

# CORRIGE

**Ces éléments de correction n'ont qu'une valeur indicative. Ils ne peuvent en aucun cas engager la responsabilité des autorités académiques, chaque jury est souverain.**

**BREVET DE TECHNICIEN SUPERIEUR  
CONCEPTION DE PRODUITS INDUSTRIELS  
SESSION 2010**

---

**EPREUVE E4  
MOTORISATION DES SYSTEMES**

**ARBRE ELECTRIQUE DU PONT ROULANT**

**CORRIGE**

---

Ce dossier comporte 8 pages.

## 1 – ETUDE DE LA MOTORISATION : 7 points

## 11 – Etude du balancement

## Question 1 :

Sur le document réponse DR1 (DR page 1/5), on donne l'évolution de  $\alpha$  durant le cycle de mise en vitesse du pont roulant.

Angle $ \alpha $ maximal = 0,8
Tan $( \alpha ) = 0,014$
Déplacement maximal = hauteur x tan $\alpha$ = 7 x 0,014 = 0,098 m

## Question 2 :

C'est un déplacement tolérable.

## 12 – Couple utile en régime permanent

## Question 3 :

Couple utile sur l'arbre du moteur :

Cumoteur =  $C_u$  sortie réducteur / (rapport de réduction x rendement réducteur) =  $95,5 / (30,1 \times 0,96) = 3,3 \text{ Nm}$

13 – Caractéristique mécanique Cumoteur = f (  $N_{mot}$  ) pour un moteur.

## Question 4 :

Vitesse de synchronisme  $\rightarrow$  4 pôles donc  $N_s = (60 \times 50) / 2 = 1500 \text{ tr.min}^{-1}$ .

Vitesse nominale du moteur =  $47,8 \times 30,1 = 1439 \text{ tr.min}^{-1}$ .

Pour la deuxième partie de cette question, il suffit de vérifier la position de deux points de la droite, à savoir les deux fonctionnements proposés :  
(1500  $\text{tr.min}^{-1}$  ; 0 Nm) et (1439  $\text{tr.min}^{-1}$  ; 26,6 Nm). (voir tracé sur DR2 page corrigé 5/8)

## Question 5 :

Cumoteur =  $\left(\frac{J}{2} \times \frac{d\Omega}{dt}\right) + C_{résistant}$

Ecriture directe d'après la relation

## Question 6:

$v = \Omega_{\text{galet}} \times R_{\text{galet}}$  ;  $\Omega_{\text{galet}} = \frac{v}{R_{\text{galet}}} = \frac{5}{0,2 \times 60} = 0,416 \text{ rad.s}^{-1}$  ;  
 $\Omega_{\text{mot}} = \Omega_{\text{galet}} \times \text{rapport de réduction} = 0,416 \times 30,1 = 12,52 \text{ rad.s}^{-1}$   
 $\frac{d\Omega}{dt} = \frac{12,52}{2} = 6,27 \text{ rad.s}^{-2}$

## Question 7:

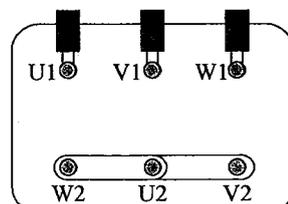
Cumoteur =  $\left(\frac{2,8}{2} \times 6,27\right) + 3,17 = 12 \text{ Nm}$

## 14 – Câblage du moteur retenu.

## Question 8 :

Le couplage du moteur est étoile. Je compare la tension entre phases et la tension d'un enroulement du moteur. Celle entre phases est égale à 400 V et celle de l'enroulement du moteur est égale à 230 V. Le rapport entre les deux tensions est de  $\sqrt{3}$  ce qui implique un couplage étoile.

## Question 9 :



**2 – ETUDE DE L'ARBRE ELECTRIQUE : 8 points****21 – Etude du variateur****Question 10 :**Tension d'alimentation 400 V triphasé, moteur 4 kW, référence retenue : **ATV-28HD16N4****Question 11 :**

Schéma de puissance : Voir Corrigé 6/8

Schéma de commande : Voir Corrigé 7/8

**Question 12 :**Détermination du paramètre ACC :

Vitesse maximale du pont roulant (vmax)	Petite vitesse lors du déplacement en charge (v1 en m.min <sup>-1</sup> )	Vitesse initiale à l'arrêt (v0 en m.min <sup>-1</sup> )	Durée de la pente d'accélération entre la vitesse initiale et la petite vitesse (tacc en s)	Valeur du paramètre ACC
62 m.min <sup>-1</sup>	5 m.min <sup>-1</sup>	0 m.min <sup>-1</sup>	2 s	24,8 s

Détermination du paramètre DEC :

Vitesse maximale du pont roulant (vmax)	Moyenne vitesse lors du déplacement en charge (v2 en m.min <sup>-1</sup> )	Vitesse à l'arrêt (v0 en m.min <sup>-1</sup> )	Durée de la pente de décélération entre la moyenne vitesse et l'arrêt (tdec en s)	Valeur du paramètre DEC
62 m.min <sup>-1</sup>	17,5 m.min <sup>-1</sup>	0 m.min <sup>-1</sup>	4 s	14,2 s

**Question 13 :**

Cumoteur = Crésistant donc Cumoteur = 3,17 Nm

**Question 14 :**

$$v = \Omega_{\text{galet}} \times r_{\text{galet}} = 2 \times \pi \times \frac{n_{\text{mot}}}{60} \times r_{\text{réducteur}} \times r_{\text{galet}} ; n_{\text{mot}} = \frac{v \times r_{\text{réducteur}}}{2 \times \pi \times r_{\text{galet}}} = \frac{17,5 \times 30,1}{2 \times \pi \times 0,2} = 419,2 \text{ tr.min}^{-1}$$

**Question 15 :**

Voir corrigé DR2 page Corrigé 8/8

Ns est compris entre 425 et 430 tr.min<sup>-1</sup>

**Question 16 :**

Voir corrigé DR2 page Corrigé 8/8

**On prend  $N_s = 427,5 \text{ tr.min}^{-1}$ .**

$$f = \frac{427,5 \times 50}{1500} = 14,25 \text{ Hz}$$

$$U = \frac{400 \times 14,25}{50} = 114 \text{ V}$$

**Question 17 :**

$$E_c = \frac{1}{2} \times m \times v^2 = \frac{1}{2} \times (30000 + 32300) \times \left(\frac{17,5}{60}\right)^2 = 2649,9 \text{ Joules}$$

**Question 18 :**

$$\Delta E_c = P \times \Delta t \text{ donc } P = \frac{\Delta E_c}{\Delta t} = \frac{-2649,9}{4} = -662,5 \text{ W}$$

**Question 19 :****Caractéristiques de la résistance de freinage :  $18 \Omega$ ,  $3500 \text{ W}$** 

$$P = R \times I_f^2 \text{ donc } I_f = \sqrt{\frac{P}{R}} = \sqrt{\frac{662,5}{18}} = 6 \text{ A}$$

**22 – Etude des grandeurs électriques en amont et aval du variateur.****Question 20 :**Relevé 1 : voie 1 :  $v_s(t)$  voie 2 :  $i_s(t)$ .Relevé 2 : voie 1 :  $v_e(t)$  voie 2 :  $i_e(t)$ .**Question 21 :**En mesurant :  $I_{\max} = 1,2 \text{ cm} / 0,9 \text{ cm} \times 0,2 / 0,1 = 2,67 \text{ A}$ 

$$\frac{I_{\max}}{\sqrt{2}} = \frac{2,67}{\sqrt{2}}$$

$$I_{\text{efficace}} = \frac{2,67}{\sqrt{2}} = 1,89 \text{ A}$$

$$\text{Période} = 5,1 \text{ cm} / 0,75 \text{ cm} \times 0,01 = 0,068 \text{ ms} \text{ donc } f = 1/T = 14,7 \text{ Hz.}$$

Vitesse = vitesse du palier moyenne vitesse.

Ou en comptant les divisions :

$$I_{\max} = 1,4 \text{ car} \times 0,2 / 0,1 = 2,80 \text{ A}$$

$$\frac{I_{\max}}{\sqrt{2}} = \frac{2,8}{\sqrt{2}}$$

$$I_{\text{efficace}} = \frac{2,8}{\sqrt{2}} = 1,97 \text{ A}$$

$$\text{Période} = 6,8 \text{ car} \times 0,01 = 0,068 \text{ ms} \text{ donc } f = 1/T = 14,7 \text{ Hz.}$$

Vitesse = vitesse du palier moyenne vitesse.

**Question 22 :**En mesurant Déphasage =  $0,4 \text{ cm} / 5,1 \text{ cm} \times 360^\circ = 28,2^\circ$  (en retard).

$$\text{Le } \cos(\varphi) \text{ vaut } \cos(28,2^\circ) = 0,88 \text{ ar}$$

Ou en comptant les divisions :

$$0,5 \text{ car} \times 0,01 / 0,068 \times 360^\circ = 26,5^\circ \text{ (en retard)}$$

$$\text{Le } \cos(\varphi) \text{ vaut } \cos(26,5^\circ) = 0,89 \text{ ar}$$

**Question 23 :**

Il existe des harmoniques et le fondamental est à 50 Hz : spectre du courant à l'entrée du variateur.

**3 – ETUDE DE LA SYNCHRONISATION DES GALETS MOTEURS : 5 points****Etude du codeur absolu****Question 24 :**

Codeur incrémental et codeur absolu.

**Question 25 :**

Comme on veut vérifier que les deux galets se déplacent à la même vitesse, donc connaître leur position, le codeur absolu s'impose. En cas de coupure d'énergie, on ne perd pas l'information position.

**Question 26 :**

La différence de position entre les deux galets doit être inférieure à 1 cm.

Calcul du périmètre du galet :  $P = \pi \times D = \pi \times 40 = 125,6 \text{ cm}$

Nombre de points = Périmètre / résolution =  $125,6 / 1 = 125$  points minimum

D'après la documentation technique, il existe un 256 points, référence : **XCC-AD6G08**

**Question 27 :**

Lors de la phase retour, le pont roulant se déplace à  $17,5 \text{ m} \cdot \text{min}^{-1}$  soit  $0,29 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ .

Calcul de la vitesse de galet :  $v = \Omega \times R_{\text{galet}} = 2 \times \pi \times n \times R_{\text{galet}} \Rightarrow n = v / (2 \times \pi \times R_{\text{galet}})$

$n = 0,29 / (2 \times \pi \times 0,2) = 0,23 \text{ s}^{-1}$ .

La vitesse du codeur est égale à la vitesse du galet.

Durée d'un tour codeur :  $1 / 0,23 = 4,3 \text{ s}$ .

Nombre de périodes sur un tour codeur =  $256 / 4 = 64$

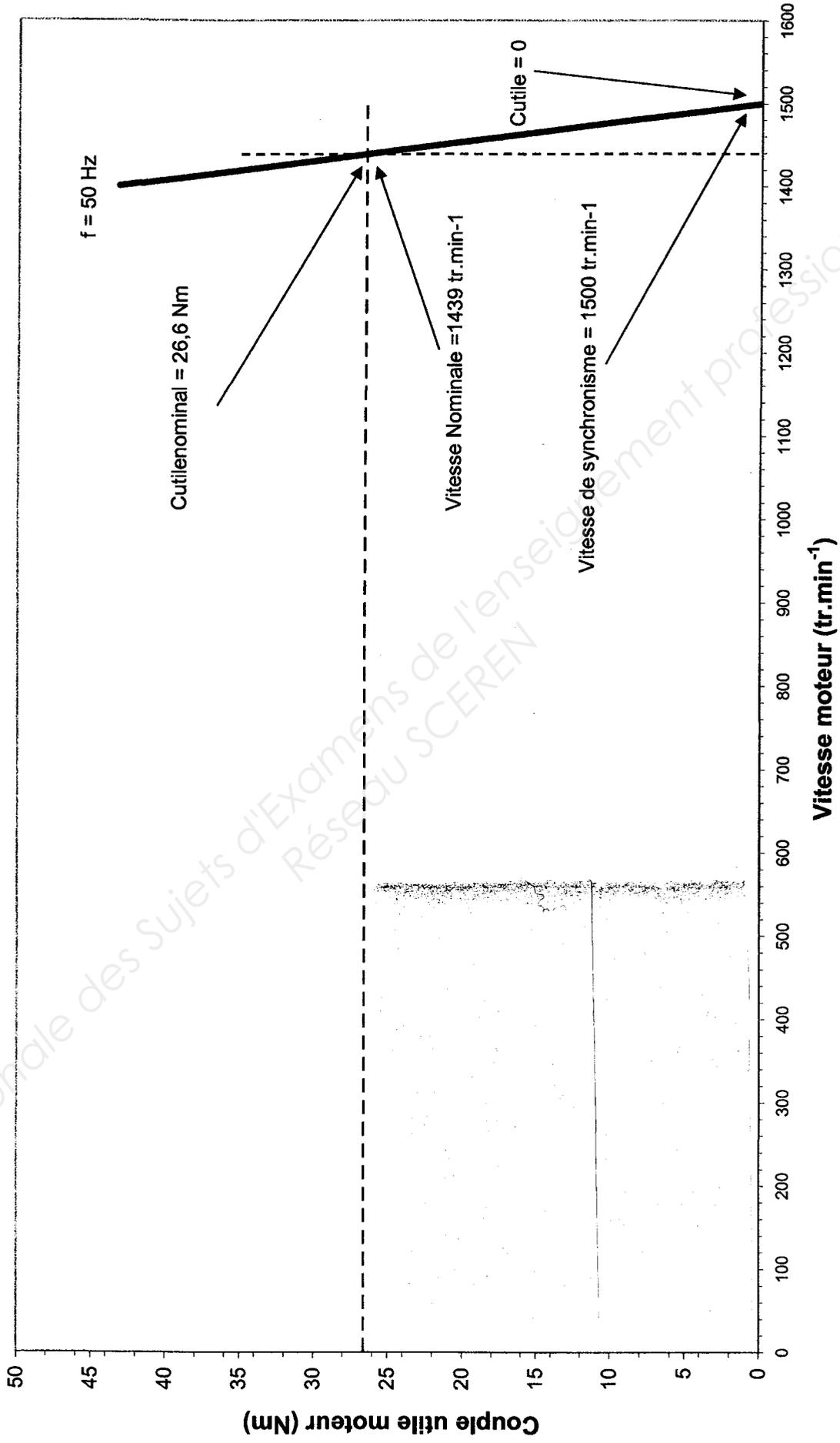
Durée d'une période :  $4,3 / 64 = 0,067 \text{ s}$ .

Fréquence émise par le codeur :  $f = 1 / T = 1 / 0,067 = 14,8 \text{ Hz}$

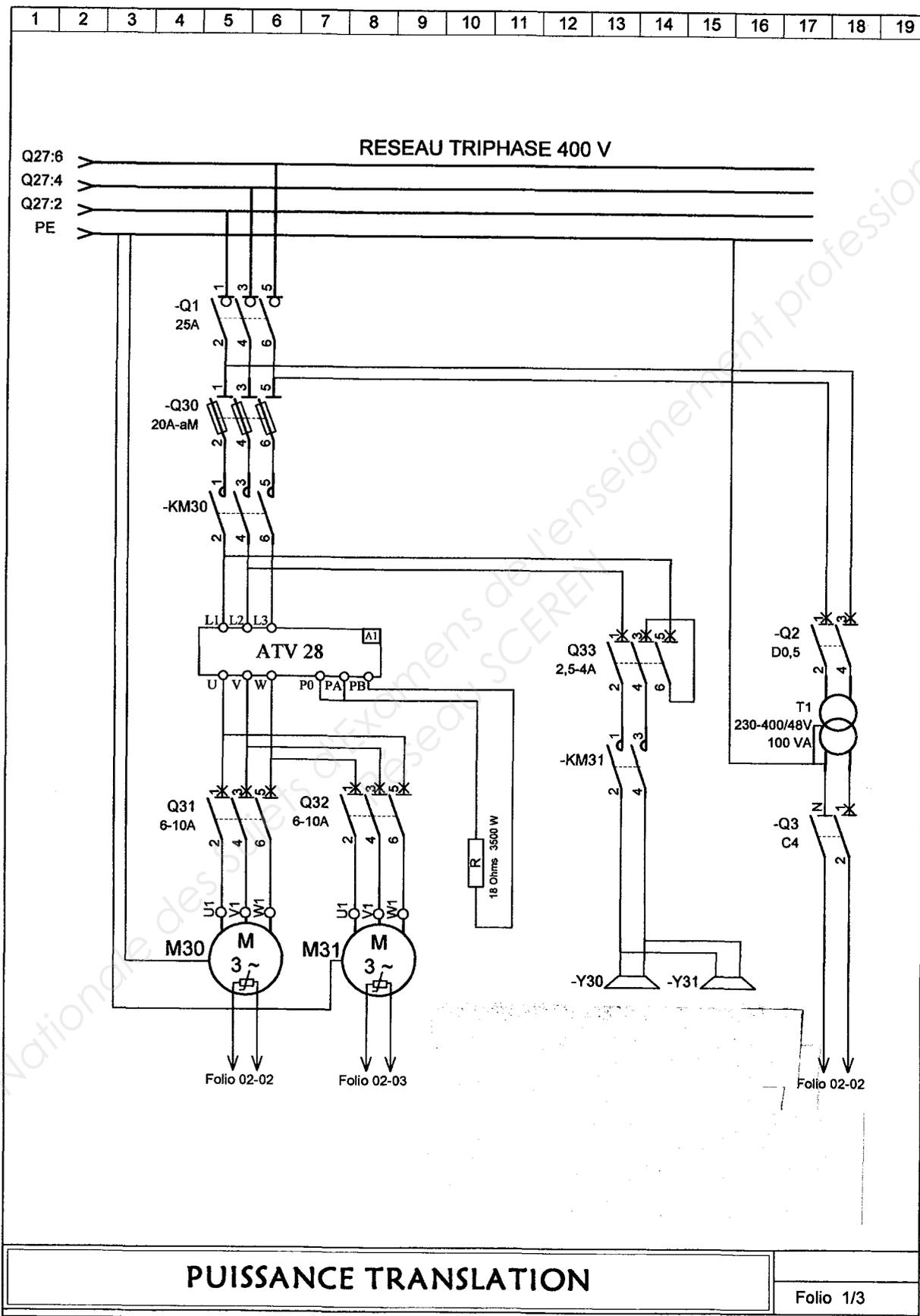
Corrigé DR2  
Question 4

Cumoteur = f (Nimot)

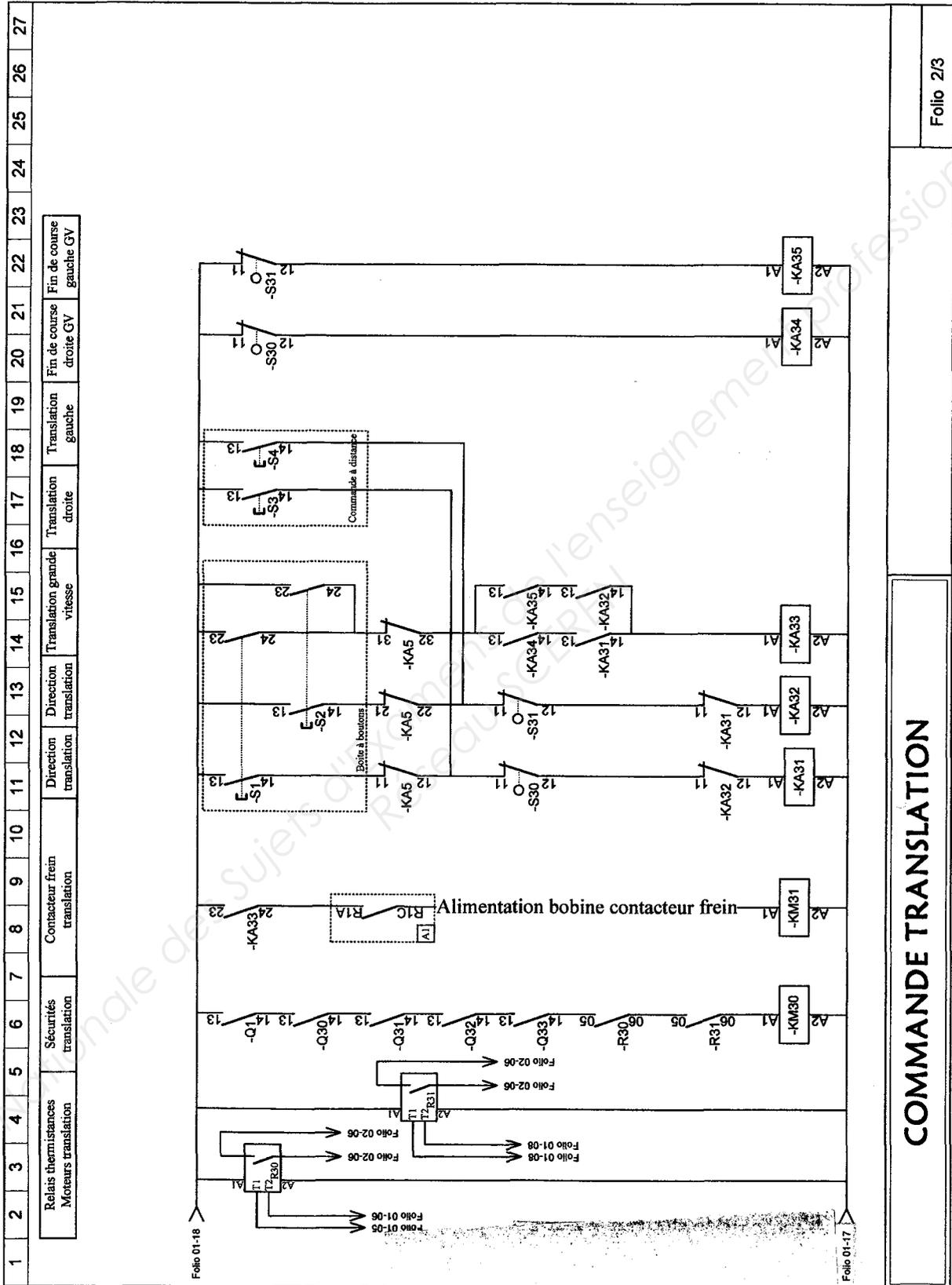
Corrigé 5/8



**Question 11 :**  
**Corrigé schéma de puissance**



Corrigé schéma de commande



Corrigé DR2  
Questions 15-16

**Cu = f(Nmot)**

Corrigé 8/8

