

**BREVET DE TECHNICIEN SUPÉRIEUR  
CONCEPTION DE PRODUITS INDUSTRIELS  
SESSION 2017**

---

**ÉPREUVE E4  
MOTORISATION DES SYSTÈMES**

Durée : 3 heures

---

Aucun document n'est autorisé

Calculatrice autorisée (conformément à la circulaire n°99-186 du 16 novembre 1999)

Le sujet comporte trois dossiers :

- un dossier technique
- un dossier travail
- un dossier réponse

Le dossier réponse est à joindre aux feuilles de copie.

**BREVET DE TECHNICIEN SUPÉRIEUR  
CONCEPTION DE PRODUITS INDUSTRIELS  
SESSION 2017**

---

**ÉPREUVE E4  
MOTORISATION DES SYSTÈMES**

DOSSIER TECHNIQUE

---

**CHAÎNE DE TRAITEMENT DE SURFACE**

Ce dossier comporte 14 pages.

## Mise en situation

La société RADIALL située en Isère est spécialisée dans la conception et la fabrication de connecteurs pour des applications telles que le médical, l'aéronautique civile et militaire, ou les télécommunications. Les connecteurs subissent un traitement de surface destiné à améliorer leurs propriétés mécaniques et électriques.

Nous allons nous intéresser ici à la chaîne de traitement de surface. Consulter les documents DT2, DT3 et DT4.

Elle se compose d'un portique constitué de deux poutres de 20 m en IPE220 sur lesquelles se déplace horizontalement un robot.

Après avoir paramétré différentes données, l'opérateur lance le cycle permettant de déplacer les tonneaux contenant les connecteurs dans différentes cuves (chargement, dégraissage, opérations de rinçage, cuivrage et déchargement).

L'étude portera sur la phase de dépôt de cuivre dans la cuve N°6. Le traitement est de type électrolytique.

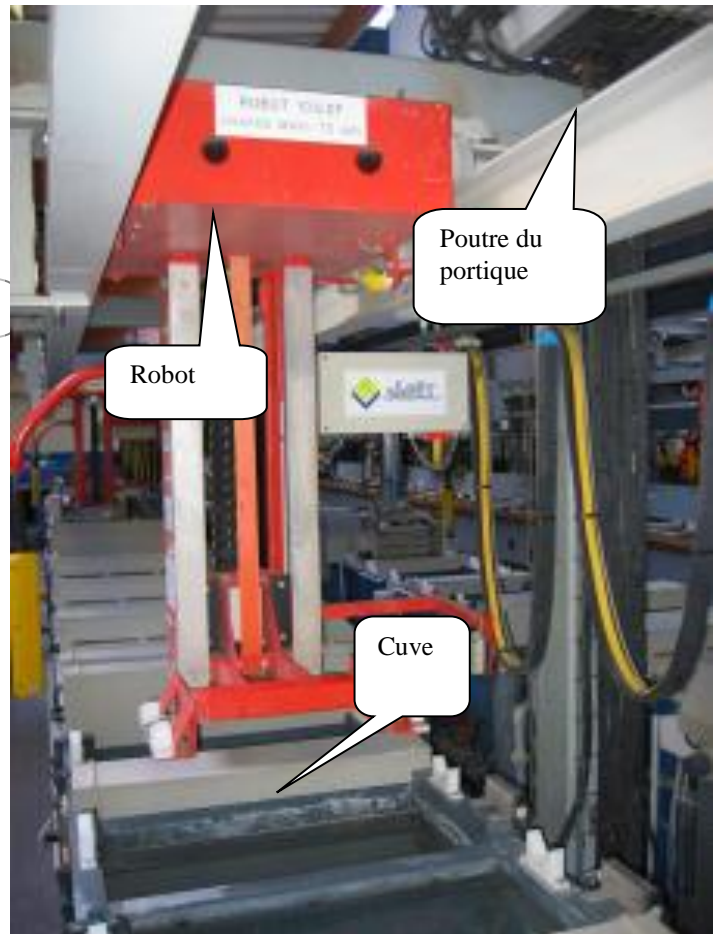
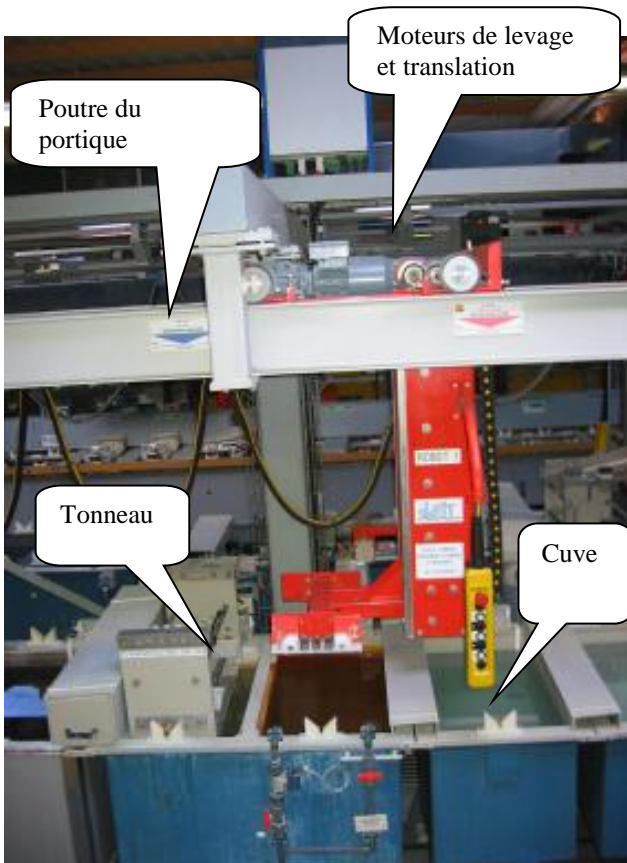
Le robot est muni de deux actionneurs électriques de type moteur asynchrone triphasé :

- un moteur permet le levage des tonneaux par l'intermédiaire d'un réducteur non-réversible ;
- un moteur assure la translation du robot par l'intermédiaire d'un réducteur réversible. Il est équipé d'un frein à manque de courant permettant un blocage après positionnement précis du robot au-dessus de la cuve choisie;
- les mouvements de levage d'un tonneau et la translation du robot ne s'effectuent pas simultanément.

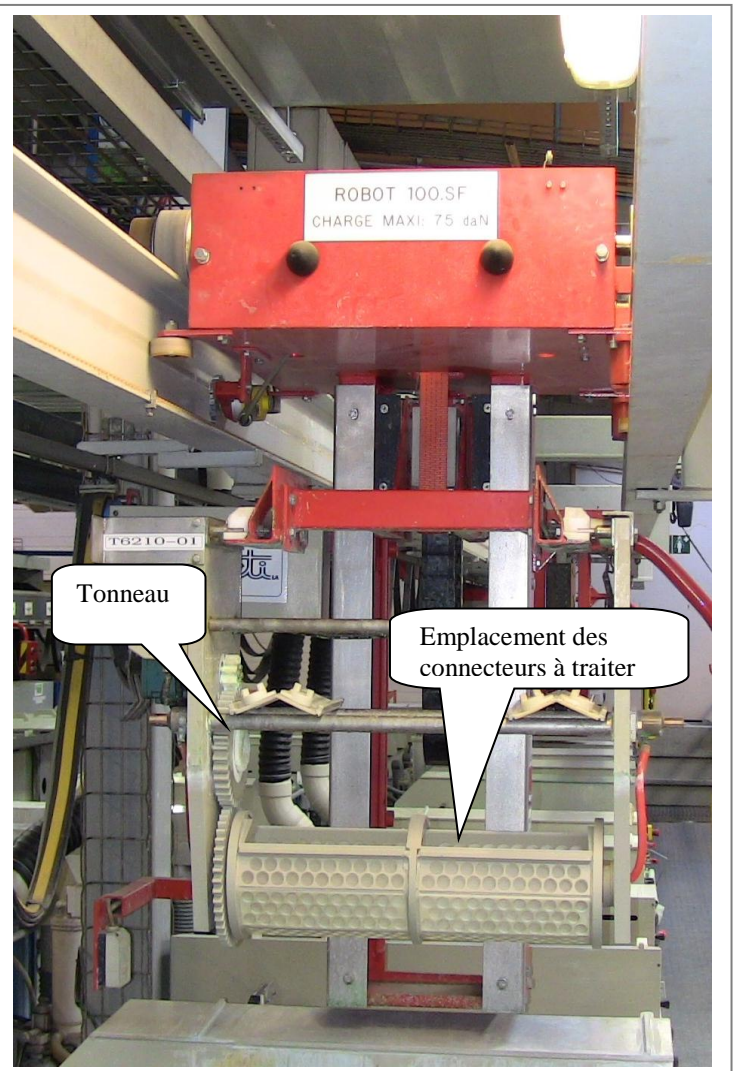
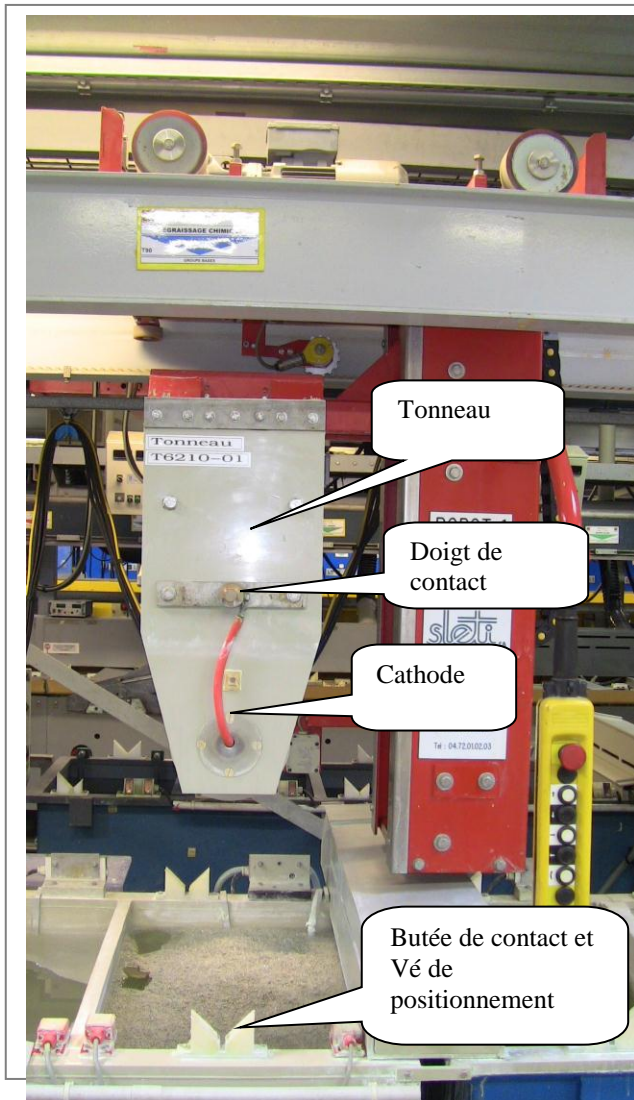
Les deux moteurs sont pilotés par un variateur de vitesse commun permettant des déplacements à des vitesses différentes.

Implantation

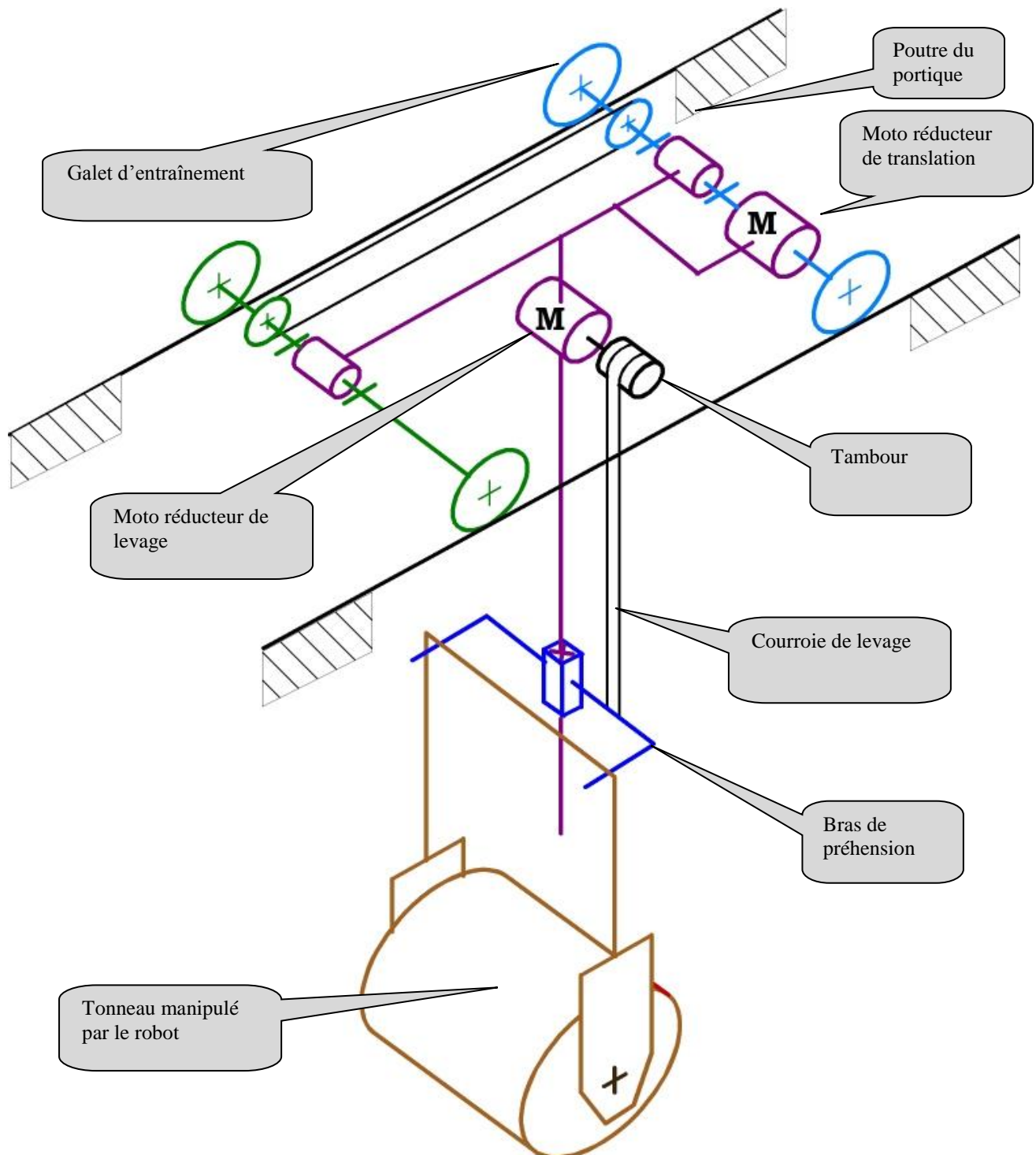
Robot sans prise de tonneau



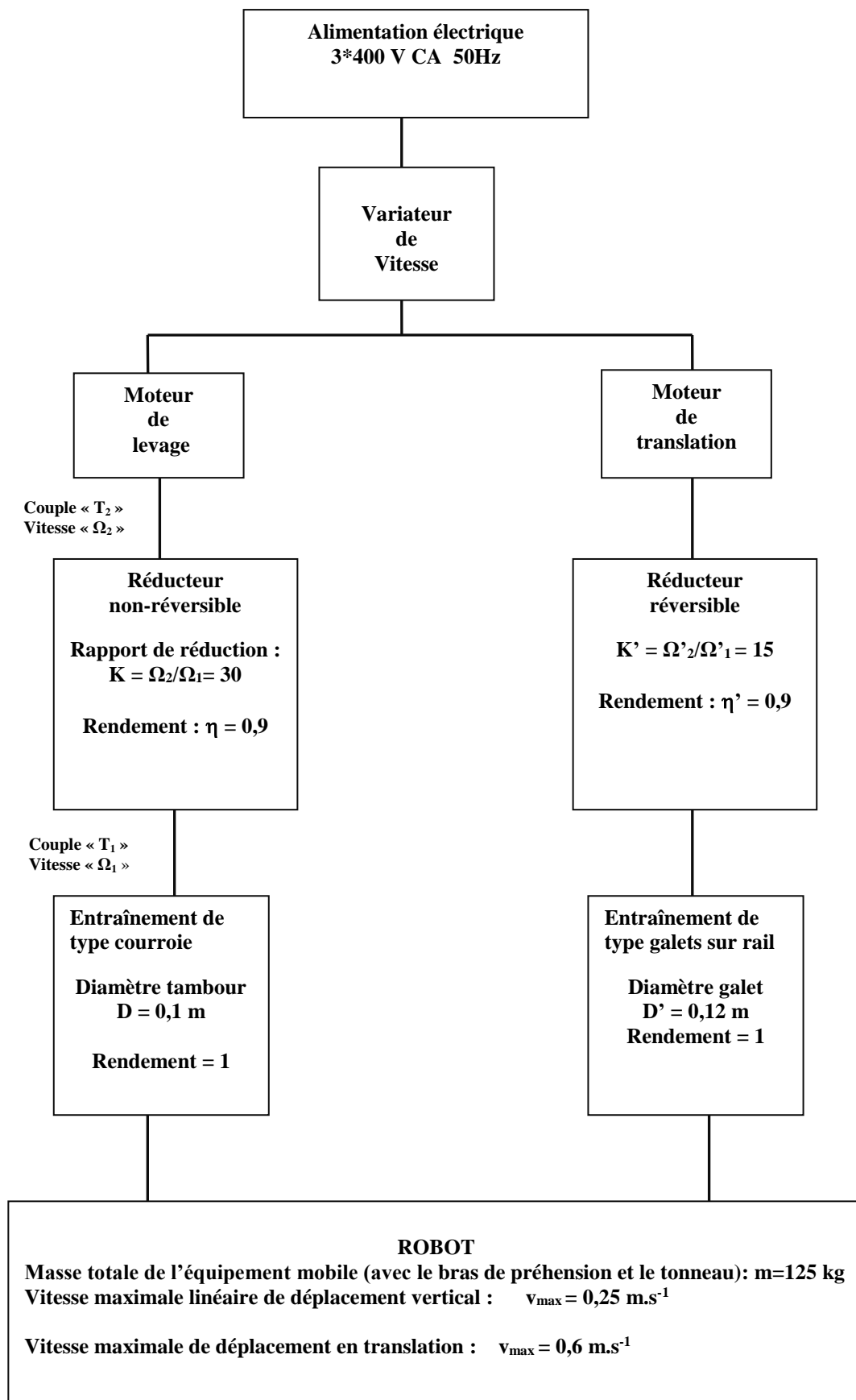
### Robot avec prise de tonneau



## Schéma cinématique du robot

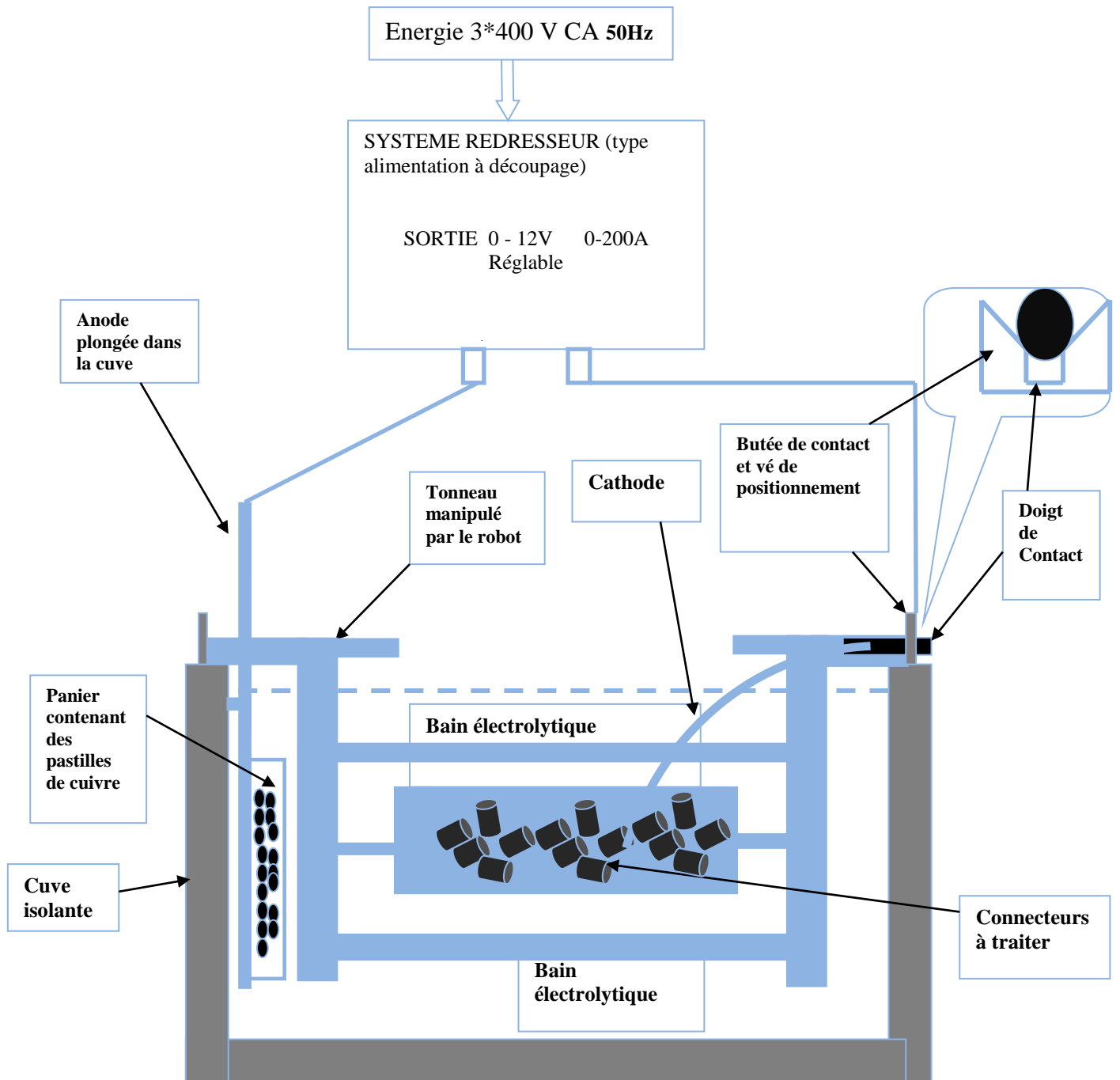


## Schéma simplifié du système de levage et de translation

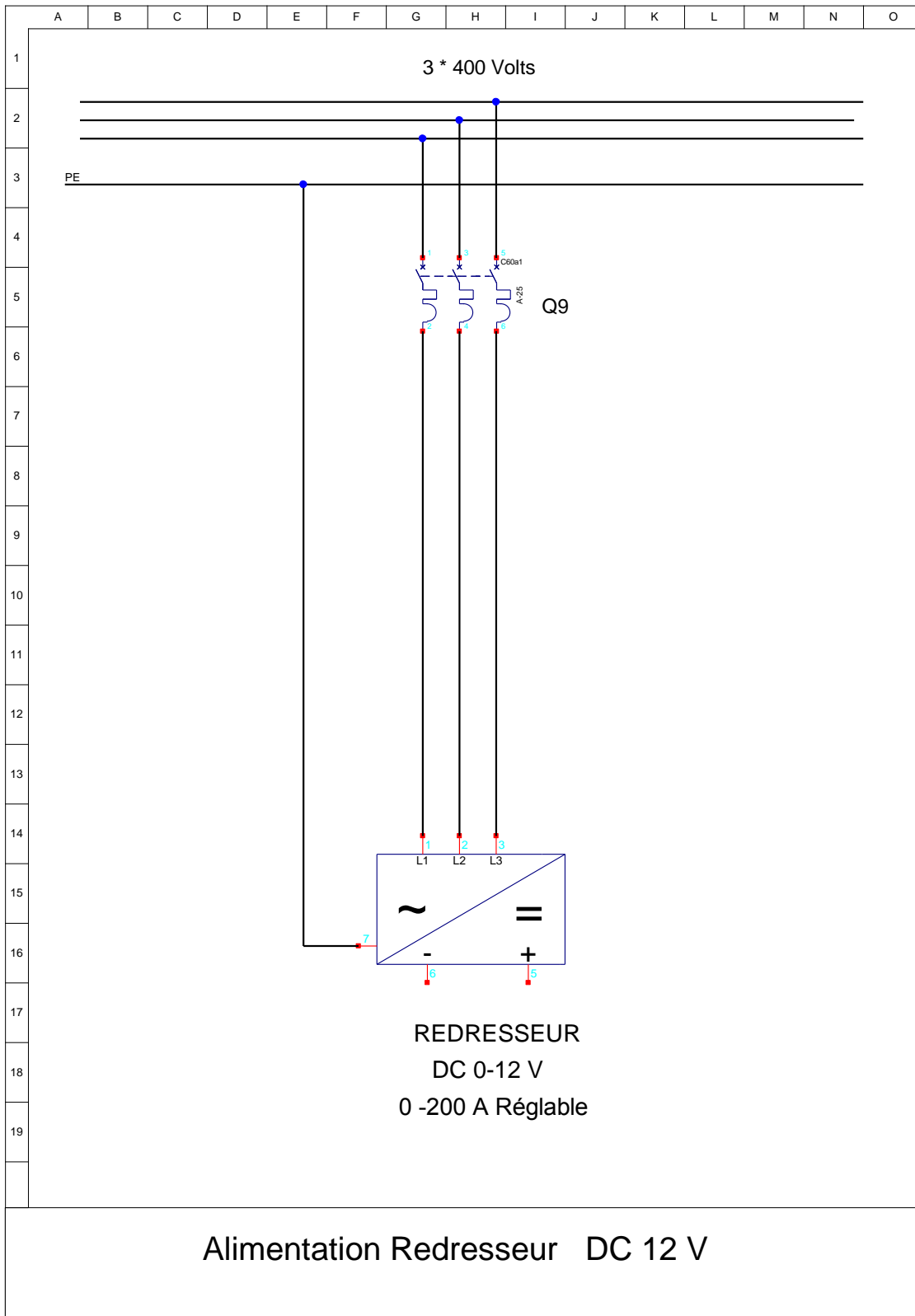




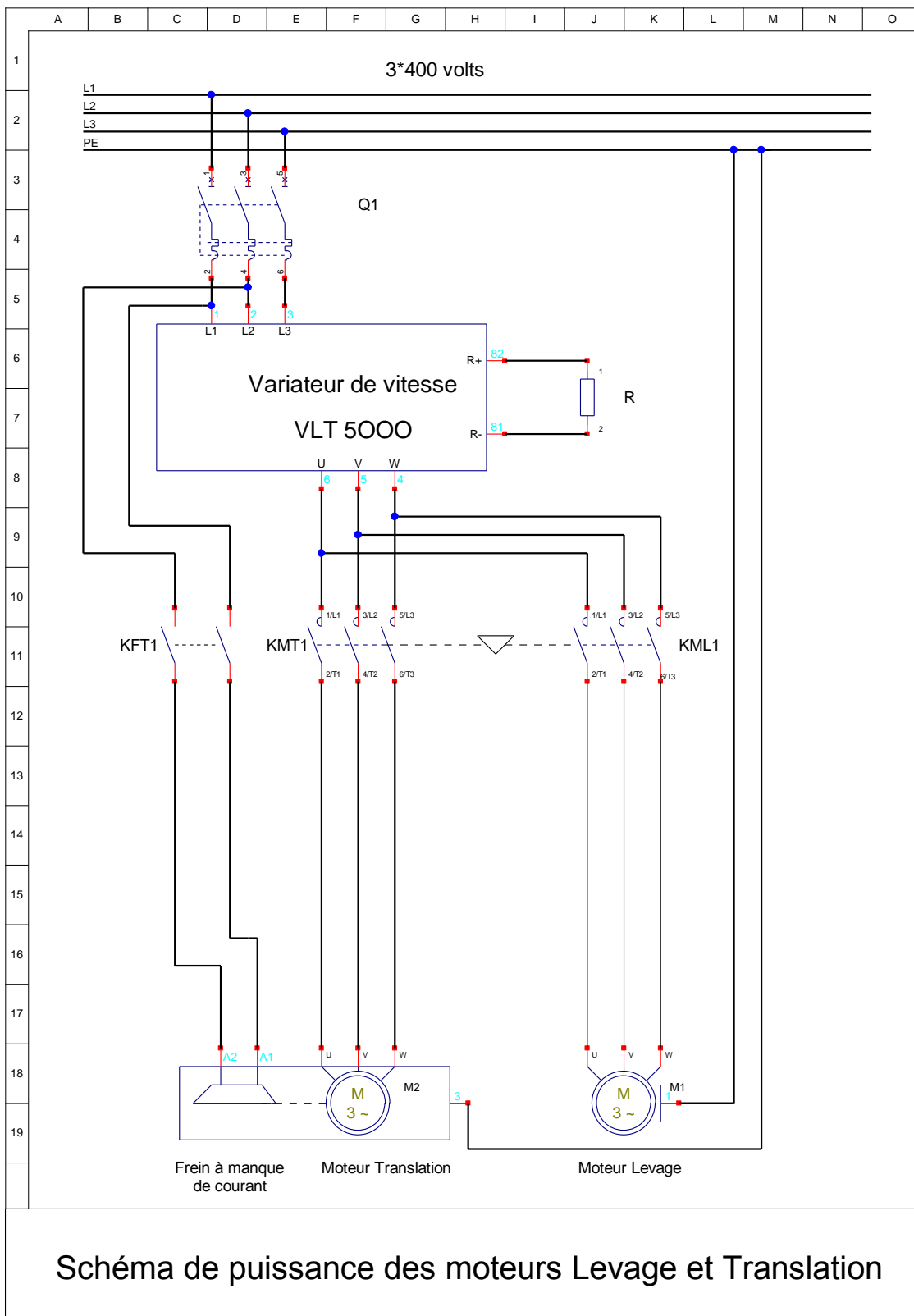
## Schéma simplifié de la cuve 6 assurant l'électrolyse



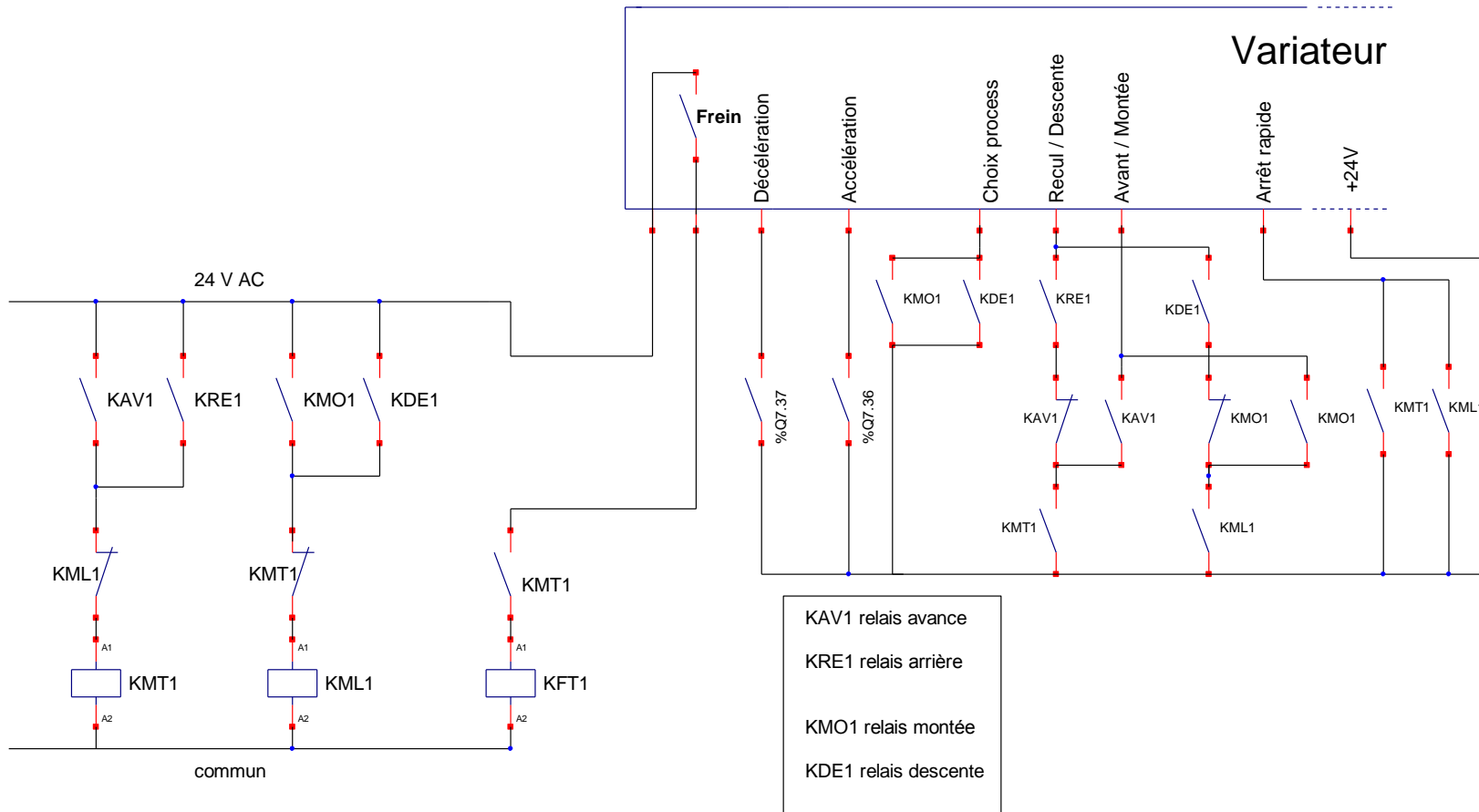


**Schéma électrique de puissance de la cuve 6 (dépôt de cuivre)**

## Schéma électrique de puissance du robot



**Schéma électrique de puissance du robot**



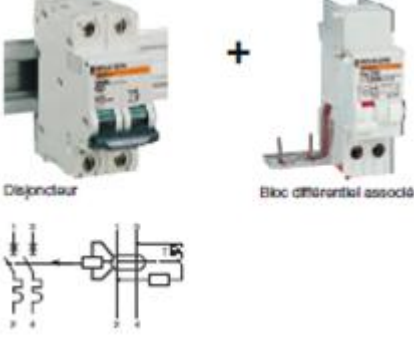
## Documentation constructeur disjoncteurs

Courbe C : application générale

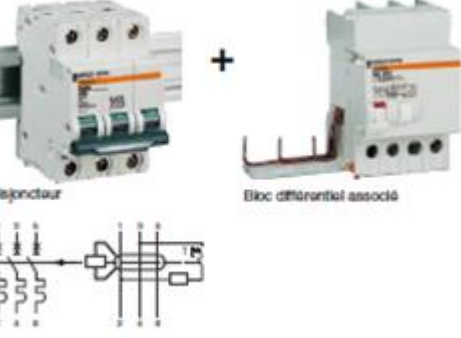
Courbe B : câbles grande longueur, récepteurs sensibles

Courbe D : récepteurs à forts courants d'appel

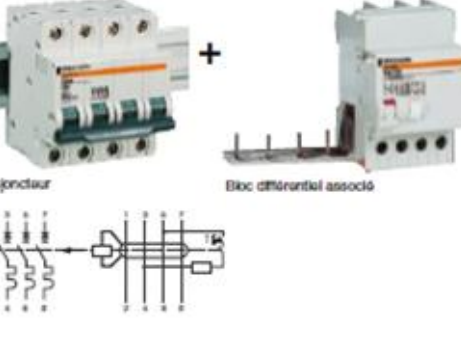
### Disjoncteurs BI 60 N 10kA

	Calibre	Courbe C	Courbe B	Courbe D
	0,5	24060		24494
	0,75	24061		
	1	24196		24580
	2	24197		24581
	3	24198		24582
	4	24199		24583
	6	24200		24584
	10	24201	23941	24586
	16	24202	23942	24587
	20	24203	23943	24588
	25	24204	23944	24589
	32	24205	23945	24590

### Disjoncteurs TRI 60 N 10kA

	Calibre	Courbe C	Courbe B	Courbe D
	0,5	24062		24494
	0,75	24063		
	1	24209		24495
	2	24210		24496
	3	24211		24497
	4	24212		24498
	6	24213		24499
	10	24214	23954	244601
	16	24215	23955	244602
	20	24216	23956	244603
	25	24217	23957	244604
	32	24218	23958	244605

### Disjoncteurs TETRA 60 N 10kA

	Calibre	Courbe C	Courbe B	Courbe D
	0,5	24064		24496
	0,75	24065		
	1	24222		24610
	2	24223		24611
	3	24224		24612
	4	24225		24613
	6	24226		24614
	10	24227	23967	24616
	16	24228	23968	24617
	20	24229	23969	24618
	25	24230	23970	24619
	32	24231	23971	24620

## Caractéristiques des moteurs asynchrone (LS) et frein (FCR)

### Moteurs asynchrones frein FCR Usage général U.G. LS.....FCR

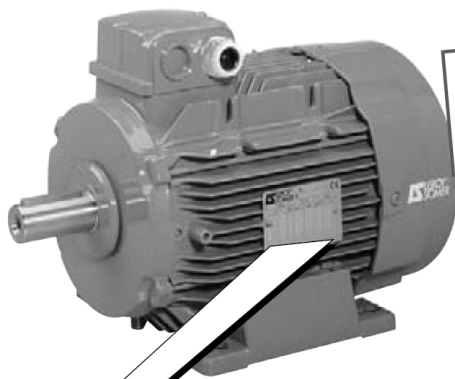
#### Caractéristiques :

- $I_n$  Intensité nominale;
- $I_d$  Intensité de démarrage;
- $\cos\phi$  Facteur de puissance;
- $\eta$  Rendement;
- $T_n$  Couple nominal;
- $T_d$  Couple de démarrage;
- $J$  Moment d'inertie.

<b>2 pôles</b>		<b>Moteur série LS IP 55 Classe F 230/400V</b>								
<b>3000 min<sup>-1</sup></b>		<b>Frein IP 55 Alimentation incorporée</b>								
<b>RESEAU <math>\Delta</math> 230v / Y 400 v 50 Hz</b>										
Type moteur	Type frein	Pa (kW)	Nn (min <sup>-1</sup> )	In (A)	Cos $\phi$	. $\eta$ (%)	Id/In	Tn (N.m)	Td/Tn	J (10 <sup>-3</sup> .kg.m <sup>2</sup> )
LS71 L	FCR J02	0,37	2785	0,9	0,88	66	6,1	1,28	2,6	1,35
LS71 L	FCR J02	0,55	2800	1,5	0,82	62	4,5	1,88	2,6	1,4
LS80 L	FCR J02	0,75	2850	1,7	0,83	75	6,2	2,58	2,6	3,2
LS80 L	FCR J02	1,1	2870	2,4	0,87	78	6,6	3,7	2,9	3,4
LS80 L	FCR J02	1,5	2880	3,3	0,84	79	6,7	5,01	3,6	3,65
LS90 L	FCR J02	2,2	2800	4,4	0,86	83,5	7,4	7,35	3,3	6,7
LS100 L	FCR J02	3	2880	6,3	0,83	81	7,6	9,99	3,8	7,1

<b>4 pôles</b>		<b>Moteur série LS IP 55 Classe F 230/400V</b>								
<b>1500 min<sup>-1</sup></b>		<b>Frein IP 55 Alimentation incorporée</b>								
<b>RESEAU <math>\Delta</math> 230v / Y 400 v 50 Hz</b>										
Type moteur	Type frein	Pa (kW)	Nn (min <sup>-1</sup> )	In (A)	Cos $\phi$	. $\eta$ (%)	Id/In	Tn (N.m)	Td/Tn	J (10 <sup>-3</sup> .kg.m <sup>2</sup> )
LS71 L	FCR J02	0,37	1420	1,2	0,79	60,7	4,0	2,49	2,5	1,8
LS71 L	FCR J02	0,55	1400	1,6	0,72	60,0	4,3	3,75	2,3	2,0
LS80 L	FCR J02	0,75	1400	2,0	0,73	72,0	4,6	5,00	2,6	4,2
LS80 L	FCR J02	1,10	1440	2,6	0,79	76,0	5,0	7,35	2,1	7,2
LS80 L	FCR J02	1,50	1435	3,5	0,80	78,0	5,3	10,03	2,5	7,9
LS90 L	FCR J02	2,20	1435	5,2	0,78	78,0	5,8	14,5	2,0	8,6
LS100 L	FCR J02	3,00	1450	8,3	0,70	77,0	6,9	19,5	3,1	9,8

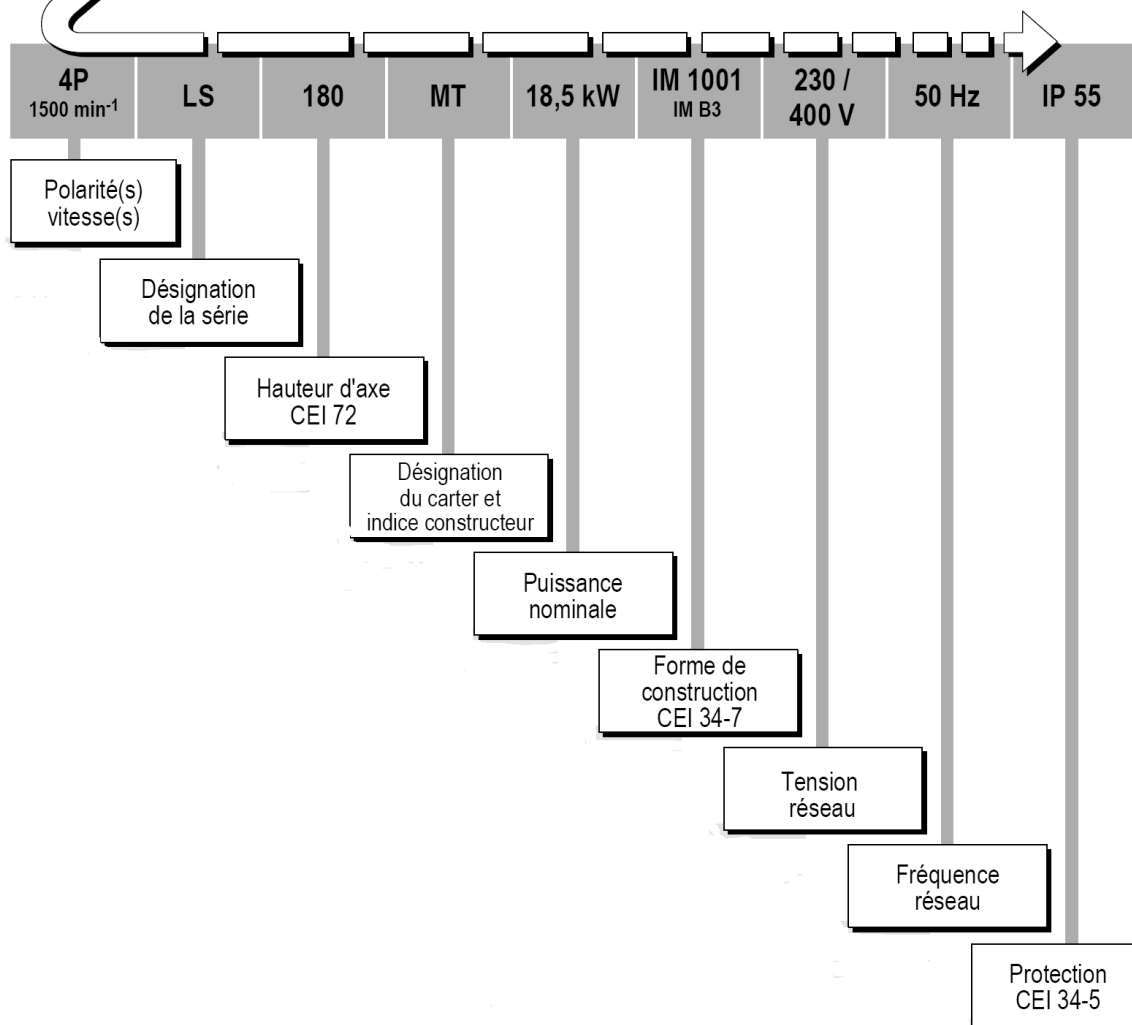
## Désignation complète d'un moteur asynchrone



IP 55  
Cl. F -  $\Delta T$  80 K  
MULTI-TENSION

La **désignation** complète du moteur décrite ci-dessous permettra de passer **commande** du matériel souhaité.

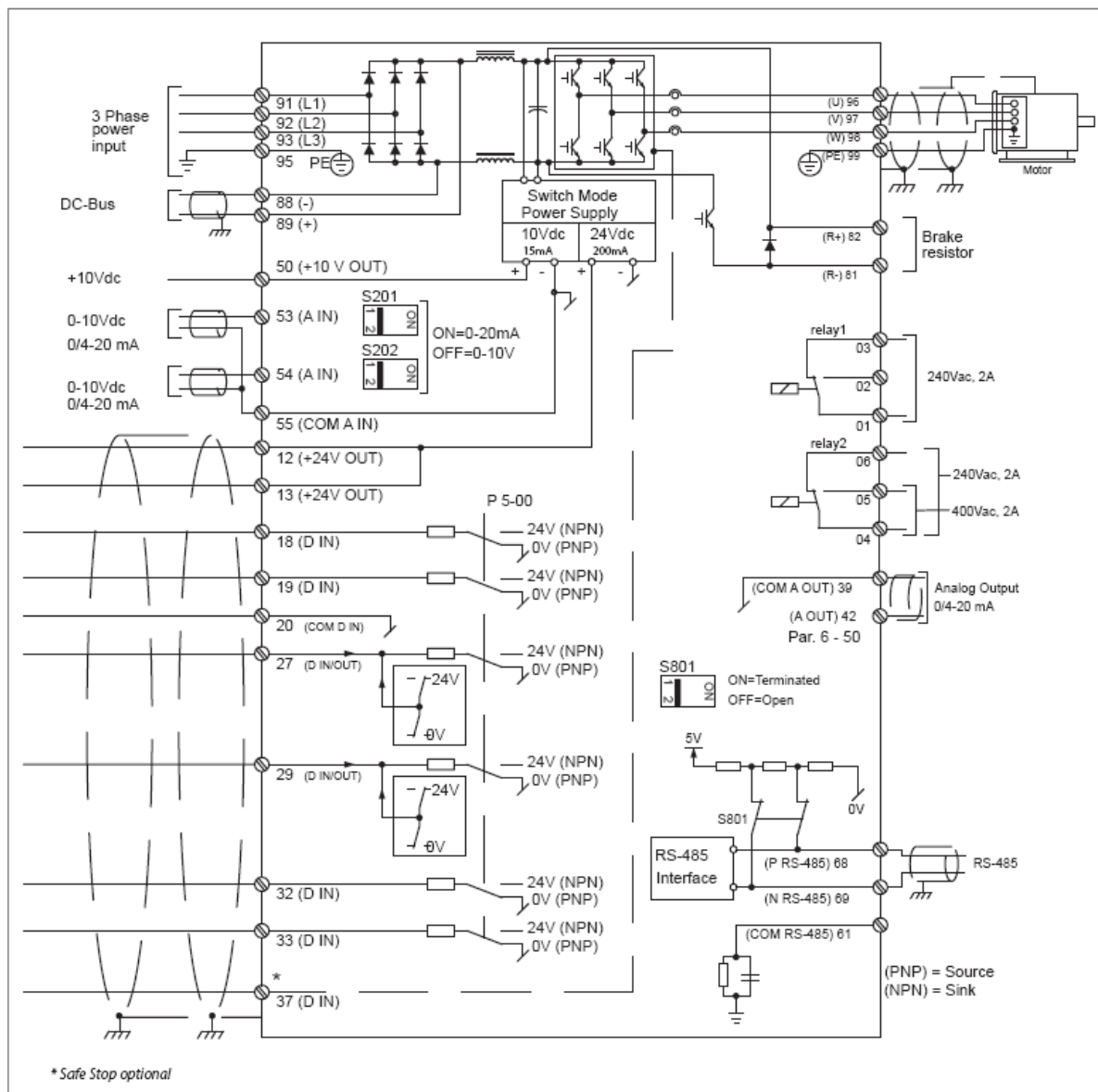
La méthode de sélection consiste à suivre le libellé de l'appellation.



## Variateur de vitesse

### Exemples de raccordement

Les numéros correspondent aux bornes du variateur



Le schéma montre une installation typique d'un VLT® HVAC Drive. L'alimentation réseau est raccordée aux bornes 91 (L1), 92 (L2) et 93 (L3), et le moteur aux bornes 96 (U), 97 (V) et 98 (W).

Les bornes 88 et 89 sont utilisées pour une répartition de charge entre les variateurs. Les entrées analogiques peuvent être raccordées aux bornes

53 (V ou mA) et 54 (V ou mA). Ces entrées peuvent être configurées comme référence, signal de retour ou thermistance. Il y a 6 entrées digitales à raccorder aux bornes 18, 19, 27, 29, 32 et 33. Deux bornes (27 et 29) d'entrées/sorties digitales peuvent être configurées pour annoncer l'état de fonctionnement ou un avertissement.

La sortie analogique en borne 42 permet de montrer des valeurs de process comme la recopie du courant  $0 - I_{max}$ .

Le port RS 485 avec les bornes 68 (P+) et 69 (N-) permet de contrôler et de surveiller le variateur par une communication en série.



<b>Documentation codeur</b>
-----------------------------



Simple tour à axe plein (1)								
Nombre de points	Vitesse maxi en fonctionnement tr/min	Nombre de tours	Etage de sortie	Tension d'alimentation (2) V	Code	Degré de protection	Référence	Masse kg
<b>Ø 44, taille 18</b>								
64	6000	1	PNP	24	Gray	IP 64	XCC-AD0G06	0,140
256	6000	1	PNP	24	Gray	IP 68	XCC-AD6G08	0,140
<b>Ø 58, taille 23</b>								
512	3000	1	PNP	24	Gray	IP 64	XCC-AE1G09	0,200
2048	1500	1	PNP	24	Gray	IP 64	XCC-AE1G11	0,200
1024	3000	1	NPN	24	Gray	IP 68	XCC-AE7G10	0,200
1024	3000	1	NPN	24	Gray	IP 64	XCC-AE1C10	0,200
8192	300	1	NPN	24	Gray	IP 68	XCC-AE6C13	0,200
8192	300	1	PNP	24	Binaire	IP 68	XCC-AE7H13	0,200
Simple tour à axe creux (1)								
<b>Ø 44, taille 18</b>								
64	6000	1	NPN	5	Gray	IP 50	XCC-AN2B06	0,130
Multitours à axe plein (1)								
<b>Ø 65, taille 25</b>								
64	6000	16	PNP	24	Gray	IP 68	XCC-MG6G0604	0,650
512	6000	256	NPN	24	Gray	IP 68	XCC-MG7C0908	0,650
512	6000	256	PNP	24	Gray	IP 68	XCC-MG6G0908	0,650
512	6000	256	PNP	24	Binaire	IP 68	XCC-MG6H0908	0,650
1024	6000	16	PNP	24	Gray	IP 68	XCC-MG7G1004	0,650

**ÉPREUVE E4**  
**MOTORISATION DES SYSTÈMES**

DOSSIER TRAVAIL

**CHAÎNE DE TRAITEMENT DE SURFACE**

Ce dossier comporte 8 pages.

Temps conseillé :

lecture sujet	<b>15 min</b>
1 Étude des électrolyseurs	<b>20 min</b>
2 Étude de la motorisation du levage	<b>60 min</b>
3 Étude de la motorisation de translation	<b>50 min</b>
4 Acquisition de la position du robot	<b>35 min</b>

# 1 – ÉTUDE DES ELECTROLYSEURS

## 1.1 Étude de l'électrolyse

**Objectif** : calculer le temps de trempage pour déposer une épaisseur de 2 microns de cuivre sur des connecteurs en laiton.

### Hypothèses de travail

L'opérateur programme deux données fournies par le client (aéronautique) :

- la vitesse de dépôt de **0,2 microns par minute** ;
- une densité de courant de **0,3 A.dm<sup>2</sup>** pour le laiton.

Ces valeurs sont fixées par la qualité du cuivre, la concentration d'acide et la température du bain.

Le lot qui doit être traité contient **620 connecteurs**. Chaque connecteur a une surface utile de **27,2 cm<sup>2</sup>**.

### Question 1

Calculer l'intensité **I** que doit fournir le redresseur.

*Feuille de copie  
DT 6/14*

### Question 2

Sachant que l'on veut obtenir une épaisseur de dépôt de cuivre de 2 microns ; quel doit être le temps de trempage du tonneau contenant les connecteurs ?

*Feuille de copie  
DT 6/14*

## 1.2 Dimensionnement des protections électriques des départs pour électrolyseurs

**Objectif** : dimensionner les protections électriques en amont des redresseurs de type alimentation à découpage.

### Hypothèses de travail

Parmi les 13 cuves, la cuve 6 est équipée d'un système d'électrodes anode-cathode permettant le dépôt de cuivre par électrolyse sur les connecteurs contenus dans les tonneaux. Les électrodes sont alimentées par un système redresseur de type alimentation à découpage régulée en courant.

Caractéristiques des redresseurs de type alimentation à découpage :

- En entrée :
  - Tension d'alimentation : **3\*400V, 50Hz**
  - Puissance apparente : **S = 3,5 kVA**
- En sortie :
  - Tension entre électrodes : **12V**
  - Courant nominal entre électrodes : **200A.**

### Question 3

Déterminer le calibre du disjoncteur sectionneur Q9 en amont du redresseur de la cuve n°6.

*Feuille de copie  
DT 7/14  
DT 10/14*

**Question 4**

Feuille de copie  
DT 10/14

Sachant qu'un redresseur alimentant un système électrolytique présente un fort courant d'appel à la mise sous tension, indiquer la référence du disjoncteur-sectionneur **Q9**.

## 2 – ÉTUDE DE LA MOTORISATION DE LEVAGE DU ROBOT

### 2.1 Dimensionnement du moteur de levage

Objectif : valider le choix du moteur de levage.

#### Hypothèses de travail

- La masse totale **m** des connecteurs, du tonneau et de la partie mobile du robot (bras de préhension) est de **m = 125 kg**.
- Pour des raisons de productivité la vitesse linéaire maximale de déplacement vertical est fixée à **v<sub>max</sub> = 0,25 m.s<sup>-1</sup>**.
- Le tambour du système de levage a un diamètre **D = 0,1 m**.
- Le réducteur a un rapport de réduction **K = 30** et un rendement **η = 0,9**.
- Le moteur de levage est de type **moteur asynchrone**.
- On prendra pour l'accélération de la pesanteur **g = 10 m.s<sup>-2</sup>**.

**Question 5**

Feuille de copie  
DT 4/14 ; DT 5/14

Exprimer le moment du couple **T<sub>1</sub>** en sortie de réducteur en fonction de **m**, **g**, et **D**.  
Calculer **T<sub>1</sub>**.

**Question 6**

Feuille de copie  
DT 4/14 ; DT 5/14

Exprimer le moment du couple **T<sub>2</sub>** au niveau de l'arbre du moteur en fonction de **T<sub>1</sub>**, du rapport de réduction **K** du réducteur, et du rendement **η** du réducteur.  
Calculer **T<sub>2</sub>**.

**Question 7**

Feuille de copie  
DT 4/14 ; DT 5/14

Exprimer la vitesse angulaire maximale **Ω<sub>1max</sub>** en **rad.s<sup>-1</sup>** en sortie du réducteur en fonction de **v<sub>max</sub>** et du diamètre **D** du tambour.  
Calculer **Ω<sub>1max</sub>**.

**Question 8**

Feuille de copie  
DT 4/14 ; DT 5/14

Exprimer la vitesse angulaire maximale **Ω<sub>2max</sub>** en **rad.s<sup>-1</sup>** de l'arbre moteur en fonction de **Ω<sub>1max</sub>** et du rapport de réduction **K** du réducteur.  
Calculer **Ω<sub>2max</sub>**.

**Question 9**

Feuille de copie  
DT 4/14 ; DT 5/14

Calculer la fréquence de rotation maximale **N<sub>2max</sub>** en **tr.min<sup>-1</sup>** de l'arbre moteur.

**Question 10**

Feuille de copie  
DT 4/14 ; DT 5/14

Exprimer la puissance maximale  $P_{\max}$  du moteur en fonction du moment du couple  $T_2$  et de la vitesse angulaire maximale  $\Omega_{2\max}$ .  
Calculer  $P_{\max}$ .

Le réseau d'alimentation du moteur est **3\*400V + PE, 50Hz**.

**Question 11**

Feuille de copie

En déduire la fréquence de synchronisme  $N_{s50Hz}$  de ce moteur alimenté par le réseau 3\*400V, 50Hz et le nombre de paires de pôles  $p$  du moteur.

Hypothèses de travail

Le constructeur a choisi un moteur de **750 W** afin de réaliser une gamme de robots pouvant soulever une masse supérieure à 125 kg.

**Question 12**

DR 1/2  
DT 11 /14  
DT 12 /14

Sur le document réponse **DR 1/2** compléter les champs manquants de la référence du moteur asynchrone pour cette puissance.

**Question 13**

Feuille de copie  
DT 11 /14

En déduire le moment du couple nominal  $T_n$  du moteur et sa fréquence nominale de rotation  $N_n$ .

**Question 14**

Feuille de copie

Calculer le glissement  $g$  en %, pour le couple nominal de moment  $T_n$ .

**Question 15**

DR 1/2

Vérifier que la partie linéaire de la courbe  $T = f(N)$  donnée pour le moteur alimenté en **3\*400V, 50Hz** correspond au moteur choisi en positionnant le point nominal **P1** correspondant à  $T_n$  et  $N_n$ .

**Question 16**

DR 1/2

Positionner le point de fonctionnement souhaité **P2**, correspondant à  $T_2$  calculé dans la **question 6** et  $N_{2\max}$  calculée dans la **question 9**.

**Question 17**

Feuille de copie

Sachant que l'on désire avoir un fonctionnement à couple constant, sur quel paramètre doit-on agir pour que le moteur travaille au point de fonctionnement **P2** ?

Proposer une solution concernant le choix du type de pré-actionneur du moteur afin d'avoir le point de fonctionnement souhaité **P2**.

## 2.2 Étude d'un nouveau point de fonctionnement du moteur de levage

Objectif : déterminer la fréquence  $f$  des tensions délivrées au moteur afin de **ralentir** le déplacement vertical à l'approche des connecteurs du bain électrolytique.

### Hypothèses de travail

- Le moteur asynchrone de levage est piloté par un variateur de vitesse de type U/f constant.
- La vitesse de déplacement vertical lors de l'approche du bain électrolytique est réduite à  $V = 0,2 \text{ m.s}^{-1}$  pour la charge correspondant au trempage du lot de connecteurs.

On considère que le couple sur l'arbre du moteur exercé par la charge a pour moment  $T_2 = 2,5 \text{ N.m}$

**Question 18**      Calculer la fréquence de rotation  $N_2$  du moteur correspondant à  $V = 0,2 \text{ m.s}^{-1}$ .  
*Feuille de copie*

Par la suite on prendra pour fréquence de rotation  $N_2 = 1150 \text{ tr.min}^{-1}$

**Question 19**      Représenter le nouveau point de fonctionnement **P3** souhaité correspondant à  $T_2$  et  $N_2$ .  
*DR 1/2*

**Question 20**      Lorsqu'on change la fréquence  $f$  des tensions d'alimentation du moteur, la partie linéaire [A B] de la courbe  $T = f(N)$  subit une translation suivant l'axe horizontal.  
*DR 1/2*  
Tracer la droite [A' B'], parallèle à la droite [AB], de la courbe  $T = f(N)$  du moteur pour la **fréquence**  $f$  qui permet d'avoir le nouveau point de fonctionnement **P3**.

**Question 21**      En déduire la vitesse de synchronisme  $N_{sf}$  du moteur pour la **fréquence**  $f$ .  
*Feuille de copie*

**Question 22**      En déduire la **fréquence**  $f$  que devront avoir les tensions d'alimentation du moteur pour avoir le point de fonctionnement **P3**.  
*Feuille de copie*

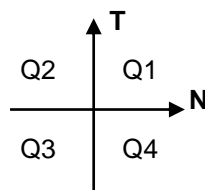
### 2.3 Étude de la réversibilité énergétique

Objectif : étudier les quadrants de fonctionnement du moteur de levage durant un cycle de montée, descente.

#### Hypothèses de travail

- Le réducteur pour le levage n'est **pas réversible** (système vis sans fin/pignon).
- On **négligera l'inertie** ramenée sur l'arbre du moteur de levage.
- Le couple moteur de moment **T** et la fréquence de rotation **N** de l'arbre moteur seront comptés positifs lors d'une phase de montée de la charge.

Les différents quadrants de fonctionnement d'une machine tournante sont représentés par le parcours du point de fonctionnement **P(N,T)**.



Le pont redresseur à diodes du variateur de vitesse (**DT 13/14**) n'est pas réversible sur le plan énergétique tandis que l'onduleur est réversible.

#### **Question 23**

*DR 1/2*

Compléter le tableau du document réponse **DR 1/2** permettant de situer le fonctionnement du système dans les phases de montée et de descente.

En déduire le (ou les) quadrants de fonctionnement du moteur de levage pour un cycle de levage montée puis descente.



### 3 – Étude de la translation horizontale du robot

#### 3.1 Quadrants de fonctionnement du moteur de translation

Objectif : étudier les quadrants de fonctionnement du moteur de translation durant un cycle afin de valider la nécessité d'une résistance **R** de dissipation de l'énergie entre les bornes 81 et 82 du variateur de vitesse.

#### Hypothèses de travail

- Les caractéristiques de couple et de vitesse, mesurées sur l'arbre du moteur de translation horizontale sont données (DR 2/2).
- On rappelle que le réducteur pour la translation est réversible.
- À l'arrêt ( $N = 0 \text{ tr.min}^{-1}$ ) le frein à manque de courant permet un blocage, après un positionnement précis du robot, au dessus de la cuve choisie.

#### **Question 24**

*DR 1/2 ; DR 2/2*

Selon les caractéristiques de couple et de fréquence de rotation du document **DR 2/2** compléter le tableau sur le document réponse **DR 1/2** pour les différents points de fonctionnement donnés (A-B-C-D-E). Préciser la valeur et le signe des différentes grandeurs (moment du couple, vitesse angulaire, puissance).

#### **Question 25**

*DR 1/2 ; DR 2/2*

Sur le document réponse **DR 2/2**, tracer le chronogramme représentant la puissance fournie par le moteur durant un cycle complet.

#### **Question 26**

*DR 2/2*

Sur le document réponse **DR 2/2**, préciser les numéros des quadrants de fonctionnement utilisés pour chacune des phases (accélération, vitesse constante, décélération), selon les conventions définies au paragraphe 2.3.

Le pont redresseur à diodes du variateur de vitesse (**DT 13/14**) n'est pas réversible sur le plan énergétique, tandis que l'onduleur est réversible. Il est donc nécessaire de prévoir une résistance **R** de dissipation de l'énergie entre les bornes 81 et 82 du variateur de vitesse pour le fonctionnement du moteur de translation.

#### **Question 27**

*DR 2/2  
DT 13/14*

Sur le document réponse **DR 2/2** :

- compléter le tableau permettant de décrire les différentes phases de fonctionnement :
  - Acc : accélération
  - Cte : vitesse constante
  - Dec : décélération
- préciser à quelle phase de fonctionnement correspond la dissipation de l'énergie dans la résistance.

#### **Question 28**

*Feuille de copie  
DR 2/2  
DT 13/14 DT 8/14*

En déduire la valeur approchée de l'énergie **W** en joules, dissipée dans la résistance pendant cette phase de fonctionnement.

### 3.2 Vérification du fonctionnement du moteur de translation

#### Hypothèses de travail

La distance de déplacement du robot entre deux bacs est de 1,5 mètre.

Le variateur est configuré pour le moteur de translation :

- rampe d'accélération : 1,5 seconde (pour passer de 0 à  $V_{max}$ ) ;
- rampe de décélération : 1,5 seconde (pour passer de  $V_{max}$  à 0) ;

On suppose que la vitesse maximum de déplacement atteinte est de  $0,6 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ .

#### Question 29

*Feuille de copie*

Calculer le déplacement **X** effectué par le robot pendant la phase d'accélération.

#### Question 30

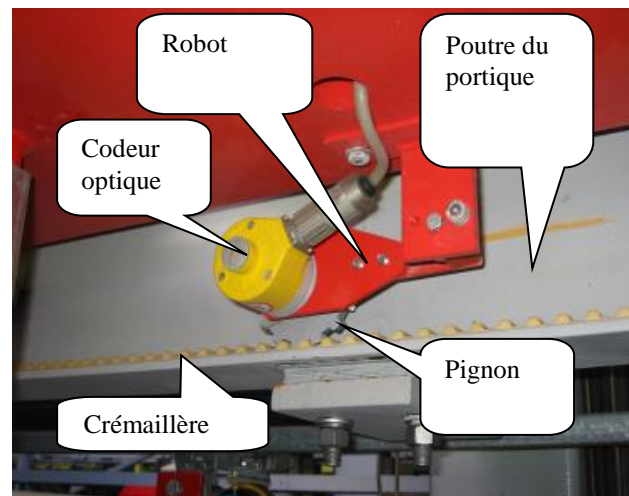
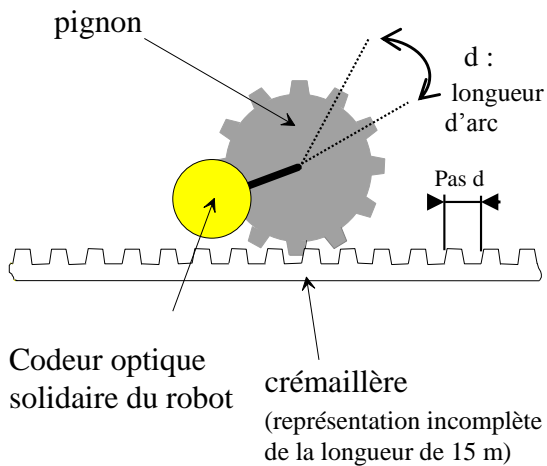
*Feuille de copie*

Sachant que le déplacement effectué par le robot est identique en phase d'accélération et de décélération, combien de temps met le robot pour parcourir la distance entre deux cuves ?

## 4 – Acquisition de la position du robot

Objectif : Dimensionner le capteur de position du robot.

Le capteur de position permettant de détecter la position du robot est de type codeur optique. Ce capteur est solidaire du robot. Il est entraîné en rotation par un pignon. Une crémaillère est fixée sur le portique, elle entraîne le pignon lors du déplacement du robot.



#### Hypothèses de travail

- Le capteur de position doit renseigner la position du robot sur la course totale **L = 15 m** du robot.
- La résolution exigée est **p = 1,6 mm** afin de positionner correctement les tonneaux sur les « doigts de contact » des cuves.
- On ne doit pas perdre la position suite à une coupure d'énergie électrique.
- Le pignon a **Z = 15** dents, taillage spécial.
- Pour le système pignon crémaillère la longueur de l'arc est égale au pas de la crémaillère **d = 20 mm**.

**Question 31***Feuille de copie*

Expliquer à partir des hypothèses de travail la nécessité d'utiliser un codeur absolu plutôt qu'un codeur incrémental beaucoup moins cher.

**Question 32***Feuille de copie*

Déterminer en fonction du pas  $d$  et du nombre de dents  $Z$  du pignon, le déplacement  $L_1$  correspondant à un tour du pignon. Faire l'application numérique.

**Question 33***Feuille de copie*

Déterminer en fonction de  $L_1$  et de la résolution  $p$ , le nombre de points par tour  $R_1$  du disque donnant la position dans le tour.

**Question 34***Feuille de copie*

Déterminer en fonction de la course totale du robot  $L$  et du déplacement  $L_1$  correspondant à un tour du pignon, la résolution  $R_2$  du disque secondaire indiquant le nombre de tours.

**Hypothèses de travail**

- Les informations provenant du codeur absolu seront traitées par un automate programmable industriel.
- Les entrées de l'automate sont de type « **logique positive** » donc le capteur doit être de type **PNP**.
- Les **aléas technologiques** de fonctionnement du capteur doivent être supprimés par un codage approprié.

Sur le document technique **DT 14/14** apparaissent deux codes : le code Gray et le code Binaire naturel.

**Question 35***Feuille de copie  
DT 14/14*

Quelle est la différence entre ces deux codes ?

**Question 36***Feuille de copie  
DT 14/14*

Indiquer la référence du codeur en justifiant le choix effectué.

**BREVET DE TECHNICIEN SUPÉRIEUR  
CONCEPTION DE PRODUITS INDUSTRIELS  
SESSION 2017**

**ÉPREUVE E4  
MOTORISATION DES SYSTÈMES**

DOSSIER RÉPONSE

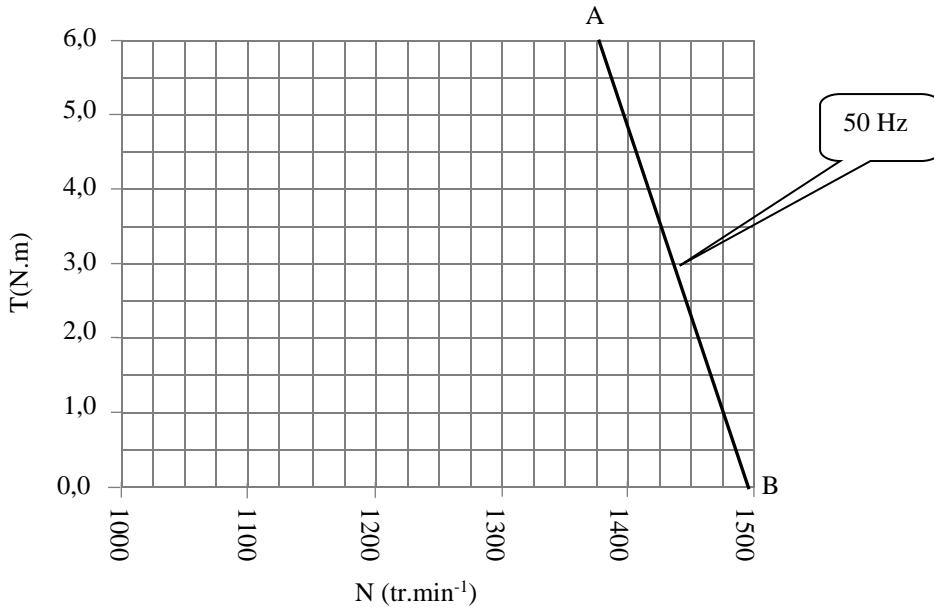
**CHAÎNE DE TRAITEMENT DE SURFACE**

Ce dossier comporte 2 pages.

Question 12 : référence moteur ; champs manquants à compléter

	LS		L		IM1001		50 Hz	IP55
--	----	--	---	--	--------	--	-------	------

Question 15 - Question 16 - Question 19 - Question 20



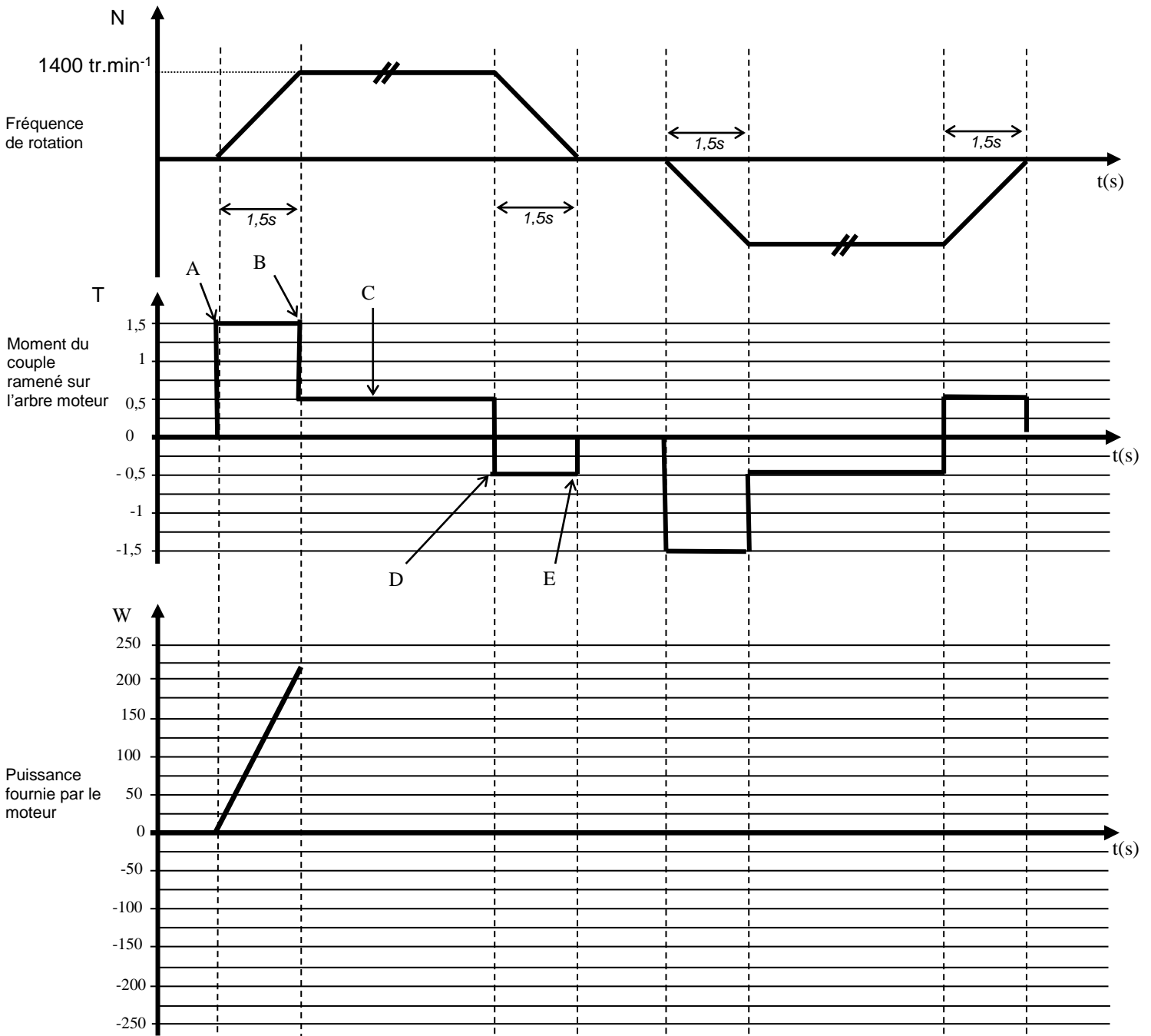
Question 23

	MONTEE	DESCENTE
Signe du moment du couple $T$		
Signe de la vitesse $N$		
Signe du produit moment vitesse		
Quadrant de fonctionnement		

Question 24

	Moment du couple moteur ( $N.m$ )	Vitesse angulaire sur l'arbre moteur ( $rad.s^{-1}$ )	Puissance fournie par le moteur ( $W$ )
A			
B			
C			
D			
E			

Question 25 - Question 26 - Question 27 :



Numéro de quadrant de fonctionnement							
Acc : Accélération Cte : Vitesse constante Dec : Décélération							

Phase de dissipation de l'énergie : .....