (Q8 – Q13) — Document réponse

Q8 **En prenant N_T = 14 tr/min, déduire en rad/s la vitesse angulaire ω_T du tambour T.** */ 0,5 pt*

Q9 **Calculer en kW la puissance P_n nécessaire pour soulever la masse totale m.** */ 0,5 pt*

Q10 **Calculer en N.m le couple C_T exercé sur le tambour T par le poids de la charge de masse totale m.** */ 0,75 pt*

Q11 **Calculer en kW la puissance mécanique P_M du moteur M capable de soulever la masse m.** */ 0,75 pt*

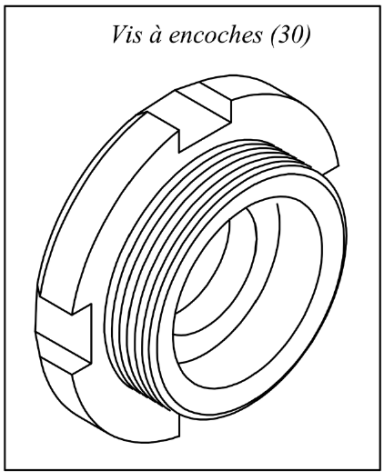
Q12 **Calculer en tr/min la vitesse de rotation N_M du moteur M.** */ 0,75 pt*

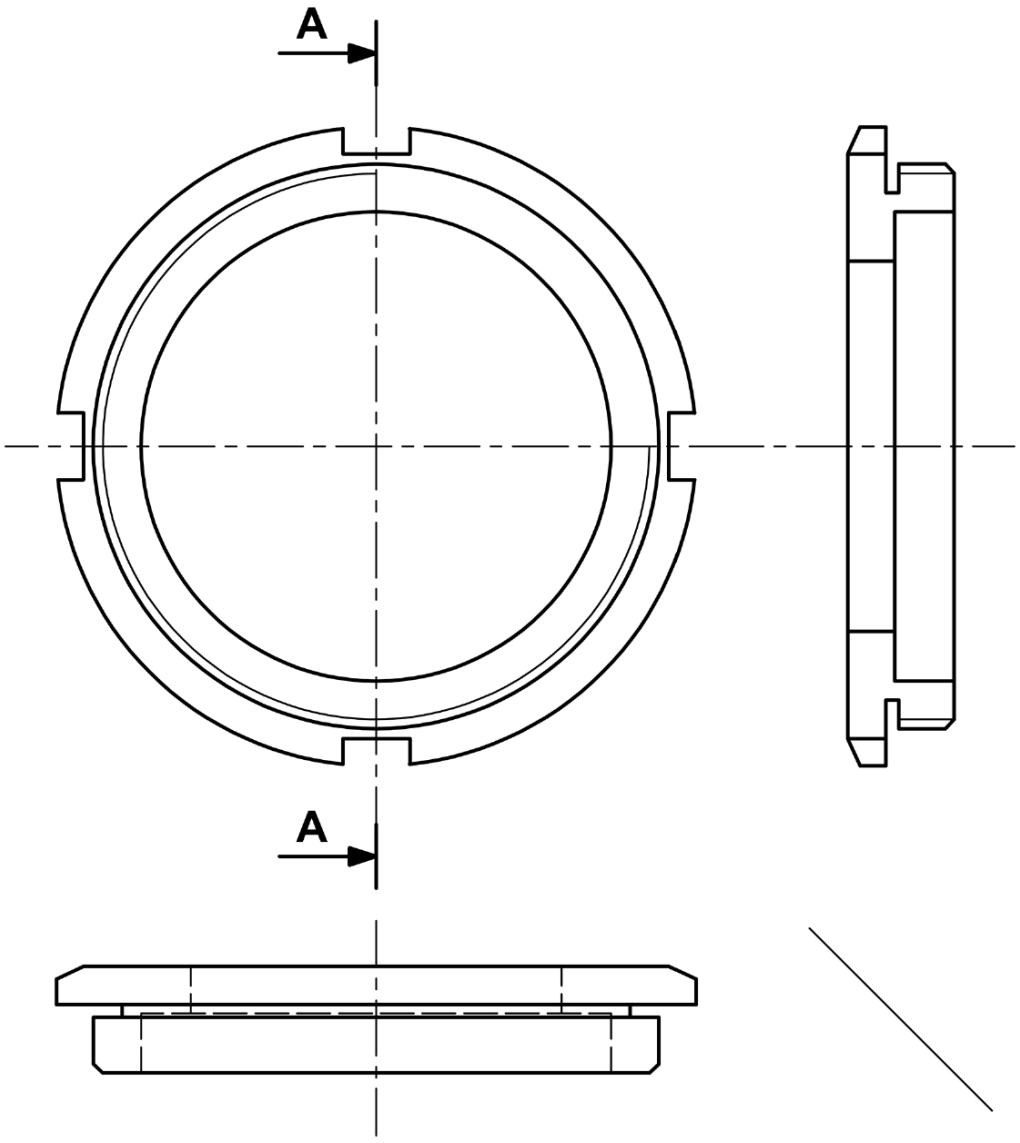
Q13 **Calculer en N.m la valeur minimale du couple de freinage C_F capable de maintenir immobile la masse m (P_M = 4 kW ; N_M = 965 tr/min).** */ 0,75 pt*

GROUPE SCOLAIRE ALJABR FÈS

DREP 04 Dessin de définition de la vis à encoches (Q14) — Document réponse

Q14 Compléter le dessin de définition de la vis à encoches (30) : vue de face, vue de gauche en coupe A-A (sans traits cachés) et vue de dessus. Il sera tenu compte du respect des règles du dessin. */ 2 pts*





DREP 05 Moteur asynchrone M (Q15 – Q25) — Document réponse

Q15 Pour f = 50 Hz et U = 400 V entre phases à la sortie du variateur, quel doit être le couplage du moteur ? */ 0,5 pt*

Q16 Déterminer la fréquence de synchronisme n_s en tr/min (moteur à 6 pôles). */ 0,75 pt*

Q17 Calculer le glissement g_N en % du moteur. */ 0,75 pt*

Q18 Calculer la puissance P absorbée en W. */ 0,75 pt*

Q19 Calculer le rendement η du moteur. */ 0,75 pt*

Q20 Montrer que le couple utile nominal du moteur est C_{uN} = 39,78 N.m. */ 0,75 pt*

Q21 Déterminer les coefficients a et b de C_u = a.n + b en précisant leurs unités. */ 1 pt*

Q22 Déterminer la vitesse de rotation n en tr/min du groupe moteur-charge (C_r = 36 N.m). */ 0,5 pt*

Q23 Calculer la vitesse de synchronisme n_{s1} en tr/min (n_1 = 570 tr/min ; g_1 = 5 %). */ 0,75 pt*

Q24 En déduire la fréquence f_1 d'alimentation à imposer. */ 0,75 pt*

Q25 Calculer la valeur efficace de la tension entre phases U_1 (alimentation à U/f constant). */ 0,75 pt*

GROUPE SCOLAIRE ALJABR FÈS