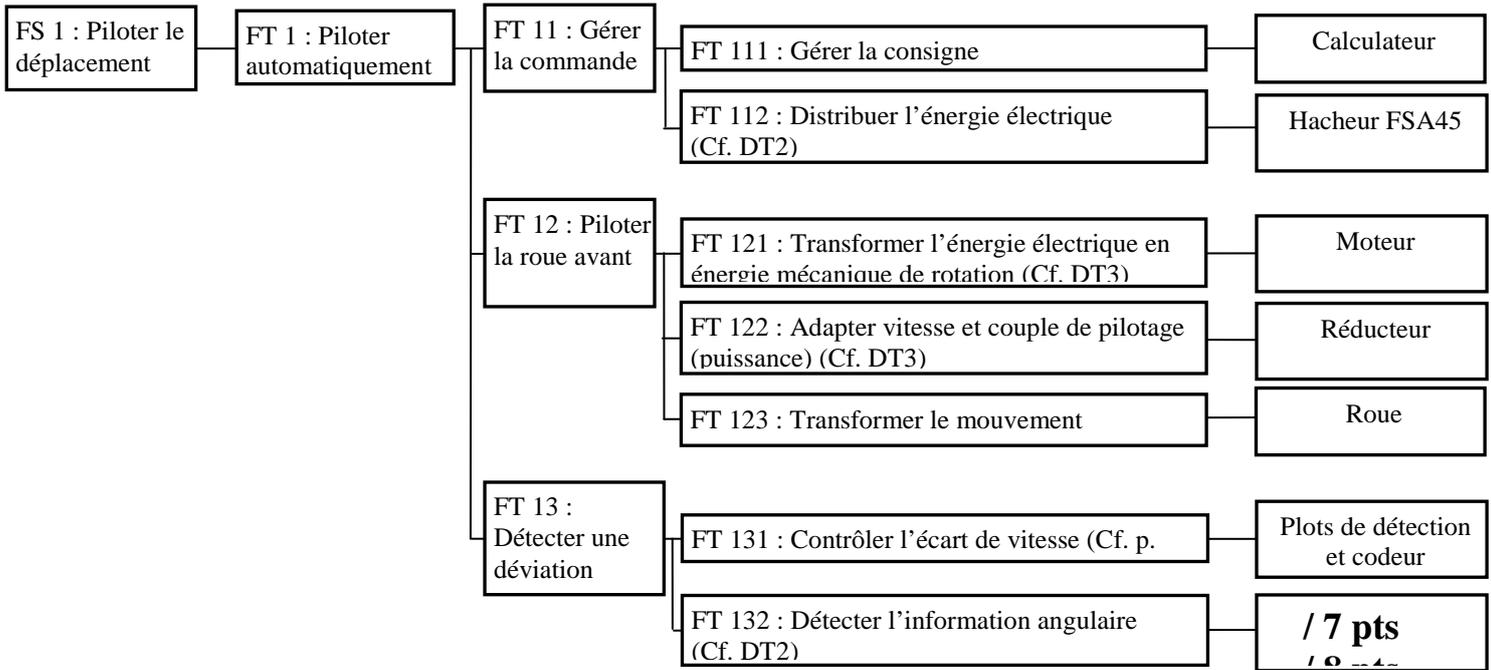


# CORRIGE

## Barème de notation (total : 80 points)

A 1	Fast	5x 0.5	=	2.5	/ 2.5 pts
B 1.1	Résolution du CAN		=	2	
	4 valeurs à calculer		=	2	
B1.2	Tableau + Tracé		=	5	
B1.3	Valeurs max de tension		=	2	/ 12 pts
B1.4	Compatibilité tension de commande		=	1	
B2.1	nécessité vérifier la distance parcourue		=	1	
B2.2	causes erreurs positionnement		=	1	
B2.3	Nombre d'impulsions		=	2	/ 7 pts
B2.4	Valeur de Kd		=	2	
B2.5	Valeurs min max pour 1 défaut		=	1	
B2.6	Valeurs de ND si usure roue		=	2	
C1.1	Relation $V_{trac} = f(\Omega_R)$ et $\Omega_R$		=	2	
C1.2	Calcul de $C_r$ en sortie réducteur		=	2	
C1.3	Calcul couple nominal moteur		=	2	
C1.4	Calcul couple moteur nominal		=	2	
C1.5	vérif $C_n > C_m$		=	1	
C1.6	Calcul $\Omega_m$		=	2	/ 7 pts
C1.7	vérification vitesse		=	1	
C1.8	Validation du choix moteur		=	1	
C2.1	Composantes actions de contact		=	3	
C2.2	Equations		=	4	/ 7 pts
C2.3	Valeur de $\tan\phi$		=	2	
C2.4	Validation valeur de $\tan\phi$		=	1	
D1	Période de découpage et justif choix fréq		=	2	
D2	Valeur moy tension et vitesse moteur		=	2,5	
D3	Transistors passants		=	1	/ 7 pts
D4	$U_m$ et $I_m = f(t)$ chariot à l'arrêt		=	2	
D5	Calcul de $I_d$ moteur		=	2	
D6	Comparaison $I_{moteur} / I_{variateur}$		=	1	
E1	Schéma cinématique	5x0.5	=	2.5	
E2	Sens de déplacement	3x0.5	=	1.5	
E3	Détermination graphique rayon braquage		=	2	/ 7 pts
E4	Conformité		=	1	
E5	Solution technologique		=	1	
F1.1	Tableau comparatif		=	3	
F1.2	Calcul résolution codeur		=	3	/ 7 pts
F1.3	Rôle signal Z + position origine		=	2	
F2.1	Choix solution	Z1	=	1	
F2.2	Choix solution	Z2	=	1	/ 7 pts
F2.3	Esquisse profil	Z3	=	2	
F2.4	Perspective support codeur		=	3	

### Réponse A-1-1 (feuille réponse DR1)



### Réponses B-1.1

Calcul de la résolution du CAN

CAN 10 bits PE=10v

résolution = PE / 2<sup>n</sup>

10 / 2<sup>10</sup> = 10 / 1024 = 9,766 mV

Calculs de NG et ND

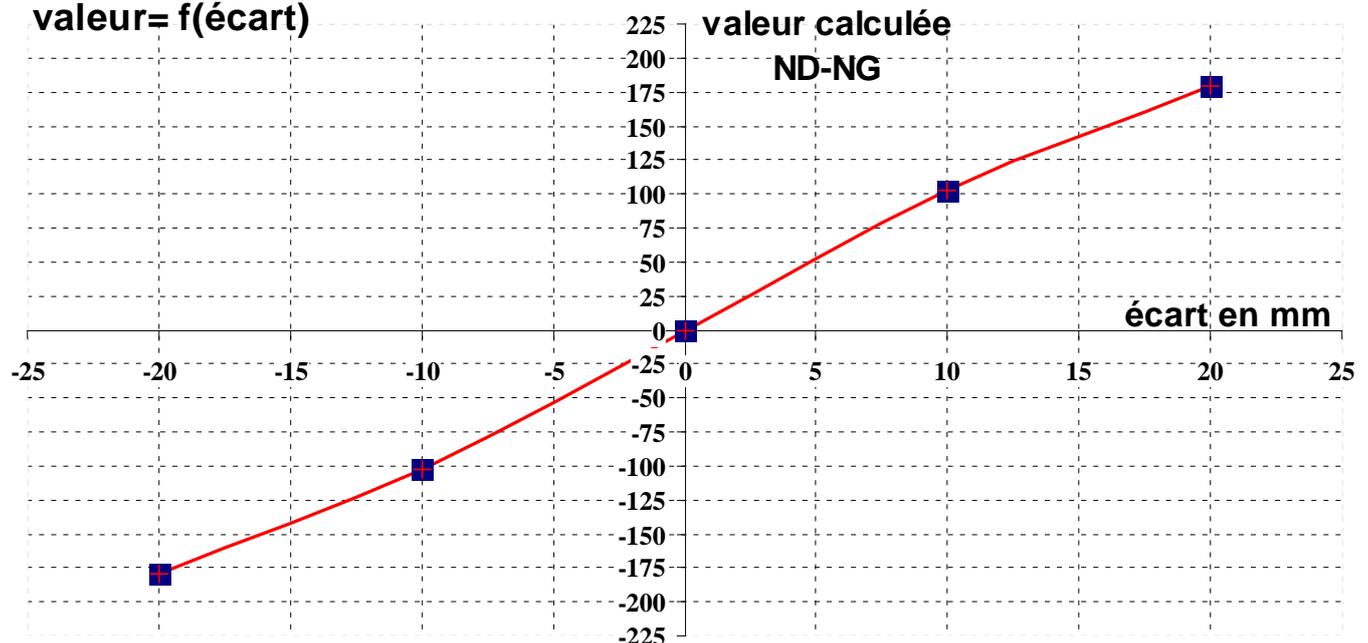
ex : NG = Ug / résolution = 2,5 / 9,766 10<sup>-3</sup> = 256

### Réponses B-1.1 Tableau à compléter : (feuille réponse DR2)

Ecart (mm)	Ug (v)	Ud (v)	NG	ND	ND-NG
-20	2.5	0.75	256	77	-179
-10	2	1	205	102	-103
0	1.25	1.25	128	128	0
+10	1	2	102	205	+103
+20	0.75	2.5	77	256	+179

### Caractéristique de la valeur calculée en fonction de l'écart de trajectoire. (feuille réponse DR2)

valeur = f(écart)



# CORRIGE

Réponses B-1.3 Valeurs maximums suivant les écarts de trajectoire :

DR2

ND-NG max = 179      NV = 1.5 x 179 = 268.5      Ucv = R<sub>cna</sub>.NV = 20 x 268.5 / 2<sup>10</sup> = 5,24V

Les valeurs maximums de la tension de commande seront -5,24V et +5,24V

Réponses B-1.4 Compatibilité avec la plage de commande du variateur et rôle du coefficient K2

Les valeurs de tension sont compatibles (comprises dans la plage -10 +10v) et le coefficient K2 permet d'ajuster la sensibilité de la correction de trajectoire.

Réponses B2-1- à B2-6

**B-2-1** Il est nécessaire de connaître précisément la position du chariot et le codeur seul est insuffisant

**B-2-2** usure de la roue, perte d'adhérence, trajectoire peu précise dans les virages

**B-2-3** nombre d'impulsions entre 2 plots espacés de 10m

Périmètre de la roue  $P = \pi \cdot D$  et  $D = 210\text{mm}$        $P = 660\text{ mm}$

Donc sur 10m => 15,157 tours de roue => 363.78 tours moteur avec le réducteur 1/24

1tour moteur → 1024 points => Ni = **372 513 impulsions pour 10 m**

**B-2-4** valeur **Kd** pour diviser le nombre d'impulsions afin d'obtenir la distance en mm et stocker le résultat dans un mot de 16 bits signé noté Nd

Nd = Ni / Kd donc Kd = Ni / Nd avec Nd = 10000 => **Kd = 37,25.**

**B-2-5** Valeurs mini et maxi de Nd entre lesquelles un défaut non sera considéré comme non identifié. détecté, dans le sens AV et le sens AR.

**10m = 10 000mm = Nd** avec 2,5% d'erreur soit 250 mm de tolérance

Sens Av 9750 à 10 250    Sens AR -9750 à -10 250

**B-2-6** Usure de 2 mm sur le rayon de la roue donc Ni = 379746 => Nd = 10194 < à 10250 donc défaut identifié

Réponses C-1-1 à C-1-10 Validation du couple moteur (sur copie et feuille réponse DR2)

**C-1-1**  $V_{trac} = \Omega_R \cdot \phi_{Roue} / 2.$

$\Omega_R = V_{trac} / \phi_{Roue} / 2 = 1 / 0,21 / 2 = 9,524\text{ rd/s}$

**C-1-2**  $-T + M \cdot \delta = 0$      $T = 700 \cdot 0,5$      $T = 350\text{ N}$  (schéma : idem C-2-1)

$C_R = (T \cdot \phi_{Roue} / 2) / \eta_R \Rightarrow C_R = (350 \cdot 0,105) / 0,95 = 38,68\text{ Nm.}$

**C-1-3** De la même manière,  $C_m = (C_R \cdot r) / \eta_r$  On obtient :  $C_m = (36,68 \cdot 1/24) / 0,8 = 2,014\text{ Nm}$

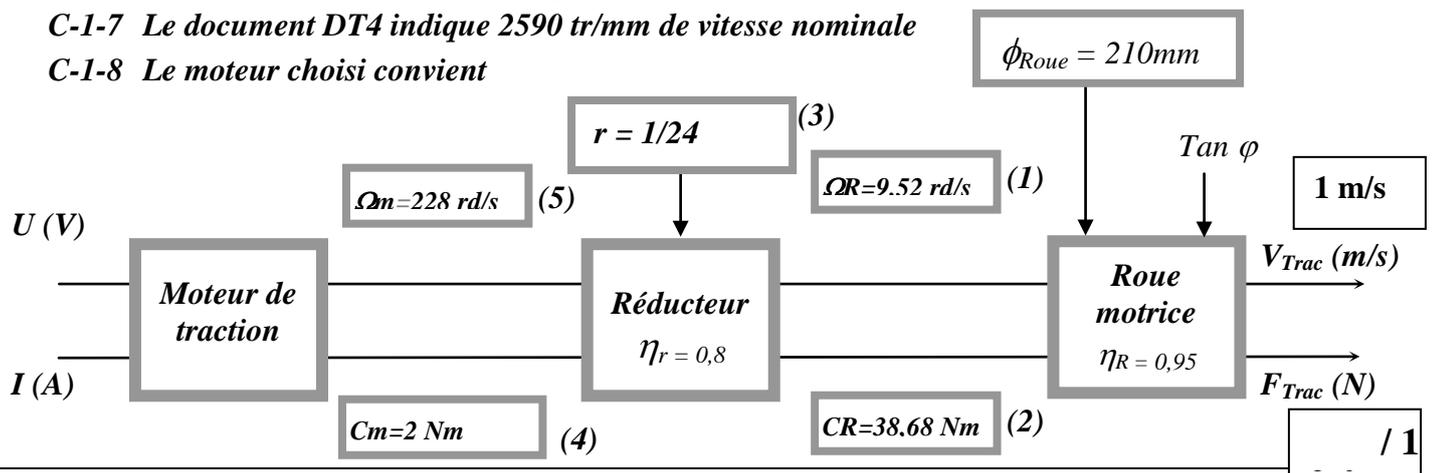
**C-1-4**  $C_N = P_N / \Omega_N = 700 / (2590 \cdot 2 \cdot \pi / 60) = 2,58\text{ Nm}$

**C-1-5** La valeur de  $C_m$  est inférieure à celle de  $C_N$ , donc le moteur convient de ce point de vue.

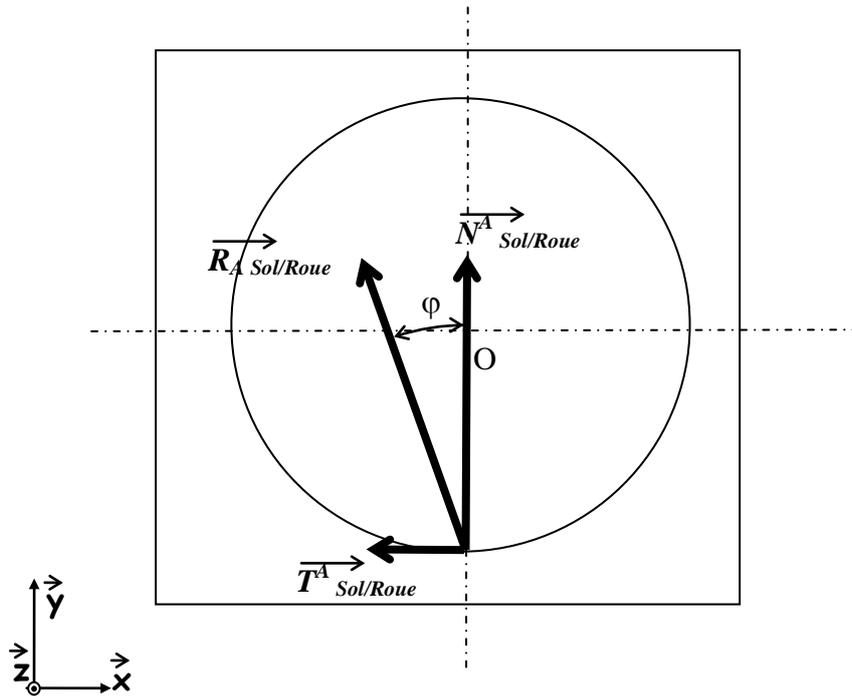
**C-1-6**  $\Omega_m = \Omega_R / r$ . Donc :  $\Omega_m = V_{trac} / \phi_{Roue} / 2 / r = 1 / 0,21 / 2 \cdot 24 = 228,57\text{ rd/s}$ , soit  $N_m = 2182,7\text{ tr/min}$ .

**C-1-7** Le document DT4 indique 2590 tr/mm de vitesse nominale

**C-1-8** Le moteur choisi convient



Réponse C-2-1



Réponses C-2-2 à C-2-3

<p><b>Projection sur X :</b></p> $M * \delta - T^A_{Sol/Roue} = 0$	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin: 10px auto; width: 80%;"> <p><b>Composantes :</b></p> <table style="border-collapse: collapse; margin: 0 auto;"> <tr> <td style="text-align: center; padding-right: 10px;">→</td> <td style="border-left: 1px solid black; padding-left: 10px;">-1050(x)</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center; padding-right: 10px;">→</td> <td style="border-left: 1px solid black; padding-left: 10px;">7000(y)</td> </tr> </table> </div>	→	-1050(x)	→	7000(y)
→		-1050(x)			
→		7000(y)			
<p><b>Projection sur y :</b></p> $-P + N^A_{Sol/Roue} = 0$					
<p><b>Résolution :</b></p> $T^A_{Sol/Roue} = 1050 \text{ N}$ $N^A_{Sol/Roue} = P = 7000 \text{ N}$					
<div style="border: 1px dashed black; padding: 5px; width: fit-content; margin: 0 auto;"> <p>(C-2-3)</p> <math display="block">\tan \varphi = T^A / N^A = 0,15</math> </div>					
<p><b>(C-2-4) Conformité de la valeur :</b></p> <p>la valeurs de 0,5 (sol mouillé) et la valeur de 1 (sol sec) conviennent.</p>					

# CORRIGE

Réponses D-1 Justification de la fréquence de découpage :

DR4

La fréquence de découpage est de 21kHz  $T = 1/21000 = 47,6 \mu s$

Cette valeur de fréquence est choisie pour éviter les nuisances sonores (supérieure à la fréquence audible) elle est assez élevée pour limiter l'ondulation du courant dans le moteur mais ne doit pas être trop élevée pour limiter les pertes par commutation dans les transistors

Réponses D-2 Valeur moyenne de la tension (oscillogramme page 8/27) ainsi que la vitesse du moteur:

La tension est modulée entre +24 V et -24 V avec une période T

$U_{moy} = (1/T) \times (24 \times t_1 - 24 \times (T-t_1))$  avec  $T = 10$  carreaux et  $t_1 = 9,5$  carreaux

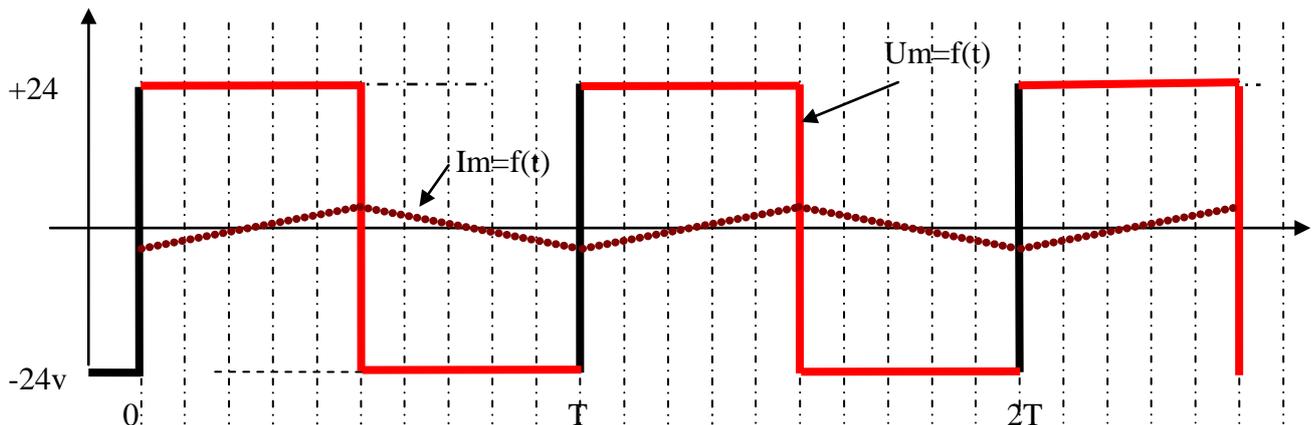
$U_{moy} = 24 \times (2 \times t_1/T - 1) \Rightarrow U_{moy} = 21,6 V$

Pour 24 V  $n = 2590$  tr/min donc pour 21,6 V  $n = 2331$  tr/min

Réponses D-3 Transistors passants

$U_m > 0$  T1 et T4 passants  $U_m < 0$  T2 et T3 passants

Réponses D-4 Justification et représentation de  $U_m = f(t)$  et de  $I_m = f(t)$  si le chariot est à l'arrêt (feuille réponse DR3)



A l'arrêt la tension moyenne aux bornes du moteur est nulle (ainsi que le courant) le rapport cyclique est de 0,5

Réponses D-5 Courant absorbé lors de la phase d'accélération

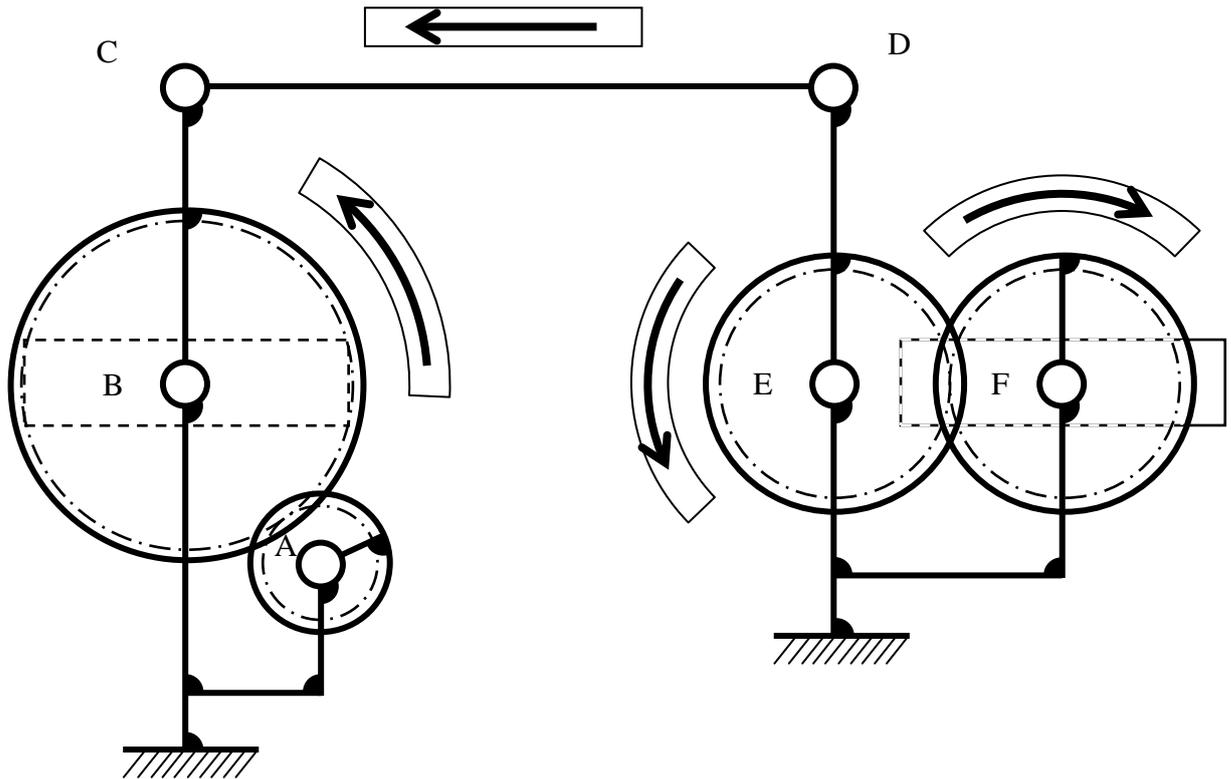
$C_m = K\Phi I$

$C_m = 2$  et  $K\Phi = 0.083$  Nm/A  $\Rightarrow I = 24,09$  A

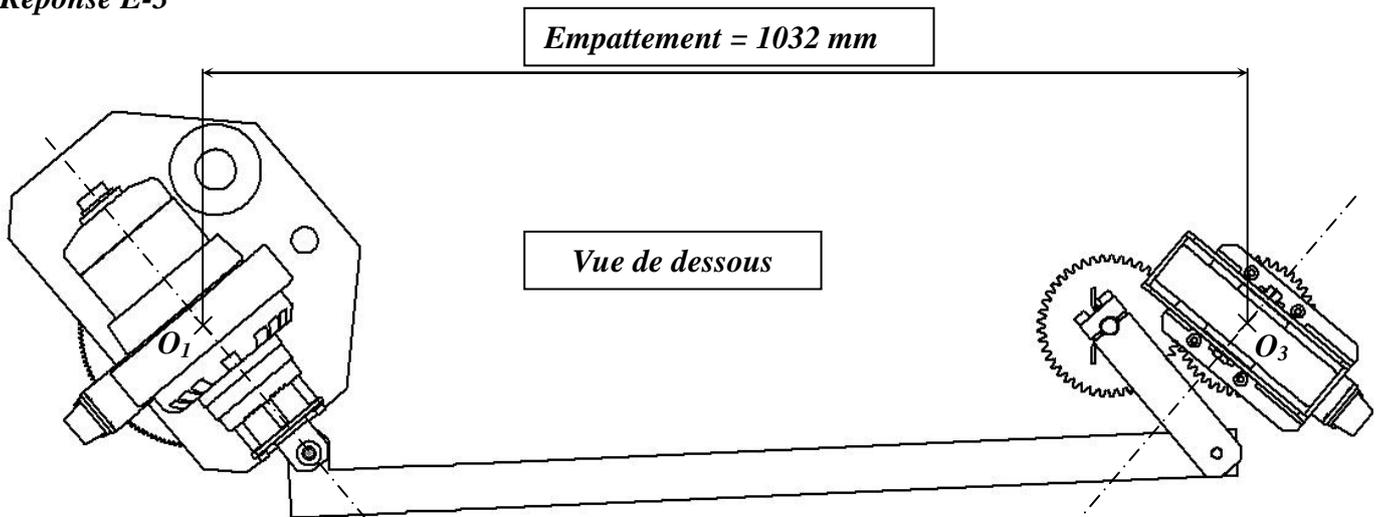
Réponses D-6 Compatible avec les caractéristiques du variateur utilisé

Le variateur supporte un courant de 45 A pendant 3s et un courant permanent de 20A le courant lors de l'accélération est de 24 A pendant 2s. Cela est compatible.

Réponses E-1 et E-2 (feuille réponse DR4)



Réponse E-3



Rayon mesuré sur l'épure :

$R_{mes} = 105,5 \text{ mm}$

E-5 : Permettre de tourner avec de petits rayons de courbure des virages

E-4 Validation de la géométrie :

La valeur  $R = 792 \text{ mm}$  du rayon de braquage extrême permet donc des virages d'une courbure supérieure à celle exigée. La géométrie est donc validée.

# CORRIGE

**Réponses F 1.1** Etude comparative (Pour la mesure de la position de la tourelle de direction)

	Avantage	Inconvénient
Potentiomètre	<b>Simple, peu coûteux</b>	<b>Usure rapide, changement à prévoir en fonction de l'usure</b>
Codeur incrémental	<b>Pas d'usure, fiable et peu coûteux</b>	<b>Nécessite une prise d'origine (initialisation de compteur) en cas de perte d'alimentation</b>

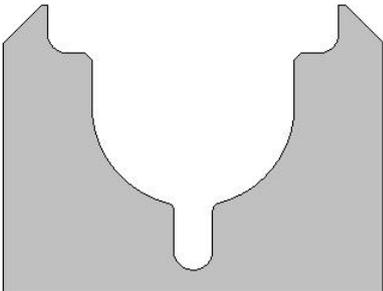
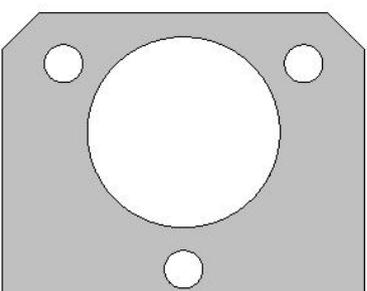
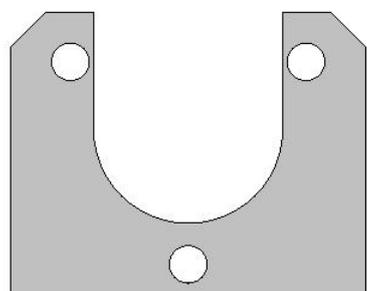
**Réponses F 1.2** Etude Calcul de la résolution du codeur incrémental notée « Rc » pour obtenir une précision de 0,5° sur l'angle de rotation de la tourelle.

Le rapport de réduction entre le codeur et la tourelle est de  $160/17 = 9,41$  ( $r = \omega_c / \omega_t$ )  
360° avec 0,5° de précision  $\Rightarrow 360/0,5 = 720$  pas sur la roue de la tourelle  
résolution codeur =  $720 / 9,41 = 76,5$  pas sur le codeur

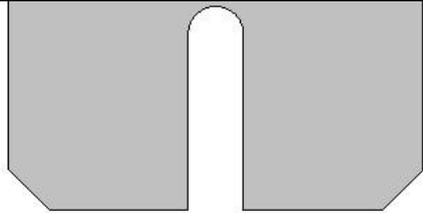
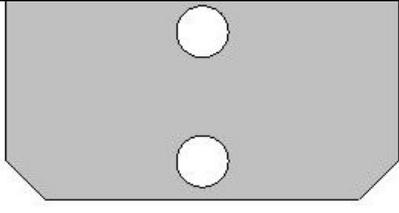
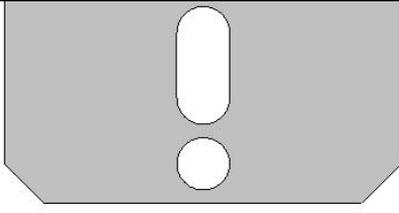
**Réponses F 1.3** le codeur choisi est **G320.0 60 41 41**, un modèle 100 pas par tour.

**Avec 100 pas, la résolution sur la tourelle sera de  $9,41 * 100 = 941$  pas ce qui représente une résolution angulaire de 0,38°**

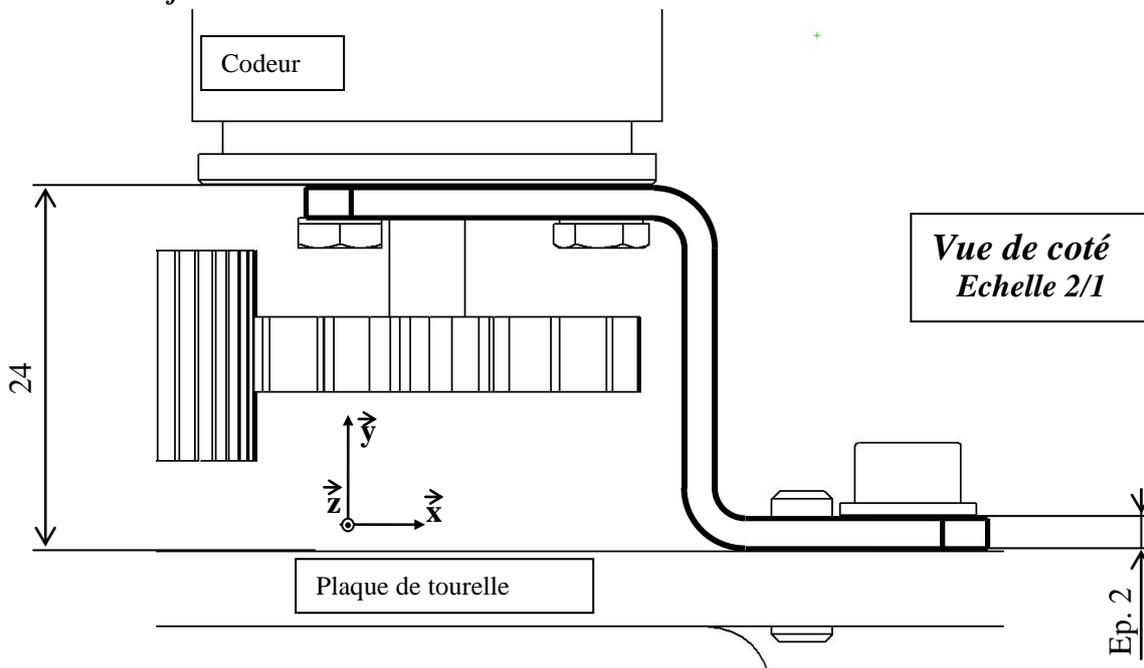
**Réponses F-2-1 : Choix Zone Z1 (feuille réponse DR5)**

<b>Vues de dessus (selon y)</b>		
Solution 1	Solution 2	Solution 3
		
Solution choisie : <b><i>1</i></b>		

**Réponses F-2-2 : Choix Zone Z2**

<b>Vues de dessus (selon y)</b>		
Solution 1	Solution 2	Solution 3
		
Solution choisie : <b><i>1</i></b>		

**Réponses F-2-3 : Définition Zone Z3**



Réponses F-2-4 : Définition du support codeur (feuille réponse DR6)

