

## A. PARTIE GENIE MÉCANIQUE

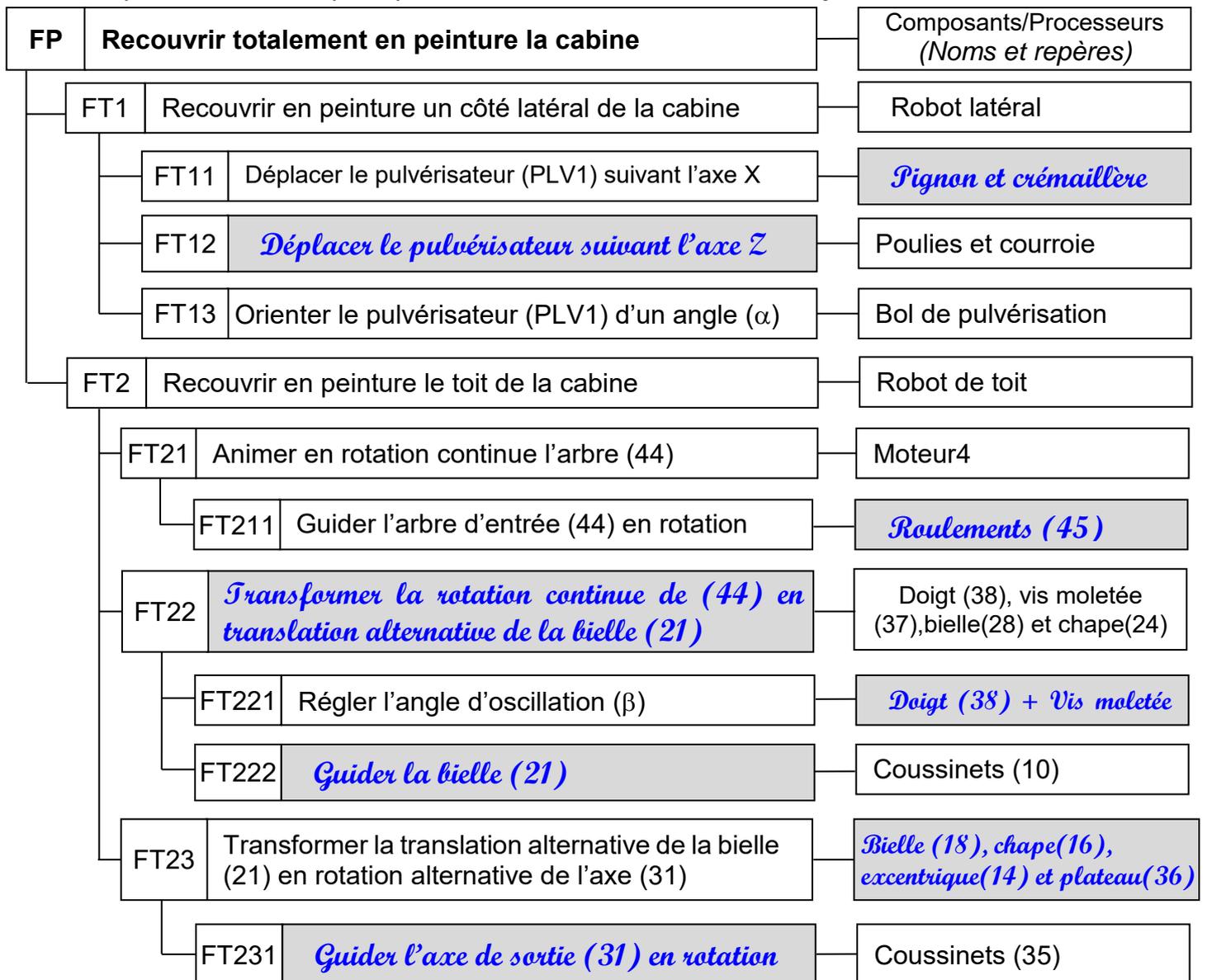
L'étude de la partie mécanique se limite aux mouvements des robots latéraux et du robot de toit de la station de peinture. (Figure 1 du dossier technique)

Pendant la phase de recouvrement en peinture d'un côté latéral de la cabine, le pulvérisateur (PLV1) se déplace en mouvement de translation suivant les axes X et Z, et pivote en rotation d'un angle ( $\alpha = \pm 45^\circ$ ) autour de l'axe Y. (Figure 2 du dossier technique)

Pendant la phase de recouvrement du toit, le robot pivote les pulvérisateurs (PLV2) d'un mouvement alternatif de rotation d'un angle ( $\beta$ ) autour de l'axe X. (Figure 2 du dossier technique)

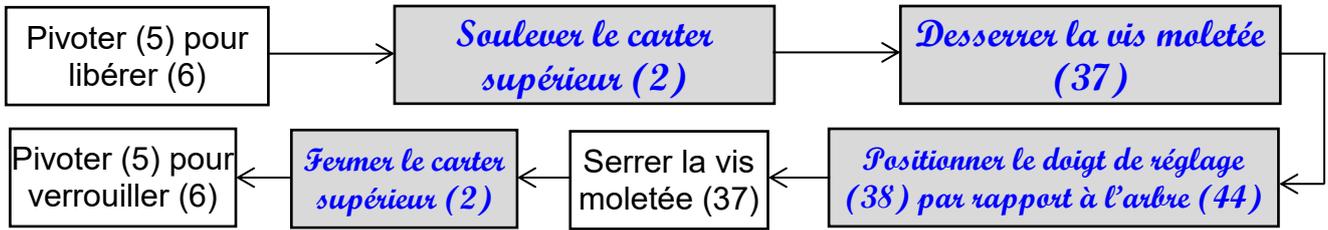
### 1. Analyse fonctionnelle

1.1. D'après le schéma cinématique de la station de peinture (dossier technique page 2/7) et le dessin d'ensemble du robot de toit (dossier technique page 7/7) ; compléter le diagramme FAST descriptif de la fonction principale FP : **Recouvrir totalement en peinture la cabine.**



## 1.2. Réglage de l'excentrique (E)

Compléter le graphe explicatif ci-dessous du réglage de l'excentrique (E). (Voir dessin d'ensemble)



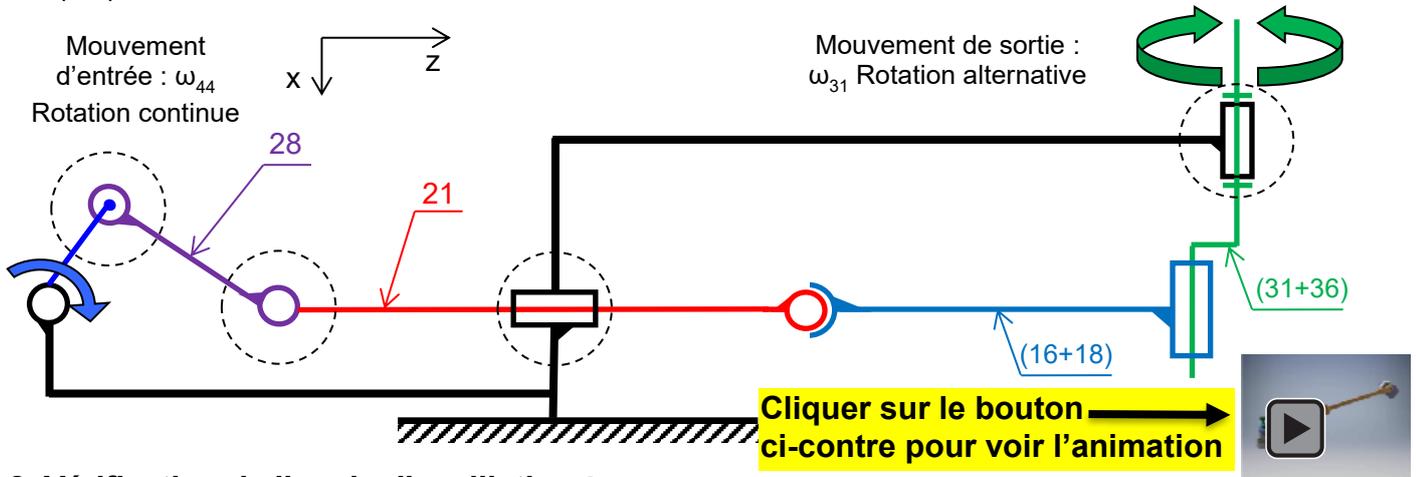
1.3. Se référer au dessin d'ensemble et compléter le tableau suivant par la forme et/ou l'élément, avec son repère, réalisant les assemblages suivant :

Assemblage	Surface(s) de mise en position	Maintien en position
(46)/(1)	Surface plane + surface cylindrique	Les 3 vis (29)
(38)/(44)	Surfaces planes	Vis à tête moletée (37)

## 2. Étude cinématique

### 2.1. Schéma cinématique

Se référer au dessin d'ensemble page 7/7 et compléter le schéma cinématique du robot de toit suivant le plan (x,z)

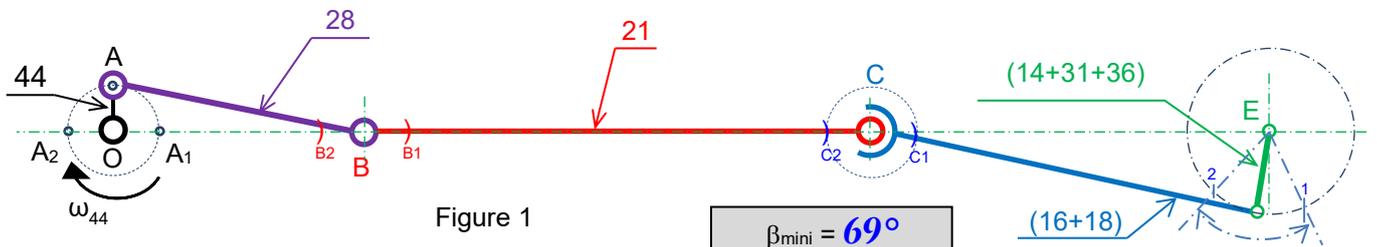


### 2.2. Vérification de l'angle d'oscillation $\beta$

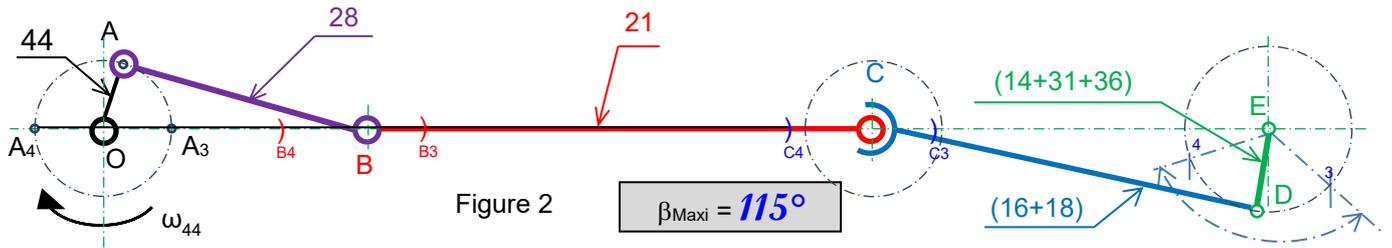
L'angle d'oscillation  $\beta$  du pulvérisateur de toit est réglable suivant la valeur de l'excentrique «E». Sur les figures 1 et 2, on propose deux valeurs extrêmes de l'excentrique  $E_1=OA_1=OA_2$  et  $E_2=OA_3=OA_4$ .

**Remarque :** les résultats de  $\beta_{\text{mini}}$  et de  $\beta_{\text{Maxi}}$  sont fonctions de la précision du tracé du candidat et sont acceptés avec une tolérances.

a. Représenter graphiquement pour chaque position de la manivelle OA les positions des points B, C et D relatives aux points A<sub>1</sub>, A<sub>2</sub>, A<sub>3</sub> et A<sub>4</sub> et déduire la valeur minimale de l'angle  $\beta$  dans premier cas et sa valeur maximale dans le deuxième cas.







b. Vérifier si les valeurs de  $\beta$  imposées par le cahier de charges fonctionnel sont respectées.

*Les valeurs de  $\beta$  sont respectées*

### 3. Étude en flexion du doigt de réglage (38)

On assimile le doigt de réglage (38) à une poutre cylindrique creuse soumise à une charge  $\|\vec{F}_B\| = 150\text{N}$ . (Figure a)

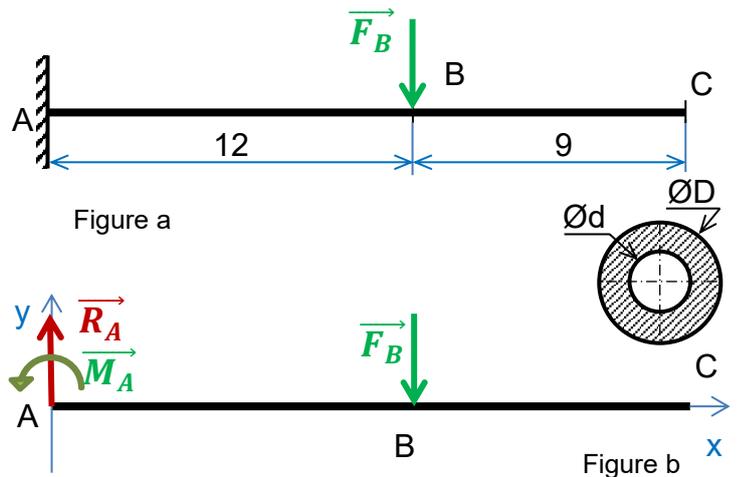
3.1. Isoler la poutre AC, mettre en place les actions mécaniques puis calculer celles en A. (Figure b)

- $\|\vec{R}_A\| = \|\vec{F}_B\| = 150\text{N}$

- $\|\vec{M}_A\| = \|\vec{F}_B\| \times AB = 150 \times 0,012 = 1,8\text{ Nm}$

$\|\vec{M}_A\| = 1,8\text{ Nm}$

$\|\vec{R}_A\| = 150\text{ N}$



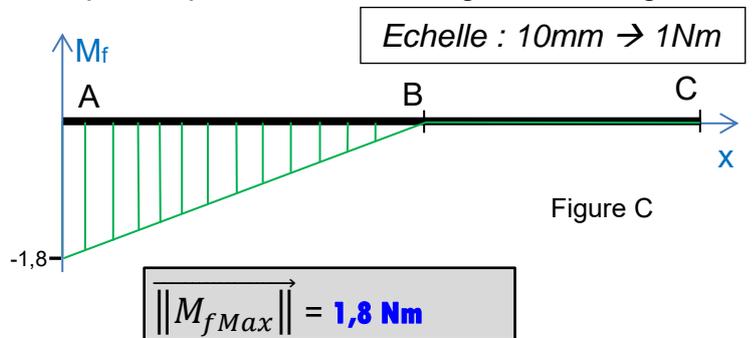
3.2. Calculer les moments fléchissants le long de la poutre puis tracer sur la figure c le diagramme correspondant.

Entre A et B:  $\overline{M}_f = -(M_A - R_A \cdot x) = 150 \cdot x - 1,8$

\* Pour  $x=0 \Rightarrow \overline{M}_f = -1,8\text{ Nm}$

\* Pour  $x=0,012 \Rightarrow \overline{M}_f = 0$

Entre B et C:  $\overline{M}_f = 0$



3.3. Déduire  $\|\vec{M}_{fMax}\|$

3.4. On donne  $R_p = 80\text{ N/mm}^2$  et  $D = 2d$ .

a. Déterminer la valeur de  $D_{min}$  pour que la poutre résiste en toute sécurité.

$$\frac{\mathcal{M}_{f_{max}}}{\left(\frac{I_{GZ}}{v}\right)} \leq R_{pe} \Leftrightarrow \frac{\mathcal{M}_{f_{max}} \times 32 \times D}{\pi \times (D^4 - d^4)} \leq R_{pe} \Leftrightarrow \frac{\mathcal{M}_{f_{max}} \times 32 \times D}{\pi \times \left(\left(\frac{16D^4}{16}\right) - \left(\frac{D^4}{16}\right)\right)} \leq R_{pe} \Leftrightarrow \frac{\mathcal{M}_{f_{max}} \times 32 \times D \times 16}{\pi \times 15 \times D^4} \leq R_{pe}$$

$$\Rightarrow D \geq 3 \sqrt{\frac{\mathcal{M}_{f_{max}} \times 32 \times 16}{\pi \times 15 \times R_{pe}}} \quad \text{AN} \quad D \geq 3 \sqrt{\frac{1800 \times 32 \times 16}{\pi \times 15 \times 80}} \Rightarrow D \geq 6,25\text{ mm}$$

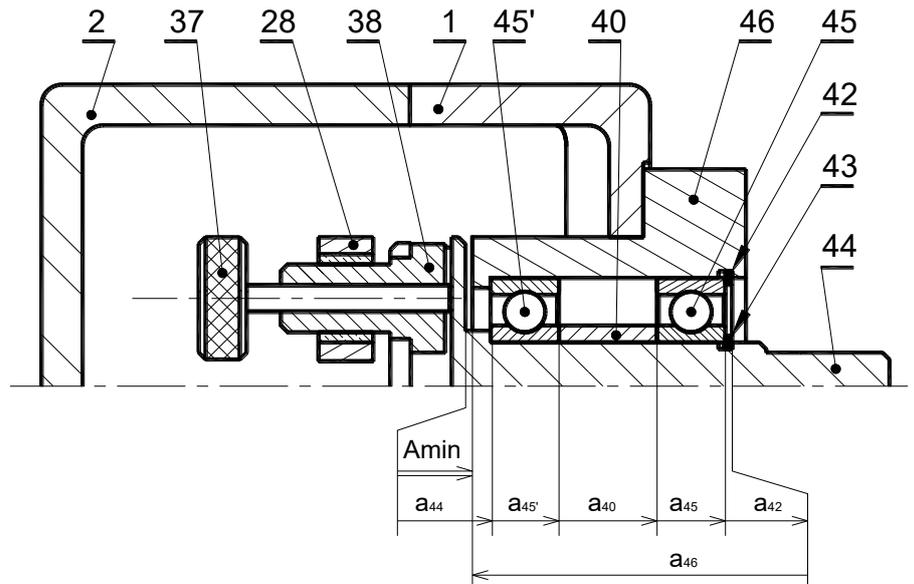
$D_{min} = 6,25\text{ mm}$

b. Déduire la valeur de  $d_{Max}$

$d_{Max} = 3,125\text{ mm}$

## 4. Cotation fonctionnelle

Tracer la chaîne de cotes minimale relative à la condition  $A_{\text{mini}}$ .

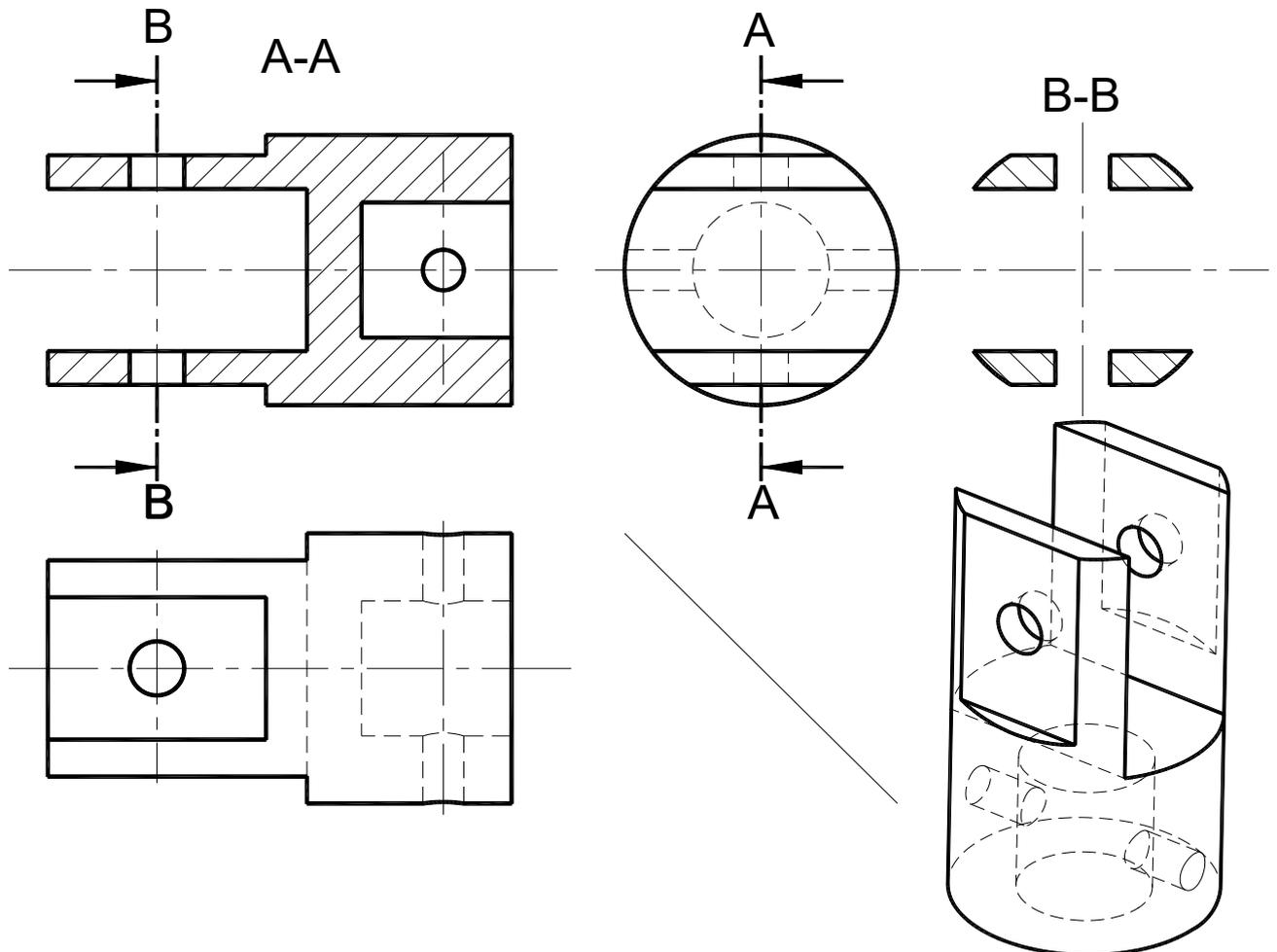


## 5. Dessin de définition de la chape (24)

On donne la représentation en 3D de la chape femelle (24) et sa vue de face en coupe A-A.

On demande de compléter à l'échelle du dessin la représentation graphique de la chape (24) par :

- La vue de gauche
- La vue de dessus
- La section sortie B-B



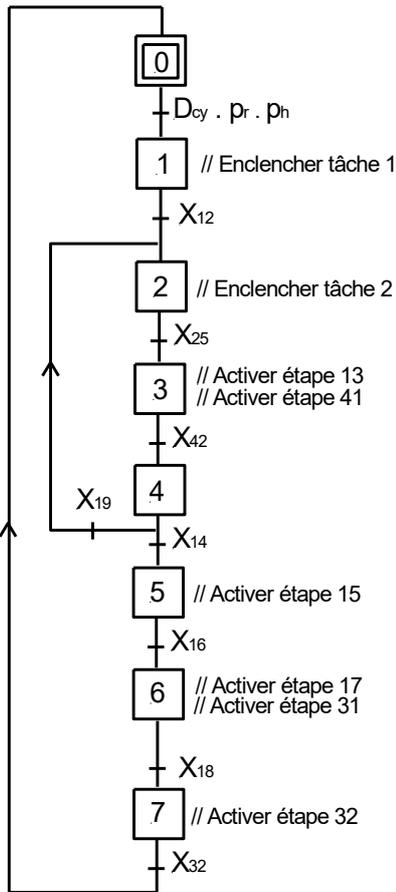
## A. PARTIE GÉNIE ÉLECTRIQUE

### 1. Etude du grafcet synchronisé

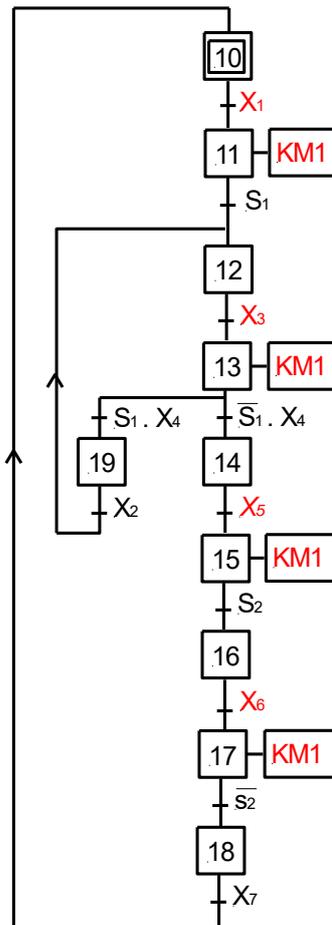
En se référant aux pages 1/7, 2/7 et 3/7 du dossier technique et au grafcet de coordination donné ci-dessous, compléter le grafcet synchronisé décrivant les tâches 1, 2 et 3.

**N.B :** Le fonctionnement du moteur MP ne fera pas l'objet des grafcets.

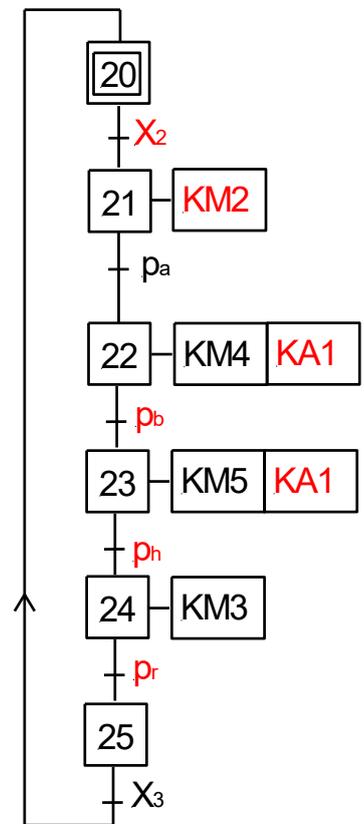
**Grafcet de coordination**



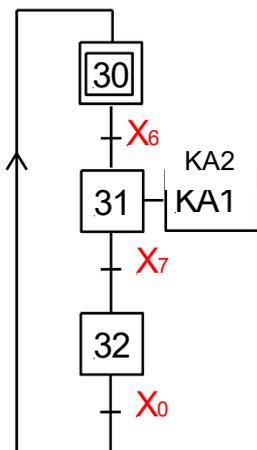
**Tâche 1 : avancer la cabine**



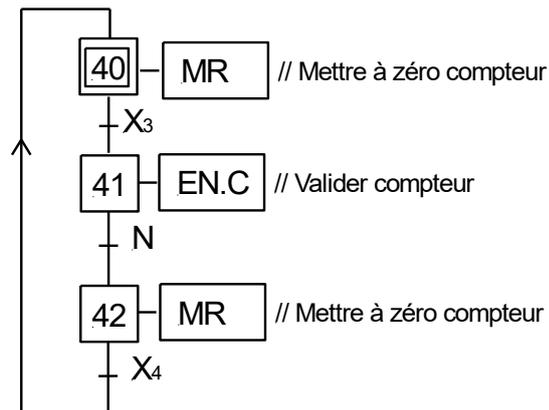
**Tâche 2 : pulvériser les surfaces latérales**



**Tâche 3 : pulvériser le toit**



**Tâche 4 : compter les pas d'avance de la cabine**



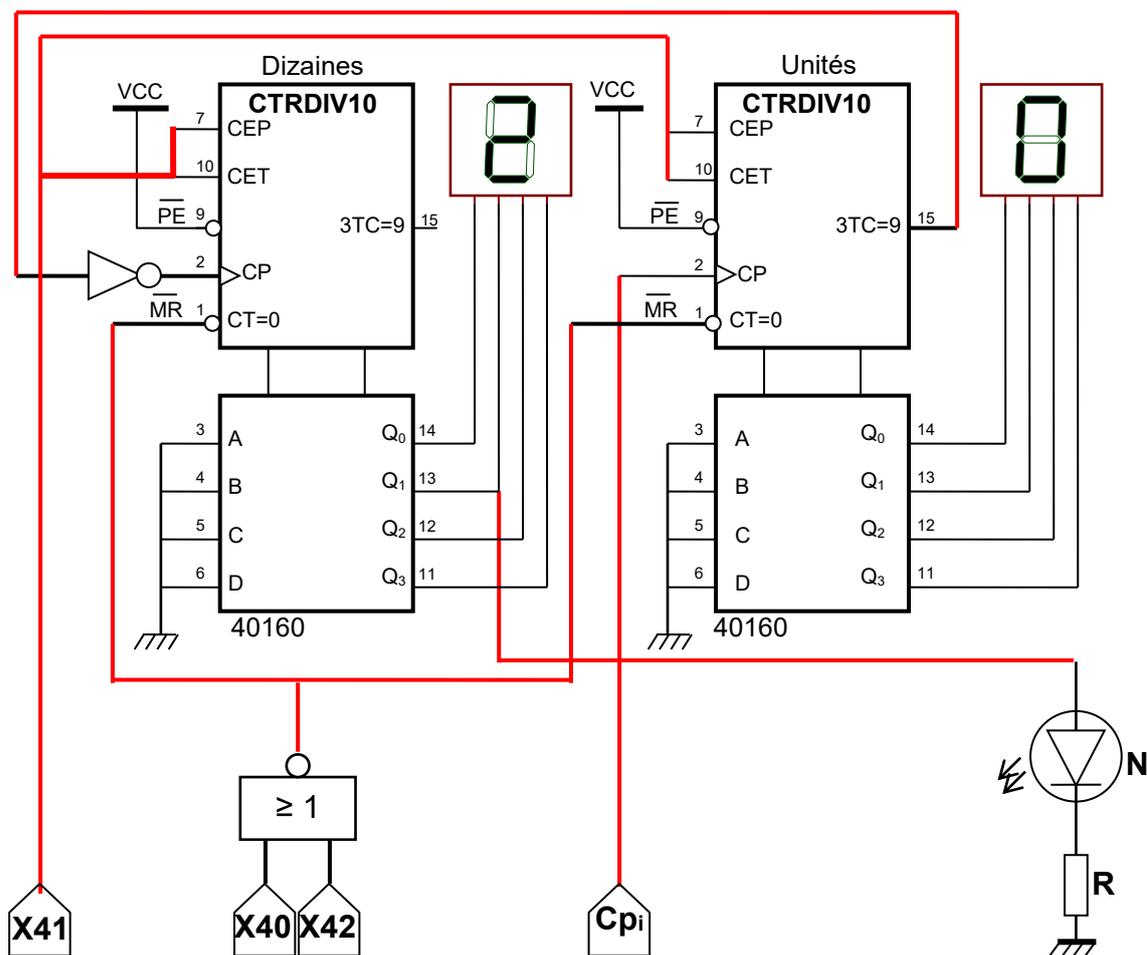
Ne rien écrire ici

## 2. Etude de la fonction comptage des pas d'avance de la cabine

### 2.1. Etude du système de comptage par circuit intégré 40160

En se référant à la page 5/7 du dossier technique, compléter sur le schéma du circuit logique ci-dessous :

- Le circuit de validation du compteur ;
- Le circuit de remise à zéro sachant que le compteur est remis à 0 quand l'étape 40 ou l'étape 42 du Grafcet est active ;
- Le circuit d'incrémentation du compteur et l'association en cascade des deux circuits intégrés ;
- Le circuit de la diode LED s'allumant lorsque  $N = 1$ , correspondant à 20 pas d'avance du convoyeur.



### 2.2. Etude du système de comptage par microcontrôleur PIC 16F876A

En se référant au paragraphe 4.2 de la page 5/7 du dossier technique, compléter les lignes d'instructions du programme donné à la page suivante en exploitant le commentaire associé à chaque ligne d'instruction.

**N.B :** Les quatre premières broches des deux ports B et C et la broche RA5 du port A sont configurées en sorties. Toutes les autres broches non connectées des ports A, B et C sont configurées en entrées.

## Ne rien écrire ici

<pre>program tache_4;</pre>	// Entête du programme
<pre>const code7seg: array[10] of byte =(\$0,\$1,\$2,\$3,\$4,\$5,\$6,\$7,\$8,\$9);var   unite : byte; dizaine : byte;   X3: sbit at RA0_bit; X4: sbit at RA1_bit;   MR: sbit at RA5_bit;   N : bit;   X40,X41,X42:bit;</pre>	// Code correspondant à l'affichage  // Unités et dizaine, types octets // X3 et X4 types bit sur RA0 et RA1 // S42 : type bit, sur RA5 // N : variable comptage type bit ; // X40, X41 et X42 : type bit ;
<pre>Procédure affichage; begin   unite:= TMR0 mod 10; dizaine:= TMR0 div 10;   Portc:= code7seg[unite];   Portb:= code7seg[dizaine]; end;</pre>	// Procédure d'affichage // Début // Unité et dizaine // Affectation du port des unités // Affectation du port des dizaines // Fin
<pre>begin   trisA:= .....\$1F.....;   trisB:=... \$F0...;trisC:=... \$F0.;</pre>	// Configuration des registres tris // Configuration du port A // Configuration des ports B et C
<pre>ADCON1:= .....\$87.....; OPTION_REG := \$E8;</pre>	// Port A numérique // compteur à front montant sur RA4
<pre>TMR0:=0.....;</pre>	// TMR0 ← 0 ;
<pre>PortB:=..... 0.....;PortC:= .....0.....;</pre>	// Port B ← 0 ; Port C ← 0 ;
<pre>N:=... 0 ...; ... X40:=1; X41:=0; X42:=0.....;</pre>	// N ← 0 ; // X40 ← 1 ; X41 ← 0 ; X42 ← 0 ;
<pre>..... while true do.....</pre>	// Boucle Tant que
<pre>Begin</pre>	// Début
<pre>... affichage.....;</pre>	// Appel de la procédure affichage
<pre>X40 := ...(X42 and X4) OR (X40 and NOT(X41))..; X41 := ...(X41 and X3) OR (X41 and NOT(X42))..; X42 := ...(X41 and N) OR (X42 and NOT(X40))..;</pre>	//Equation de l'étape 40 //Equation de l'étape 41 //Equation de l'étape 42
<pre>if (TMR0=20) then N:=1 else N:=0;</pre>	// Si TMR0 =20 alors N←1 sinon N←0 ;
<pre>if ((X40=1) OR (X42=1)) then TMR0:=0;</pre>	// Remise à zéro de TMR0
<pre>if ((X40=1) OR (X42=1)) then MR:=1 else MR:=0..;</pre>	// Equation de la sortie MR
<pre>... end...; ... end... .</pre>	// Fin tant que ; // Fin programme.

### 3. Etude du moteur M1

#### 3.1. Relevé et calcul des grandeurs électriques et des grandeurs mécaniques

Se référer dans cette partie aux caractéristiques mécaniques  $T_u(n)$  et  $Tr(n)$  données à la page 6/7 du dossier technique. Remplir le tableau ci-dessous par l'expression et la valeur avec son unité de chacune des grandeurs demandées.

	Point de fonctionnent		Vitesse de synchronisme "n <sub>s</sub> "	Puissance utile "P <sub>u</sub> "	Rendement "η"	Courant en ligne "I"
	Couple utile "T <sub>u</sub> "	Vitesse du rotor "n"				
Expression	D'après la courbe			$P_u = T_u \times \Omega$	$\eta = 1 - g$ ou $P_u/P_a$	$\frac{P_u}{(1-g) \times U \times \sqrt{3} \times \cos(\varphi)}$
Valeur et unité	<b>15Nm</b>	<b>950tr/min</b>	<b>1000tr/min</b>	<b>1491,5W</b>	<b>95%</b>	<b>2,95A</b>

Ne rien écrire ici

### 3.2. Dimensionnement et choix du moteur M1

Se référer dans cette partie au document constructeur donné au dossier technique à la page 6/7 et aux résultats de la question immédiatement précédente.

a. Choisir la référence du moteur convenable à l'entraînement du convoyeur. Relever les valeurs des caractéristiques correspondantes.

Référence : <b>FLS 100LK</b> .....	
Pn (puissance nominale) = ... <b>1,5KW</b> ...	n <sub>n</sub> (Vitesse nominale) = <b>955tr/min</b> .....
Tn (Couple nominal) = ..... <b>15Nm</b> ....	In (courant nominal) = ..... <b>3,5A</b> .....

b. Choisir la référence des appareils de la chaîne de commande et de protection du moteur M1

Contacteur tripolaire	Relais thermique tripolaire
<b>LC1 D09</b>	..... <b>LRD 08</b> .....

### 4. Etude du circuit de détection du sens de rotation

#### 4.1. Etude de fonctionnement de l'A.L.I 2

Se référer dans cette étude au montage à base d'A.L.I et à la caractéristique de transfert donnés à la page 6/7 du dossier technique.

a. Quel est le régime de fonctionnement de l'A.L.I.2 ? En déduire la fonction réalisée par ce montage ?

.....**Régime saturé**.....  
 .....**Comparateur double seuil non Inverseur**.....

b. Déterminer les valeurs des deux tensions de basculement V<sup>+</sup> et V<sup>-</sup> et les valeurs des tensions de saturation +V<sub>sat</sub> (+V<sub>CC</sub>) et -V<sub>sat</sub> (-V<sub>CC</sub>).

V<sup>+</sup> = .....**+ 4V**.....      +V<sub>sat</sub> = .....**+ 15V**.....  
 V<sup>-</sup> = .....**- 4V**.....      -V<sub>sat</sub> = .....**-15V**.....

c. Etablir les expressions des tensions seuils V<sup>+</sup> et V<sup>-</sup> en fonction de R<sub>1</sub>, R<sub>2</sub> et V<sub>sat</sub>.

V<sup>+</sup> = .....**(-R<sub>1</sub>/R<sub>2</sub>)x(-V<sub>sat</sub>)**.....      V<sup>-</sup> = .....**(-R<sub>1</sub>/R<sub>2</sub>)x(+V<sub>sat</sub>)**.....

d. Quelle est la valeur de R<sub>1</sub> si R<sub>2</sub> = 10KΩ.

$$R_1/R_2 = V^+/V_{sat} \Rightarrow R_1 = R_2 \cdot (V^+/V_{sat}) = 10 \cdot 10^3 \cdot (4/15) = 2,66K\Omega$$

.....**(R<sub>1</sub> = 2,66KΩ)**.....

#### 4.2. Etude de l'étage de puissance

En se référant à la page 6/7 du dossier technique, analyser le fonctionnement de l'étage de puissance en complétant le tableau ci-dessous :

Tension V <sub>s</sub>	Etat des transistors Q1 et Q2 (Saturé ou bloqué)		Etat des relais KA3 et KA4 (Excité ou non excité)		Sens du courant dans l'induit du moteur MP De (A vers B) ou de (B vers A)
	Q1	Q2	KA3	KA4	
+V <sub>sat</sub>	Saturé	Bloqué	<b>Excité</b>	<b>Non excité</b>	<b>De A vers B</b>
-V <sub>sat</sub>	Bloqué	Saturé	<b>Non excité</b>	<b>Excité</b>	<b>De B vers A</b>