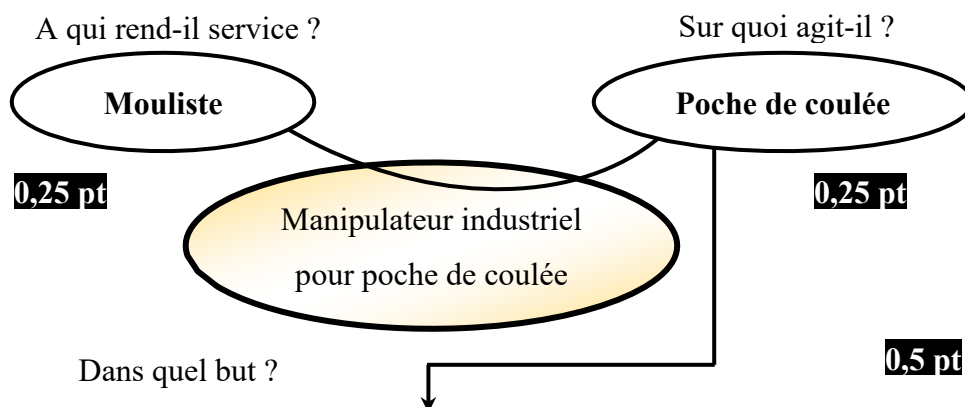


24 points

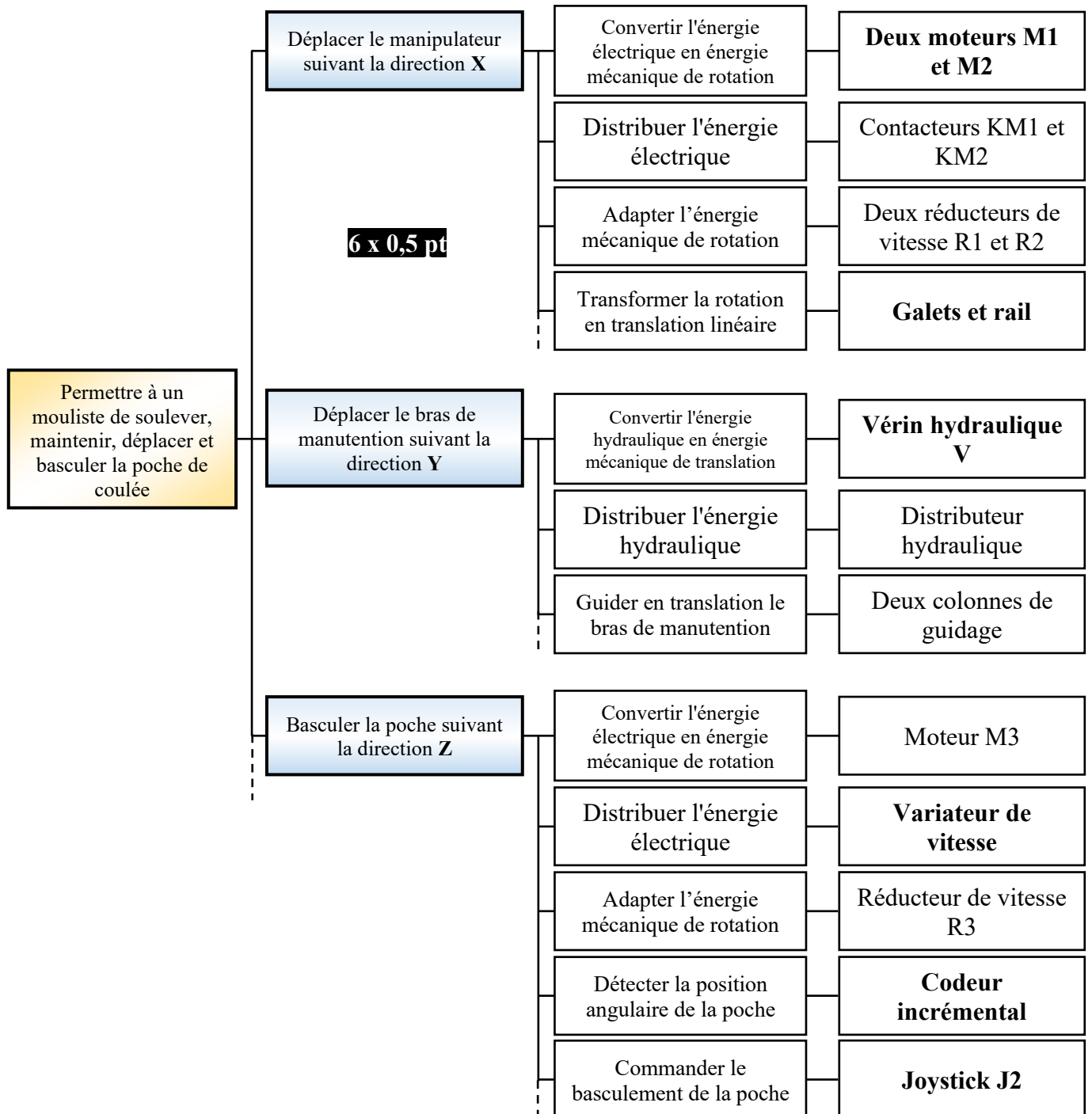
Éléments de réponses

0.1- Diagramme bête à cornes du système :



Permettre à un mouliste de soulever, maintenir, déplacer et basculer la poche de coulée

Q.2- Diagramme F.A.S.T partiel du système :



1,5 pt

Q.3- Vitesse angulaire ω_g et vitesse de rotation N_g :

$$V = \frac{d_g}{2} \cdot \omega_g \rightarrow \omega_g = 2 \cdot \frac{V}{d_g} \quad \underline{0,5 \text{ pt}} \quad \underline{A.N:} \quad \omega_g = 2 \cdot \frac{0,21}{0,28} \rightarrow \omega_g = 1,5 \text{ rad/s} \quad \underline{0,25 \text{ pt}}$$

$$\omega_g = 2 \cdot \pi \cdot \frac{N_g}{60} \rightarrow N_g = 60 \cdot \frac{\omega_g}{2 \cdot \pi} \quad \underline{0,5 \text{ pt}}$$

$$\underline{A.N:} \quad N_g = 60 \cdot \frac{1,5}{2 \cdot 3,14} \rightarrow N_g = 14,33 \text{ tr/min} \quad \underline{0,25 \text{ pt}}$$

1,5 pt

Q.4- Puissances P et P_g :

$$P = F \cdot V \quad 0,5 \text{ pt}$$

$$\underline{A.N} : P = 14000 \cdot 0,21$$

$$P = 2940 \text{ W} \rightarrow P = 2,94 \text{ kW} \quad 0,25 \text{ pt}$$

$$P_g = \frac{P}{2} \quad 0,5 \text{ pt} \quad \underline{A.N} : P_g = \frac{2,94}{2} \rightarrow P_g = 1,47 \text{ kW} \quad 0,25 \text{ pt}$$

1 pt

Q.5- Rendement global η_g :

$$\eta_g = \eta(4,6) \cdot \eta(10,13) \cdot \eta(15,17) \cdot \eta_r \quad 0,75 \text{ pt}$$

$$\underline{A.N} : \eta_g = 0,95 \cdot 0,95 \cdot 0,75 \cdot 0,90 \rightarrow \eta_g = 0,60 \quad 0,25 \text{ pt}$$

1 pt

Q.6- Puissance utile P_u :

$$\eta_g = \frac{P_g}{P_u} \rightarrow P_u = \frac{P_g}{\eta_g} \quad 0,75 \text{ pt} \quad \underline{A.N} : P_u = \frac{1470}{0,6} \rightarrow P_u = 2450 \text{ W}$$

$$\rightarrow P_u = 2,45 \text{ kW} \quad 0,25 \text{ pt}$$

2 pts

Q.7- Rapport de transmission $r(15,17)$ et rapport de transmission global r_g :

$$r(15,17) = \frac{z_{15}}{z_{17}} \quad 0,75 \text{ pt} \quad \underline{A.N} : r(15,17) = \frac{4}{50}$$

$$\rightarrow r(15,17) = 0,08 \quad 0,25 \text{ pt}$$

$$r_g = r(4,6) \cdot r(10,13) \cdot r(15,17) \quad 0,75 \text{ pt}$$

$$\underline{A.N} : r_g = \frac{1}{4} \cdot \frac{1}{2} \cdot 0,08 \rightarrow r_g = 0,01 \quad 0,25 \text{ pt}$$

1 pt

Q.8- Vitesse de rotation N_m :

$$r_g = \frac{N_g}{N_m} \rightarrow N_m = \frac{N_g}{r_g} \quad 0,75 \text{ pt}$$

$$\underline{A.N} : N_m = \frac{14,32}{0,01} \rightarrow N_m = 1432 \text{ tr/min} \quad 0,25 \text{ pt}$$

1 pt

Q.9- Référence adaptée des moteurs M1 et M2 :

Référence des moteurs M1 et M2 : LS 100 L

1 pt

2 pts

Q.10- Nombres de dents Z4 et Z6 de l'engrenage (4,6) :

$$r(4,6) = \frac{Z_4}{Z_6} \text{ donc } Z_6 = 4 \cdot Z_4$$

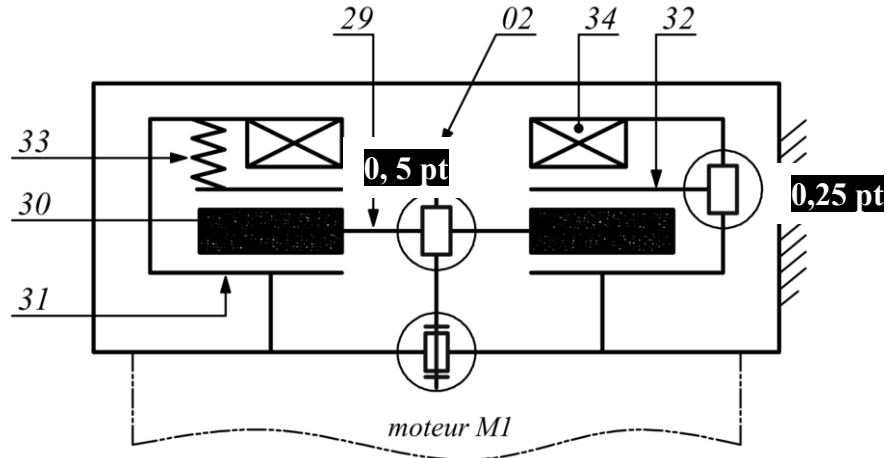
$$a(4,6) = \frac{m}{2} \cdot (Z_6 - Z_4) \text{ donc } \frac{2 \cdot a(4,6)}{m} = 4 \cdot Z_4 - Z_4 \rightarrow \frac{2 \cdot a(4,6)}{\text{pas}} = 3 \cdot Z_4 \rightarrow Z_4 = \frac{2 \cdot a(4,6)}{3 \cdot \text{pas}} \quad 1 \text{ pt}$$

$$\underline{A.N} : Z_4 = \frac{2 \cdot \pi \cdot 94,5}{3 \cdot 9,42} \rightarrow Z_4 = 21 \text{ dents} \quad 0,5 \text{ pt}$$

$$\text{donc } Z_6 = 4 \cdot 21 \text{ dents} \rightarrow Z_6 = 84 \text{ dents} \quad 0,5 \text{ pt}$$

0,75 pt

Q.11- Schéma cinématique du frein :



0,75 pt

Q.12- Trois avantages des garnitures de friction :

Assurer un grand coefficient de frottement. 0,25 pt

Assurer une grande résistance à l'échauffement. 0,25 pt

Assurer une grande résistance à l'usure. 0,25 pt

0,5 pt

Q.13- Nombre n de surfaces frottantes :

$$n = 2 \quad 0,5 \text{ pt}$$

2 pts

Q.14- Rayons r et R :

$$Cf = Fp.f.n.R_{moy} \rightarrow Cf = Fp.f.n.\frac{R+r}{2} \rightarrow R + r = \frac{2.Cf}{Fp.f.n}$$

$$\text{Donc } R + 0,7.R = \frac{2.Cf}{Fp.f.n} \rightarrow 1,7.R = \frac{2.Cf}{Fp.f.n}$$

$$\rightarrow R = \frac{2.Cf}{1,7.3.Fr.f.n} \quad \text{1 pt} \quad \underline{\text{AN:}} \quad R = \frac{2.28,56}{1,7.3.140.0,40.2}$$

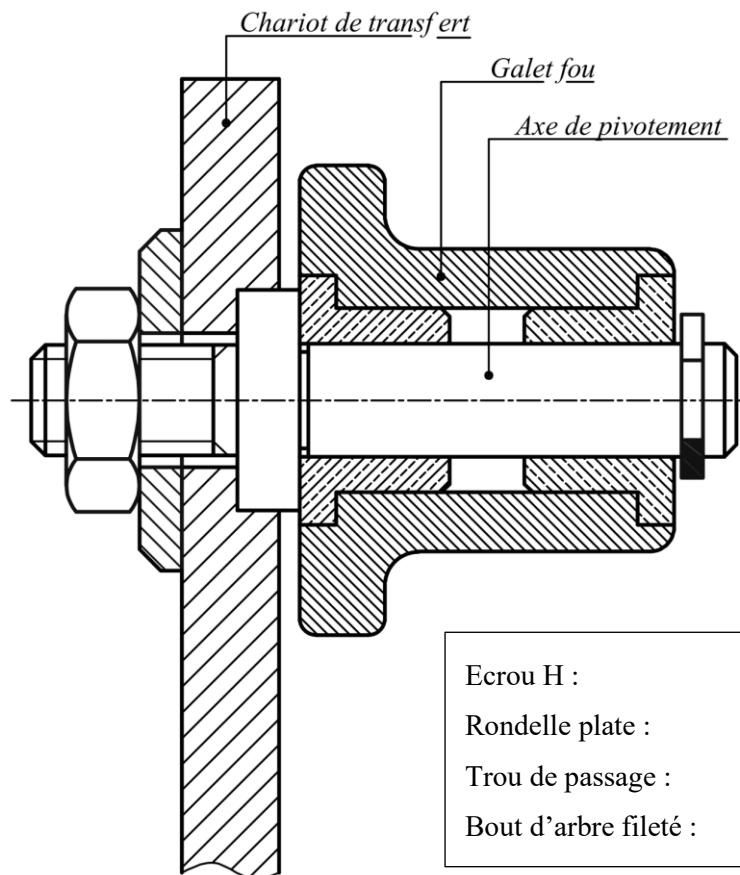
$$\rightarrow R = 0,1 \text{ m} \rightarrow R = 100 \text{ mm} \quad \text{0,5 pt}$$

$$r = 0,7.R \rightarrow r = 0,7.100$$

$$\rightarrow r = 70 \text{ mm} \quad \text{0,5 pt}$$

5 pts

Q.15- Travail graphique :



Ecrou H : 1 pt

Rondelle plate : 1 pt

Trou de passage : 0,5 pt

Bout d'arbre fileté : 0,5 pt

Anneau élastique : 1 pt

Bout d'arbre chanfreiné : 0,5 pt

Représentation et respect des règles de dessin : 0,5 pt

SEV 2

Étude partielle de la chaine d'énergie

27 points

2 pts

Q.16- Puissances totales P et Q :

$$P = P_{12} + P_3 + P_4 + P_5 \quad 0,5 \text{ pt}$$

$$\underline{A.N} : P = 7247 + 3\,623 + 2\,740 + 800 \rightarrow P = 14\,410 \text{ W} \quad 0,5 \text{ pt}$$

$$Q = Q_{12} + Q_3 + Q_4 + Q_5 \quad 0,5 \text{ pt}$$

$$\underline{A.N} : Q = 5\,246 + 2\,623 + 1\,983 + 400 \rightarrow Q = 10\,252 \text{ VAR} \quad 0,5 \text{ pt}$$

3 pts

Q.17- Puissance S , courant I et facteur de puissance $\cos \varphi$:

$$S = \sqrt{P^2 + Q^2} \quad 0,75 \text{ pt}$$

$$\underline{A.N} : S = \sqrt{(14\,410)^2 + (10\,252)^2} \rightarrow S = 17\,684,78 \text{ VA} \quad 0,25 \text{ pt}$$

$$S = \sqrt{3} \cdot U \cdot I \rightarrow I = \frac{S}{\sqrt{3} \cdot U} \quad 0,75 \text{ pt} \quad \underline{A.N} : I = \frac{17\,684,78}{\sqrt{3} \cdot 400} \rightarrow I = 25,53 \text{ A} \quad 0,25 \text{ pt}$$

$$\cos \varphi = \frac{P}{S} \quad 0,75 \text{ pt} \quad \underline{A.N} : \cos \varphi = \frac{14\,410}{17\,684,78} \rightarrow \cos \varphi = 0,81 \quad 0,25 \text{ pt}$$

1,5 pt

Q.18- Valeur de C .

$$C = \frac{P(\tan \varphi - \tan \varphi')}{3\omega U^2} \quad 1 \text{ pt}$$

$$\underline{A.N} : C = \frac{14\,410 \cdot (\tan(\cos^{-1}(0,81)) - \tan(\cos^{-1}(0,95)))}{3 \cdot 2 \cdot \pi \cdot 50 \cdot 400^2} \rightarrow C = 3,777 \cdot 10^{-5} \text{ F ou } C = 37,77 \mu\text{F} \quad 0,5 \text{ pt}$$

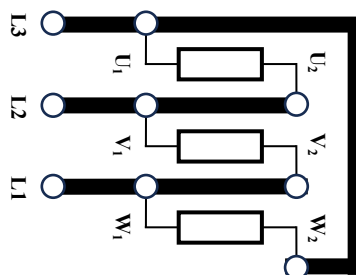
1,5 pt

Q.19- Schéma de couplage :

0,25 pt

0,25 pt

0,25 pt



0,25 pt

0,25 pt

0,25 pt

2 pts

Q.20- Vitesse de synchronisme N_s et vitesse nominale du moteur N_n :

$$N_s = \frac{60 \cdot f}{p} \quad \text{0,75 pt}$$

$$\rightarrow N_s = 1500 \text{ tr/min} \quad \text{0,25 pt}$$

$$g = \frac{N_s - N_n}{N_s} \rightarrow N_n = (1 - g) \cdot N_s \quad \text{0,75 pt}$$

$$\underline{A.N} : N_n = (1 - 0,042) \cdot 1500 \rightarrow N_n = 1437 \text{ tr/min} \quad \text{0,25 pt}$$

1,5 pt

Q.21- Couple nominal C_n :

$$P_{un} = C_n \cdot \Omega_n \rightarrow P_{un} = C_n \cdot \frac{2\pi}{60} \cdot N_n$$

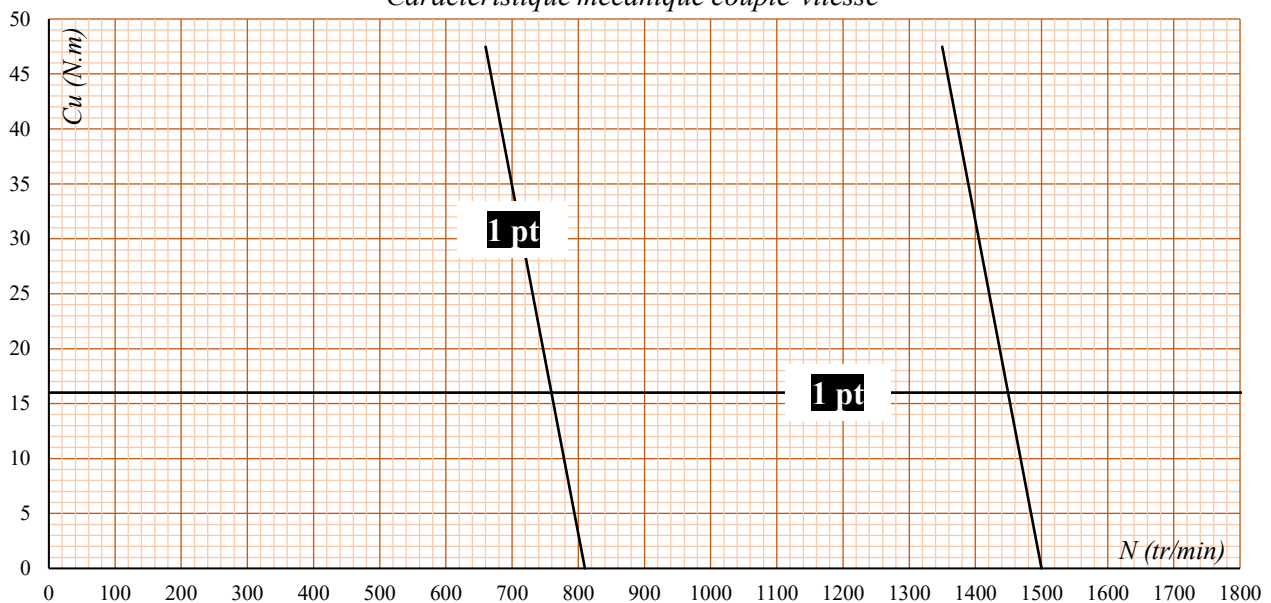
$$\rightarrow C_n = \frac{30}{\pi} \cdot \frac{P_{un}}{N_n} \quad \text{1 pt} \quad \underline{A.N} : C_n = \frac{30}{\pi} \cdot \frac{3000}{1437}$$

$$\rightarrow C_n \approx 19,94 \text{ N.m} \quad \text{0,5 pt}$$

2 pts

Q.22- Traçage de la caractéristique mécanique de la charge et vitesse de N_F :

Caractéristique mécanique couple-vitesse

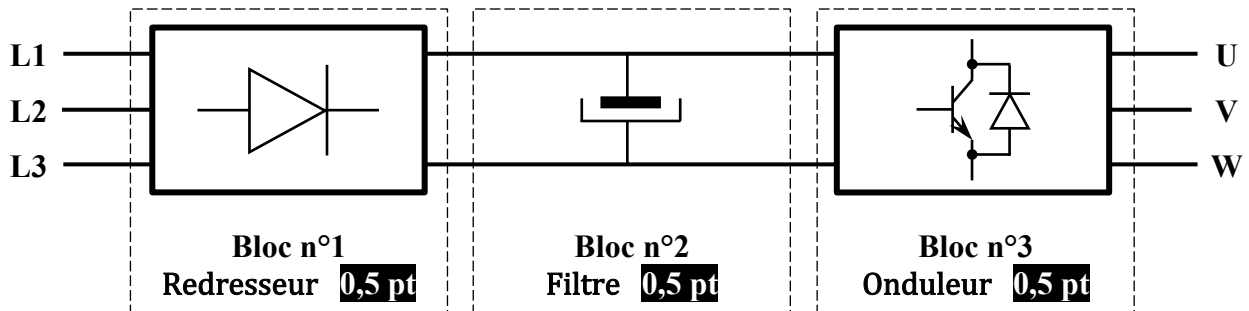


$$N_F = 1450 \text{ tr/min} \quad \text{1 pt}$$

Ce graphe concerne les questions Q22) et Q25)

1,5 pts

Q.23- Schéma synoptique du variateur :



.1 pt

Q.24- Rôle principal d'un variateur de vitesse :

- ☐ Augmenter la tension du réseau ☐ Transformer le courant alternatif en courant continu.
- ☒ Modifier la vitesse de rotation en faisant varier la fréquence et la tension. 1 pt ☐ Servir de simple interrupteur de sécurité.

2 pts

Q.25- Traçage de la nouvelle caractéristique mécanique $Cu(N)$ et vitesse de synchronisme $N's$:

$$N's = 810 \text{ tr/min} \quad 1 \text{ pt}$$

2,5 pts

Q.26- Fréquence f' et tension d'alimentation U' :

$$N's = \frac{60 \cdot f'}{p} \rightarrow f' = \frac{N's \cdot p}{60} \quad 0,75 \text{ pt}$$

$$\text{A.N: } f' = \frac{2 \cdot 810}{60} \rightarrow f' = 27 \text{ Hz} \quad 0,5 \text{ pt}$$

En fonctionnement nominale, $f = 50 \text{ Hz}$ et $U = 400 \text{ V}$

$$\frac{U}{f} = \frac{U'}{f'} \rightarrow U' = \frac{f'}{f} \cdot U \quad 0,75 \text{ pt}$$

$$\text{A.N: } U' = \frac{27}{50} \cdot 400 \rightarrow U' = 216 \text{ V} \quad 0,5 \text{ pt}$$

1 pt

Q.27- Vitesse moyenne V_m :

$$v_m = \frac{l}{t} \quad 0,75 \text{ pt}$$

$$\text{A.N: } v_m = \frac{0,6}{3} \rightarrow v_m = 0,2 \text{ m/s} \quad 0,25 \text{ pt}$$

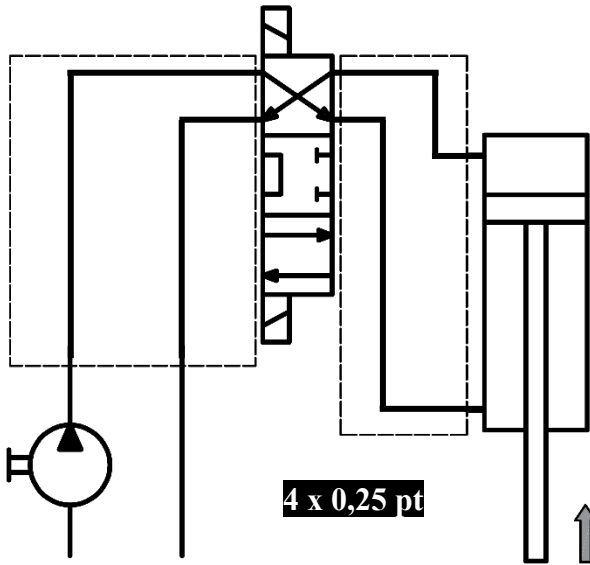
1 pt

Q.28- Débit volumique Q_V :

$$Q_V = V_m \cdot St \quad \mathbf{0,75 \text{ pt}}$$

$$\underline{\text{AN:}} \quad Q_V = 0,2 \cdot 12 \cdot 10^{-4} \rightarrow Q_V = 0,24 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3/\text{s} \quad \mathbf{0,25 \text{ pt}}$$

2 pts

Q.29- Circuit d'alimentation du vérin V et désignation du préactionneur :

Nom du préactionneur :

2 x 0,5 pt☒ Distributeur hydraulique TOR☐ Distributeur hydraulique proportionnel

Désignation :

☐ 3/2 ☐ 4/2 ☐ 5/2 ☒ 4/3 ☐ 5/3

1 pt

Q.30- Pertes dans le fer P_{Fer} et pertes joules P_{JN} :

$$P_{\text{Fer}} = P_{10} = 10 \text{ W} \quad \mathbf{0,5 \text{ pt}}$$

$$P_{\text{JN}} = P_{1\text{CC}} = 5 \text{ W} \quad \mathbf{0,5 \text{ pt}}$$

1,5 pt

Q.31- Chute de tension ΔU_2 et tension U_{2N} :

$$\Delta U_2 = 0,2 \cdot 5 \cdot 0,8 + 0,167 \cdot 5 \cdot \sin(\cos^{-1}(0,8)) \rightarrow \Delta U_2 = 1,3 \text{ V} \quad \mathbf{0,5 \text{ pt}}$$

$$U_{2N} = U_{20} - \Delta U_2 \quad \mathbf{0,5 \text{ pt}} \quad \underline{\text{AN:}} \quad U_{2N} = 25,3 - 1,3 \rightarrow U_{2N} = 24 \text{ V} \quad \mathbf{0,5 \text{ pt}}$$

1 pt

Q.32- Rendement η_N en % du transformateur :

$$\eta_N = \frac{P_U}{P_U + P_{\text{Fer}} + P_{\text{JN}}} \rightarrow \eta_N = \frac{U_2 \cdot I_{2N} \cdot \cos \varphi_2}{U_2 \cdot I_{2N} \cdot \cos \varphi_2 + P_{\text{Fer}} + P_{\text{JN}}} \quad \mathbf{0,5 \text{ pt}}$$

$$\underline{\text{AN:}} \quad \eta_N = \frac{24 \cdot 5 \cdot 0,8}{24 \cdot 5 \cdot 0,8 + 10 + 5} \rightarrow \eta_N = 86,4 \% \quad \mathbf{0,5 \text{ pt}}$$

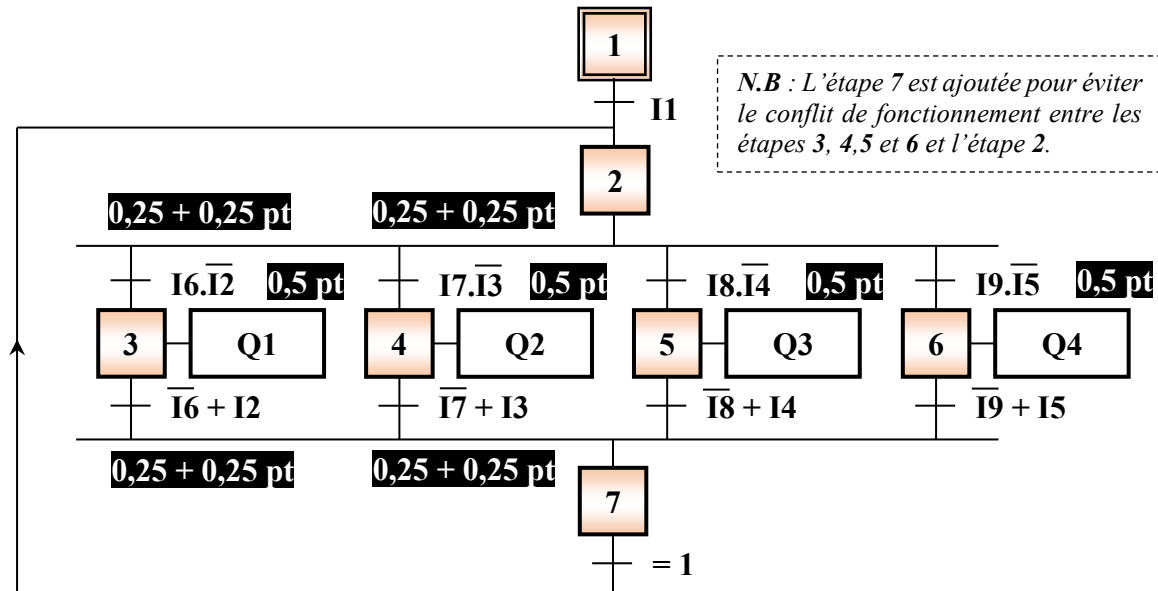
SEV 3

Étude partielle de la chaine d'information

29 points

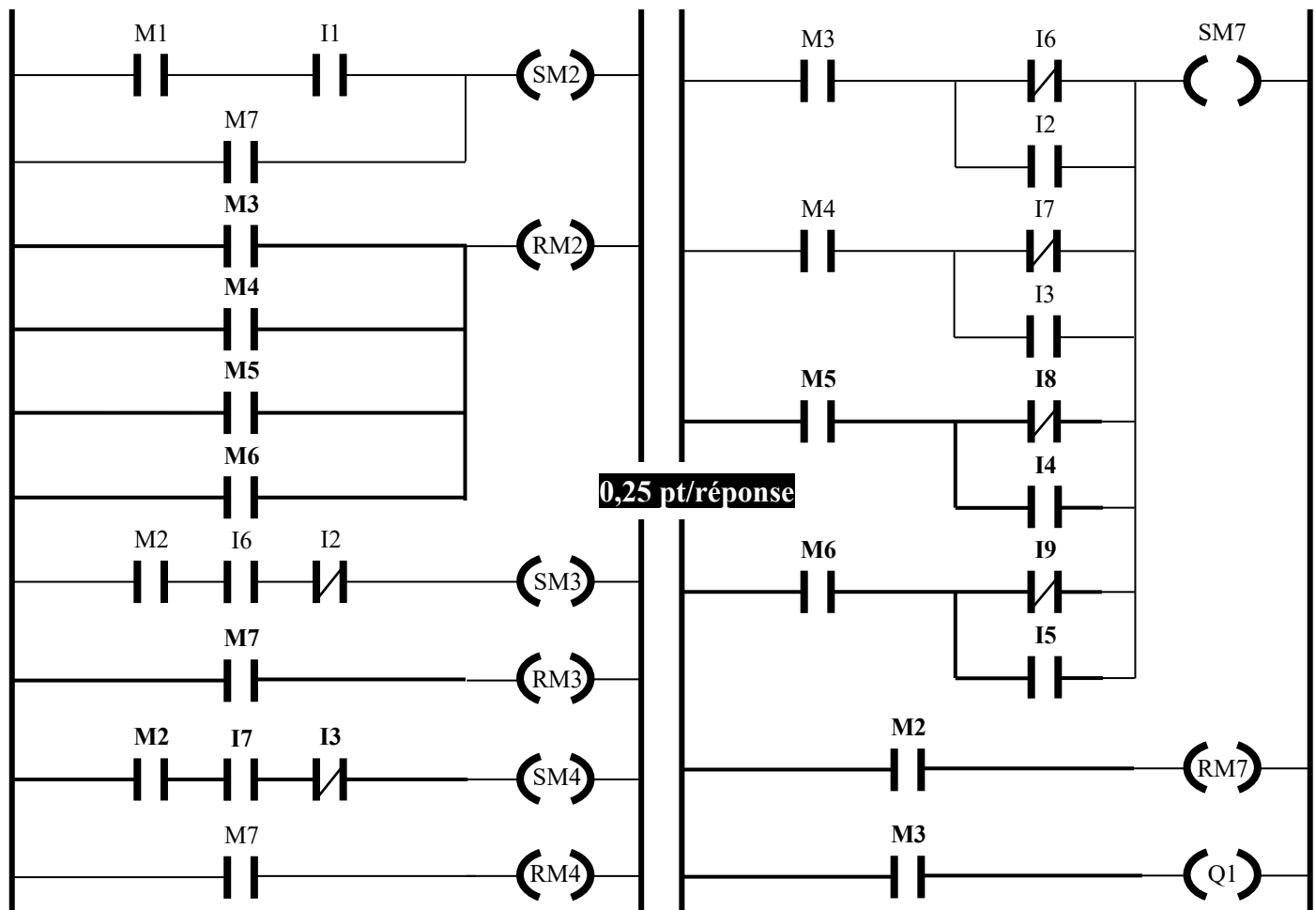
4 pts

Q.33- GRAFCET du point de vue A.P.I :



4 pts

Q.34- Programme Ladder :



2 pts

Q.35- Coefficients a et b :

$$a = \frac{\Delta i}{\Delta \alpha} \text{ A.N : } a = \frac{20 - 4}{25 - (-25)} \rightarrow a = \frac{16}{50} \rightarrow a = 0,32 \text{ mA/}^\circ \quad \text{0,75 pt + 0,25 pt}$$

$$i(-25) = a(-25) + b = 4 \text{ mA} \rightarrow b = 4 + 25.a$$

$$\rightarrow b = 4 + 25.0,32 \rightarrow b = 12 \text{ mA} \quad \text{0,75 pt + 0,25 pt}$$

1 pt

Q.36- Expression de la tension U :

$$U = R_c.i \quad \text{0,5 pt} \quad \text{et } i(\text{mA}) = 0,32.a + 12 \rightarrow U = 100.(0,32.a + 12).10^{-3}$$

$$U = 0,1.(0,32.a + 12) \rightarrow U = 0,032.a + 1,2 \quad \text{0,5 pt}$$

2 pts

Q.37- Expression de la tension U_2 :

$$V^- = \frac{U_2.R_1 + V_{REF}.R_2}{R_2 + R_1} \quad \text{0,5 pt} \quad V^+ = U_1 \cdot \frac{R_2}{R_2 + R_1} \quad \text{0,5 pt} \quad \text{Mode linéaire } V^+ = V^-$$

$$\text{Alors } \frac{U_2.R_1 + V_{REF}.R_2}{R_2 + R_1} = U_1 \cdot \frac{R_2}{R_2 + R_1} \quad \text{Donc } U_2.R_1 + V_{REF}.R_2 = U_1.R_2$$

$$U_2.R_1 = U_1.R_2 - V_{REF}.R_2 \rightarrow U_2.R_1 = R_2.(U_1 - V_{REF}) \rightarrow U_2 = \frac{R_2}{R_1}.(U_1 - V_{REF}) \quad \text{1 pt}$$

1,5 pt

Q.38- Expression de la tension U_2 en fonction de α et valeur de V_{REF} :

$$U = 0,032.a + 1,2 \text{ donc } U_2 = \frac{R_2}{R_1}.(0,032.a + 1,2 - V_{REF})$$

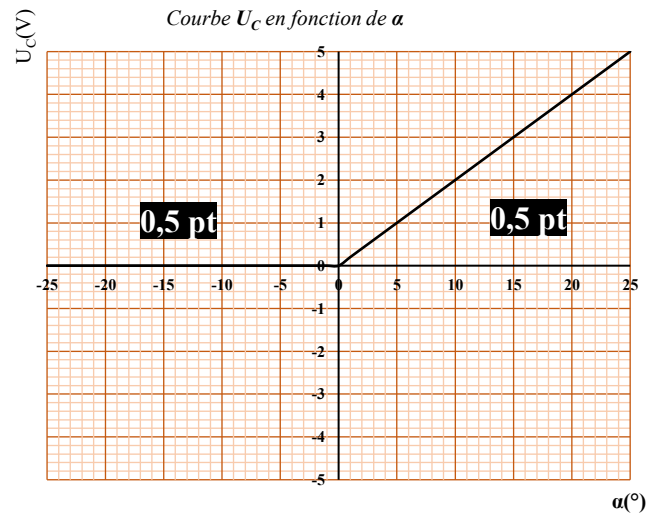
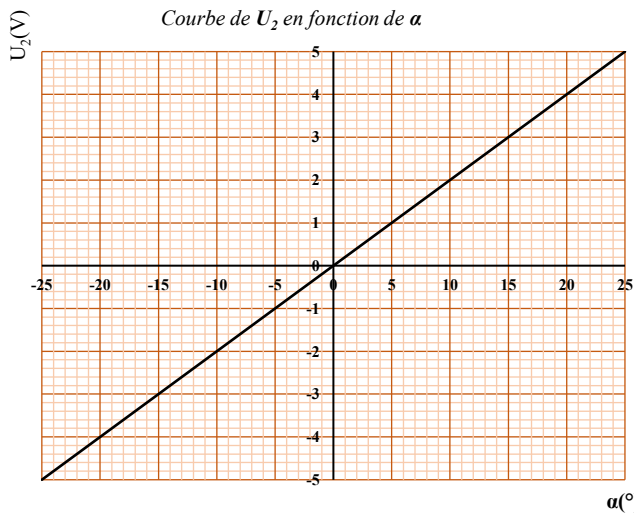
$$\rightarrow U_2 = 0,032 \cdot \frac{R_2}{R_1} \cdot \alpha + (1,2 - V_{REF}) \cdot \frac{R_2}{R_1} \quad \text{1 pt}$$

$$U_2 = 0,032 \cdot \frac{R_2}{R_1} \cdot \alpha \text{ si } 1,2 - V_{REF} = 0 \rightarrow V_{REF} = 1,2 \text{ V} \quad \text{0,5 pt}$$

1,5 pt

Q.39- Tableau à compléter et traçage la courbe U_c en fonction de α :

	$U_2 \geq 0 \text{ V}$	$U_2 < 0 \text{ V}$
	D ₁ conductrice	D ₁ bloquée
Tension U_c	U_2 0,25 pt	0 0,25 pt



1,5 pt

Q.40- Expression et valeur de R_2 :

On a $U_2 = 0,032 \cdot \frac{R_2}{R_1} \cdot \alpha$ donc $\frac{R_2}{R_1} = \frac{U_C}{0,032 \cdot \alpha} \rightarrow R_2 = \frac{U_C}{0,032 \cdot \alpha} \cdot R_1$ 1 pt

A.N: $R_2 = \frac{5}{0,032 \cdot 25} \cdot 5,6 \rightarrow R_2 = 35 \text{ K}\Omega$ 0,5 pt

1 pt

Q.41- Déplacement angulaire minimal P :

$P = \frac{360}{N} \cdot \frac{F_P}{F_C}$ 0,5 pt

A.N : $P = \frac{360}{128} \cdot \frac{1}{4} \rightarrow P = 0,703^{\circ}$ 0,5 pt

1 pt

Q.42- Nombre n de fronts descendants du signal $EncA$:

$n = \frac{\text{course}}{P}$ 0,5 pt A.N : $n = \frac{100}{0,703}$

$\rightarrow n = 142$ 0,5 pt

1 pt

Q.43- Nombre de bits et Justification :

Il faut 8 bits pour représenter la position de la poche 0,5 pt

Justification : $2^7 < 142 < 2^8$ 0,5 pt

2 pts

Q.44- Sous-programme d'interruption.

Interrupt

BTFSS

PORTB, 1

; RB₁ = 1 ?

DECFSZ

Pos_poche, F

; Décrémenter position

0,5 pt

BTFSC

PORTB, 1

; RB₁ = 0 ?

0,5 pt

INCF

Pos_poche, F

; Incrémenter position

0,5 pt

BCF

INTCON, 1

; Drapeau d'interruption INTF à 0

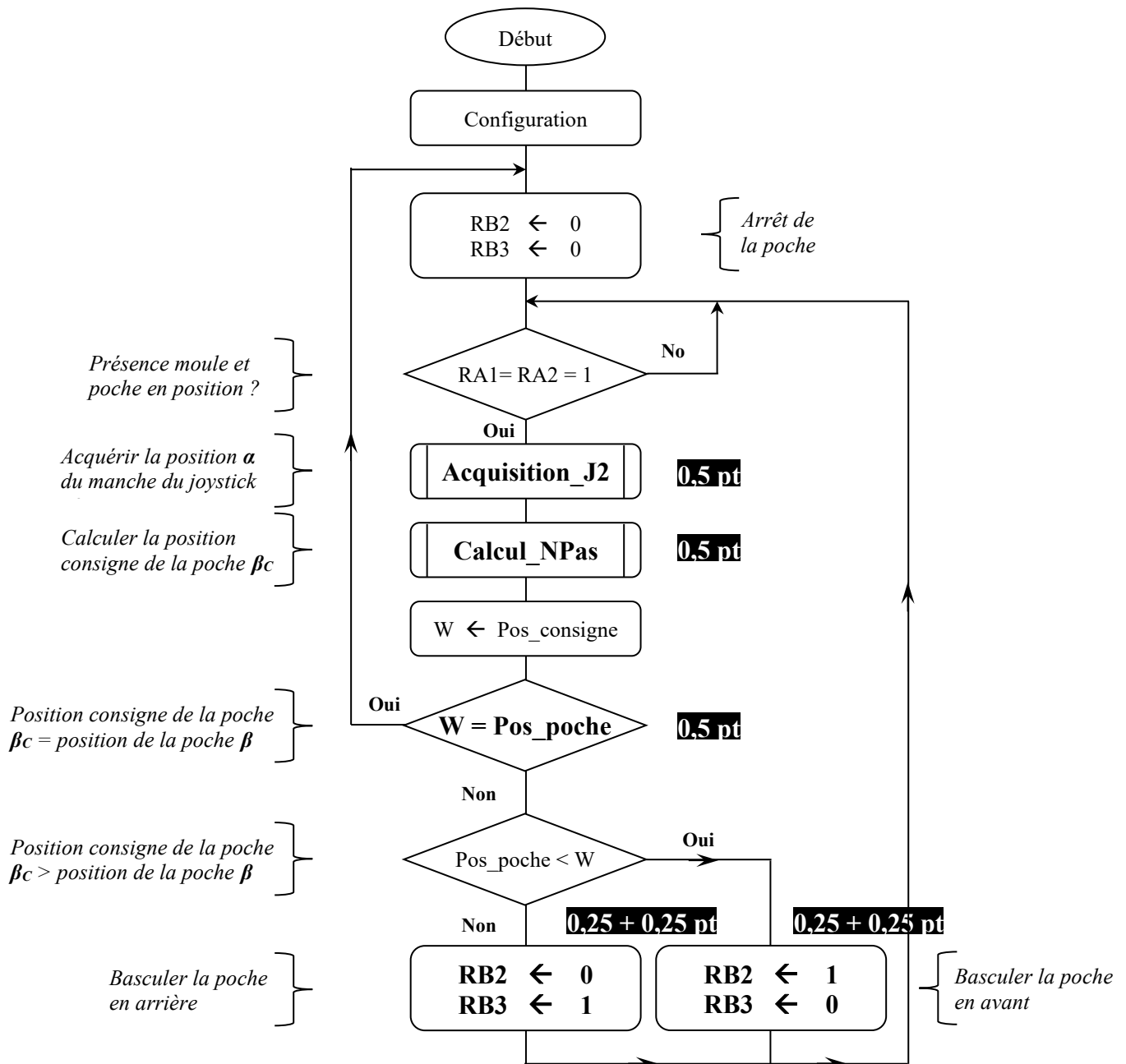
RETFIE

; Retour d'interruption

0,5 pt

2,5 pts

Q.45- Organigramme :



3 pts

Q.46- Programme de configuration :

```

BCF      STATUS, 6      ;
BSF      STATUS, 5      ; Accès à la BANK 1
MOVLW    0x07           ;
MOVWF    TRISA          ; RA0, RA1 et RA2 des entrées
MOVLW    0x03           ;
MOVWF    TRISB          ; RB0, RB1 entrées-RB2, RB3 sorties
MOVLW    0x90           ;
MOVWF    INTCON         ; Validation de l'interruption INT
CLRF     OPTION         ; INT reconnaît un front descendant
MOVLW    0x0E           ;
MOVWF    ADCON1         ; Configuration du CAN interne
BCF      STATUS, 5      ; Accès à la BANK 0
MOVLW    0x81           ;
MOVWF    ADCON0         ; Configuration du CAN interne

```

1 pt

1 pt

1 pt