

REPUBLIQUE TUNISIENNE MINISTERE DE L'EDUCATION ET DE LA FORMATION	SESSION PRINCIPALE	EXAMEN DU BACCALAURÉAT SESSION DE JUIN 2009
<b>SECTION : SCIENCES TECHNIQUES</b>		
<b>EPREUVE : TECHNOLOGIE</b>	<b>DURÉE : 4 heures</b>	<b>COEFFICIENT : 3</b>

Constitution du sujet :

Un dossier technique : Pages 1/6 – 2/6 – 3/6 – 4/6 – 5/6 et 6/6.

Des feuilles réponses : pages 1/8 – 2/8 – 3/8 – 4/8 – 5/8 – 6/8 – 7/8 et 8/8

Travail demandé :

A- PARTIE GENIE MÉCANIQUE : pages 1/8-2/8-3/8 et 4/8. (10 points)

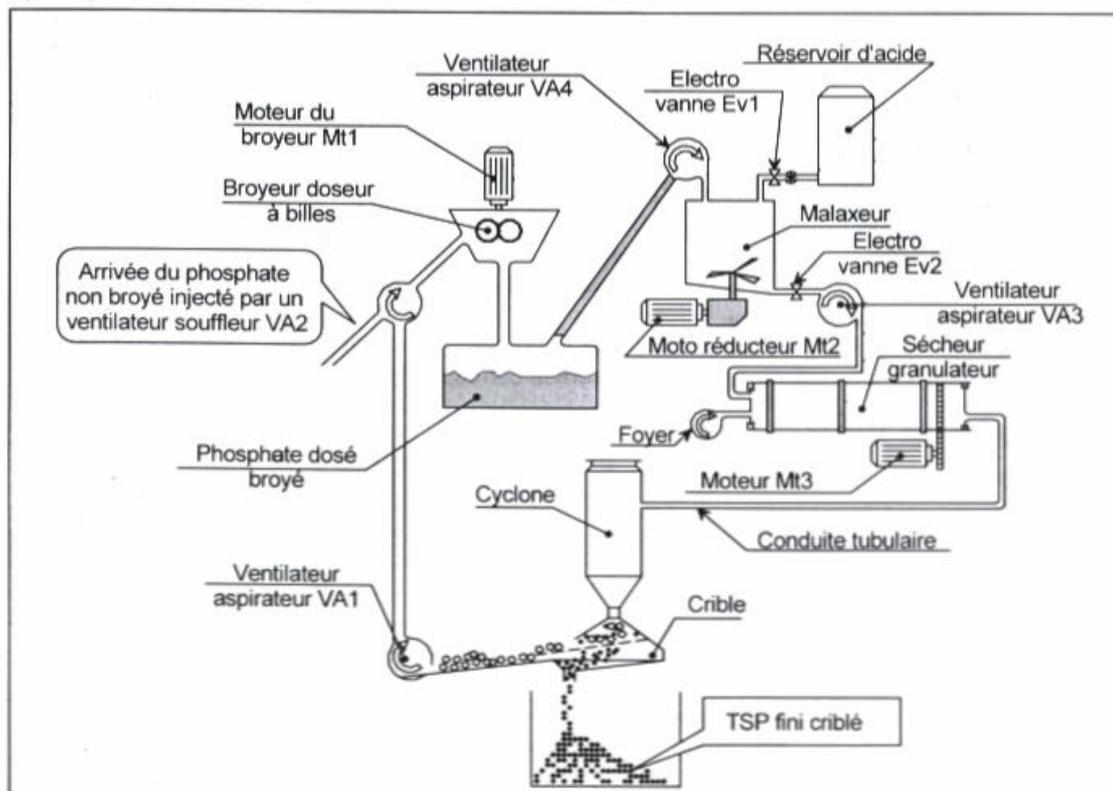
B- PARTIE GENIE ÉLECTRIQUE : pages 5/8- 6/8-7/8 et 8/8 (10 points)

**Observation** : Aucune documentation n'est autorisée. L'utilisation de la calculatrice est permise.

## UNITE DE PRODUCTION DU TSP

### 1- Présentation

Le schéma ci-dessous représente une unité de production du triple super phosphate (TSP: produit fertilisant utilisé dans le domaine agricole) granulé à partir d'un mélange de phosphate et d'acide phosphorique.



L'unité de production de TSP est constituée par:

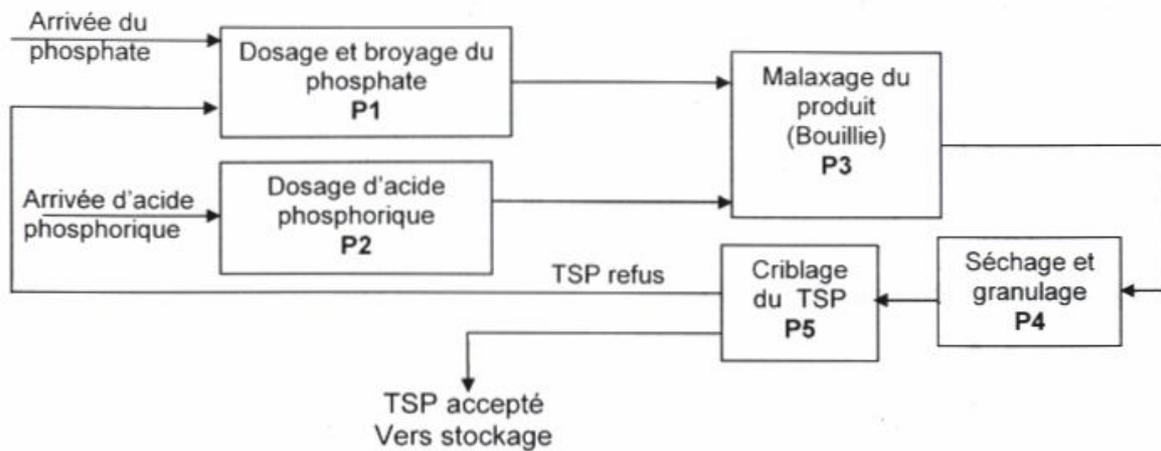
- un broyeur doseur entraîné par un moteur Mt1;
- un malaxeur entraîné par un moto réducteur Mt2;
- un foyer pour le séchage du TSP;

- un sécheur granulateur entraîné par un moteur Mt3;
- un crible entraîné par un système excentrique non représenté;
- Quatre ventilateurs aspirateurs (VA1, VA2, VA3 et VA4).

Dossier technique	UNITE DE PRODUCTION DU TSP	Page 1/ 6
-------------------	----------------------------	-----------

## 2- Schéma synoptique de l'unité

L'obtention du TPS fini passe par les phases suivantes

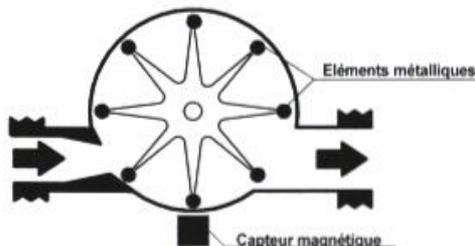
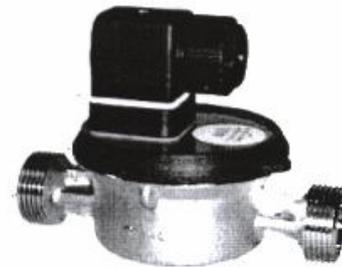


## 3- Etude de l'unité de dosage d'acide

### a- Principe

Le dosage d'acide phosphorique est obtenu par un débitmètre dont le principe de fonctionnement est semblable à celui d'un compteur d'eau.

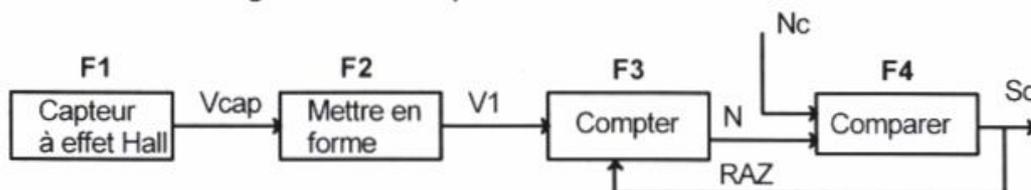
Pour déterminer le volume d'acide versé, un compteur compte le nombre des impulsions fournies par un capteur magnétique (à effet Hall) placé dans le débitmètre.



Le capteur magnétique délivre un signal  $V_{cap}$  à chaque passage d'un élément magnétique dans sa zone de détection.

On utilise, ici, un disque mobile en rotation composé de huit éléments métalliques.

### b- Traitement des signaux délivrés par le doseur

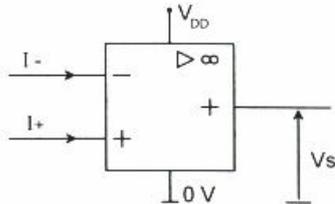


Le signal issu du capteur magnétique est mis en forme par un montage à base d'un amplificateur opérationnel puis il est envoyé à un compteur asynchrone décimal modulo 100 à base de circuits intégrés 4029. Ce nombre est comparé à celui de la consigne  $N_c$  (fixé par l'opérateur) pour donner l'information  $S_d = 1$  lorsque  $N$  est égal à  $N_c$ .

## b-1 Etude de la fonction F2 (mise en forme)

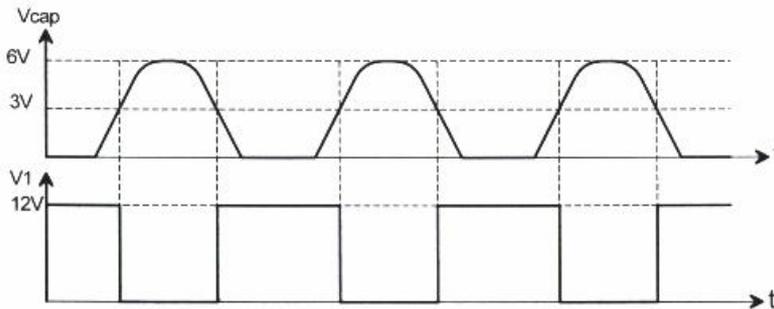
La mise en forme du signal  $V_{cap}$  est obtenue en comparant  $V_{cap}$  à  $V_{ref}$ . Cette comparaison est réalisée par l'Amplificateur Linéaire Intégré (ALI) U1 fonctionnant en régime saturé

### Caractéristiques de l'Amplificateur Linéaire Intégré (ALI) U1



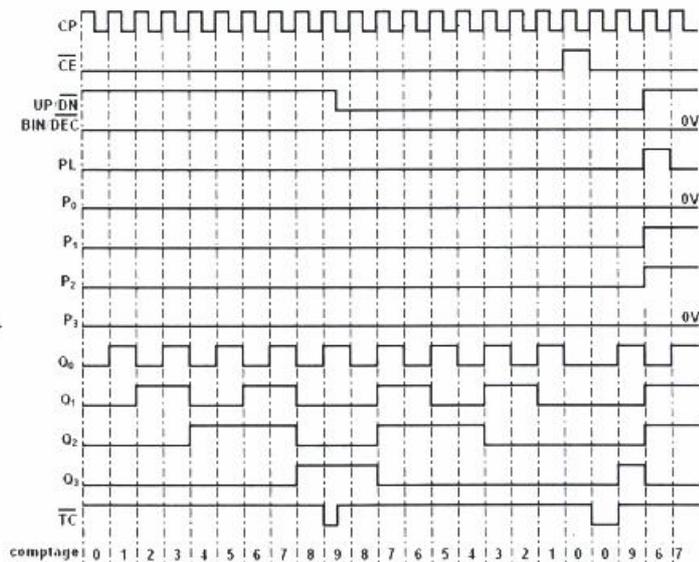
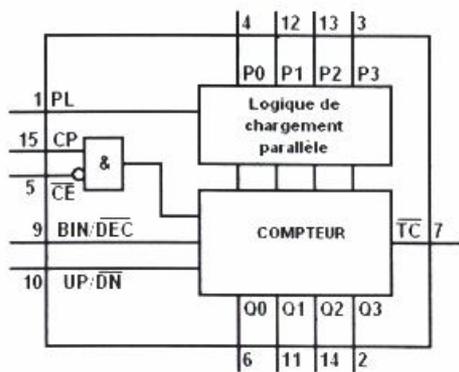
Tension d'alimentation $V_{DD}$	5V à 15V
Tension de sortie ( $V_s$ ) en saturation niveau haut	$V_{DD}$
Tension de sortie ( $V_s$ ) en saturation niveau bas	0 V
Courant d'entrée $I_+$ et $I_-$	0 A

### Chronogrammes des tensions $V_{cap}$ et $V_1$



## b-2 Etude de la fonction F2 (fonction comptage)

Les impulsions du signal  $V_1$  sont comptées par le CI 4029

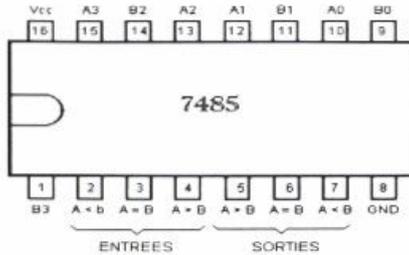


PL	BIN/DEC	UP/DN	CE	CP	MODE
H	X	X	X	X	Chargement parallèle
L	X	X	H	X	Sans chargement
L	L	L	L	↑	Décomptage décimal
L	L	H	L	↑	Comptage décimal
L	H	L	L	↑	décomptage binaire
L	H	H	L	↑	Comptage binaire

X : Etat indifférent  
 H : 1 logique  
 L : 0 logique  
 BIN : Mode de comptage binaire  
 DEC : Mode de comptage décimal

## b-3 Etude de la fonction F4 (comparaison)

La comparaison du nombre issu du compteur avec celui de la consigne Nc est confiée à un comparateur de deux nombres à quatre bits (circuit intégré 7485)

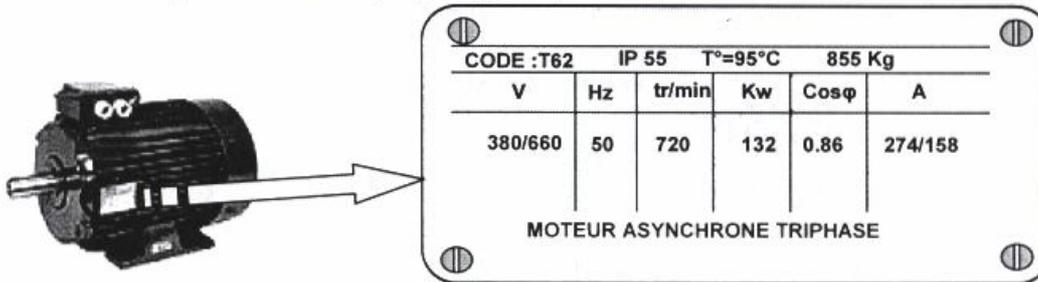


Entrées des nombres				Entrées cascadables			Sorties		
A3, B3	A2, B2	A1, B1	A0, B0	A > B	A < B	A = B	A > B	A < B	A = B
A3 > B3	X	X	X	X	X	X	1	0	0
A3 < B3	X	X	X	X	X	X	0	1	0
A3 = B3	A2 > B2	X	X	X	X	X	1	0	0
A3 = B3	A2 < B2	X	X	X	X	X	0	1	0
A3 = B3	A2 = B2	A1 > B1	X	X	X	X	1	0	0
A3 = B3	A2 = B2	A1 < B1	X	X	X	X	0	1	0
A3 = B3	A2 = B2	A1 = B1	A0 > B0	X	X	X	1	0	0
A3 = B3	A2 = B2	A1 = B1	A0 < B0	X	X	X	0	1	0
A3 = B3	A2 = B2	A1 = B1	A0 = B0	1	0	0	1	0	0
A3 = B3	A2 = B2	A1 = B1	A0 = B0	0	1	0	0	1	0
A3 = B3	A2 = B2	A1 = B1	A0 = B0	0	0	1	0	0	1
A3 = B3	A2 = B2	A1 = B1	A0 = B0	X	X	1	0	0	1
A3 = B3	A2 = B2	A1 = B1	A0 = B0	1	1	0	0	0	0
A3 = B3	A2 = B2	A1 = B1	A0 = B0	0	0	0	1	1	0

## 4- Etude de l'unité de malaxage

### a- Caractéristiques techniques du moteur du malaxeur Mt2

Le moteur de l'unité de malaxage Mt2 est un moteur asynchrone triphasé dont les caractéristiques nominales sont représentées sur sa plaque signalétique ci-dessous :



### b- Gestion de l'unité de malaxage

Le poste de malaxage est géré par un automate programmable ou un microcontrôleur (16F84A) : on donne ci-dessous les affectations des entrées /sorties correspondantes

#### b1- Affectation des entrées

Evénement	Entrées du système	Entrées API		Entrées $\mu$ contrôleur
		TSX	AEG	
Départ cycle	Bouton S0	%I1.1	I1	RA1
Malaxeur vide	Capteur de poids Sp0	%I1.2	I2	RA2
Malaxeur plein	Capteur de poids Sp1	%I1.3	I3	RA3
Fin dosage d'acide	Information Sd	%I1.4	I4	RA4
Fin du malaxage	Contact temporisé T1	%TM1.Q	T1	T1

#### b2- Affectation des sorties

Action	Sorties du système		Sorties API		Sorties $\mu$ contrôleur
	actionneur	Préactionneur	TSX	AEG	
Remplir le malaxeur	Moto aspirateur Mt4	KM4	%Q2.4	Q4	RB4
Doser l'acide	Electro vanne Ev1	KA1	%Q2.1	Q1	RB1
Malaxer le produit	Moteur Mt2	KM2	%Q2.2	Q2	RB2
Vider le malaxeur	Electro vanne Ev2	KA2	%Q2.5	Q5	RB5
	Moto aspirateur Mt 3	KM3	%Q2.3	Q3	RB3
Temporisateur T1		T1	%TM1	T1	T1

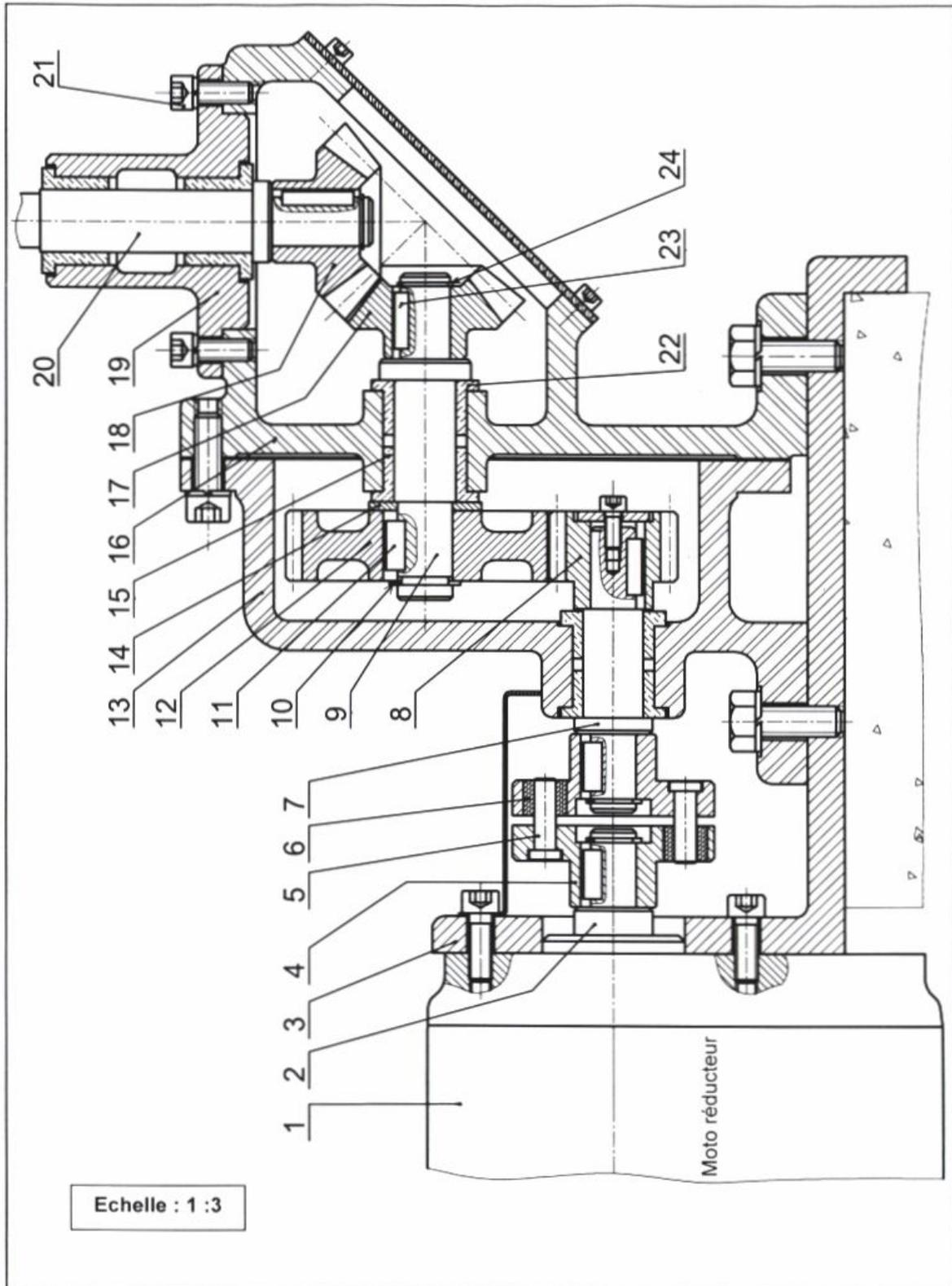
### b3- Affectation des étapes GRAFCET

Etapes	0	1	2	3	4	5	6
API AEG	M10	M11	M12	M13	M14	M15	M16
API TSX	%M0	%M1	%M2	%M3	%M4	%M5	%M6
$\mu$ contrôleur	X0	X1	X2	X3	X4	X5	X6

COMPOSANTS NORMALISES																																																													
Ecrou à encoches et rondelle frein	Clavette parallèle, forme A																																																												
<table border="1"> <thead> <tr> <th>d</th> <th>D</th> <th>B</th> <th>S</th> <th>d1</th> <th>E</th> <th>G</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>M30</td> <td>45</td> <td>7</td> <td>5</td> <td>27.5</td> <td>5</td> <td>1.25</td> </tr> <tr> <td>M35</td> <td>52</td> <td>8</td> <td>5</td> <td>32.5</td> <td>6</td> <td>1.25</td> </tr> <tr> <td>M40</td> <td>58</td> <td>9</td> <td>6</td> <td>37.5</td> <td>6</td> <td>1.25</td> </tr> <tr> <td>M45</td> <td>65</td> <td>10</td> <td>6</td> <td>42.5</td> <td>6</td> <td>1.25</td> </tr> </tbody> </table>	d	D	B	S	d1	E	G	M30	45	7	5	27.5	5	1.25	M35	52	8	5	32.5	6	1.25	M40	58	9	6	37.5	6	1.25	M45	65	10	6	42.5	6	1.25	<table border="1"> <thead> <tr> <th>d</th> <th>a</th> <th>b</th> <th>j</th> <th>k</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>de 17 à 22 inclus</td> <td>6</td> <td>6</td> <td>d-3,5</td> <td>d+2,8</td> </tr> <tr> <td>22 à 30</td> <td>8</td> <td>7</td> <td>d-4</td> <td>d+3,3</td> </tr> <tr> <td>30 à 38</td> <td>10</td> <td>8</td> <td>d-5</td> <td>d+3,3</td> </tr> <tr> <td>38 à 44</td> <td>12</td> <td>8</td> <td>d-5</td> <td>d+3,3</td> </tr> </tbody> </table>	d	a	b	j	k	de 17 à 22 inclus	6	6	d-3,5	d+2,8	22 à 30	8	7	d-4	d+3,3	30 à 38	10	8	d-5	d+3,3	38 à 44	12	8	d-5	d+3,3
d	D	B	S	d1	E	G																																																							
M30	45	7	5	27.5	5	1.25																																																							
M35	52	8	5	32.5	6	1.25																																																							
M40	58	9	6	37.5	6	1.25																																																							
M45	65	10	6	42.5	6	1.25																																																							
d	a	b	j	k																																																									
de 17 à 22 inclus	6	6	d-3,5	d+2,8																																																									
22 à 30	8	7	d-4	d+3,3																																																									
30 à 38	10	8	d-5	d+3,3																																																									
38 à 44	12	8	d-5	d+3,3																																																									

### NOMENCLATURE

12	1	Roue	24	1	Anneau élastique
11	1	Clavette parallèle, forme A 8x7x40	23	1	Clavette parallèle, forme A 8x7x45
10	1	Anneau élastique	22	1	Coussinet à collerette fritté
9	1	Arbre intermédiaire	21	4	Vis à tête cylindrique à six pans creux, M16x40
8	1	Pignon	20	1	Arbre porte batteur
7	1	Arbre d'entrée du réducteur	19	1	Boîtier
6	6	Bague	18	1	Roue
5	6	Broche	17	1	Pignon
4	2	Plateau	16	1	Carter
3	1	Support	15	1	Coussinet à collerette fritté
2	1	Arbre moteur	14	1	Rondelle
1	1	Moto réducteur	13	1	Carter
<b>Rp</b>	<b>Nb</b>	<b>Désignation</b>	<b>Rp</b>	<b>Nb</b>	<b>Désignation</b>
Echelle : 1:4		<b>DISPOSITIF D'ENTRAINEMENT DU MALAXEUR</b>			

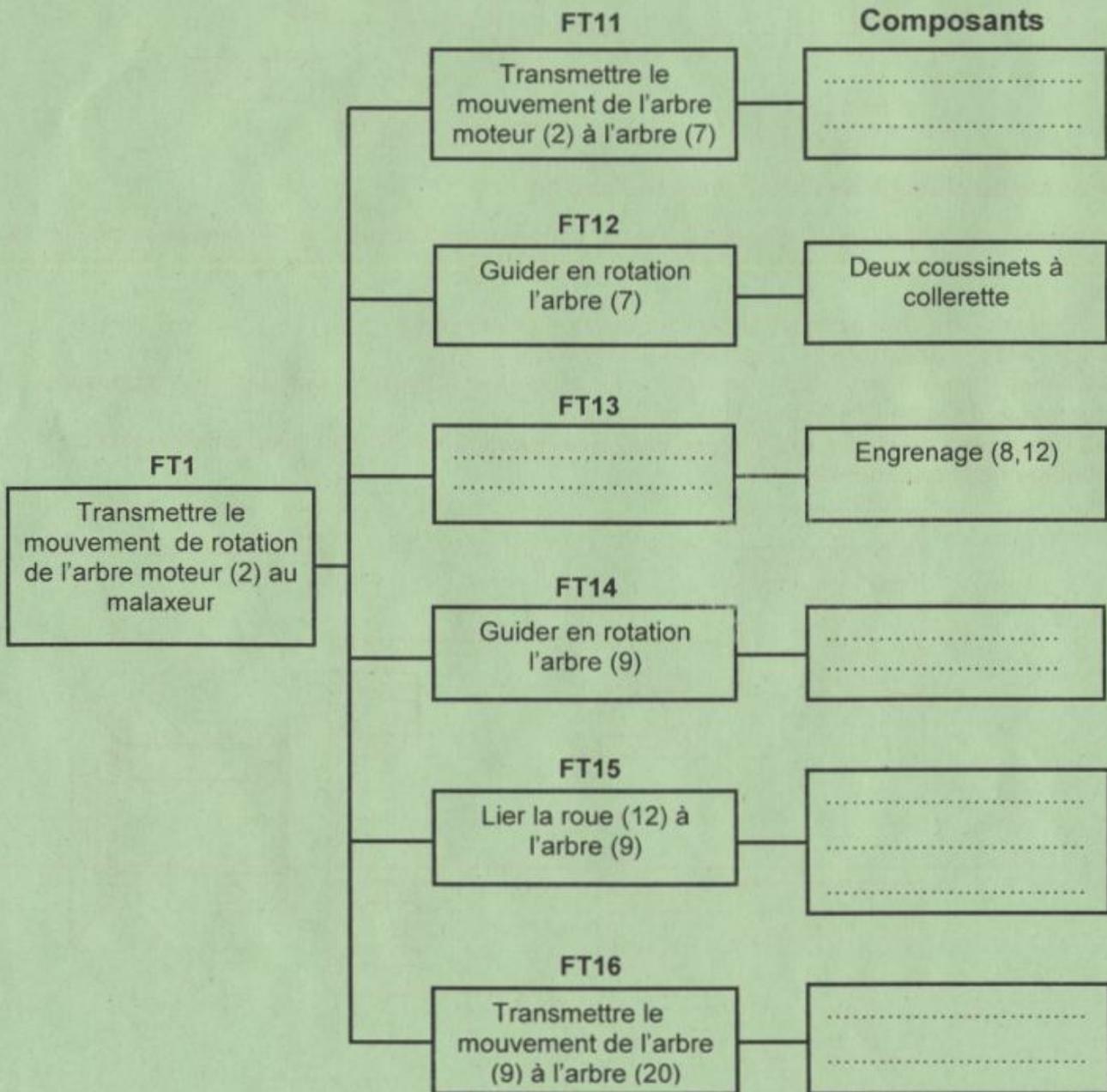


**A- PARTIE MECANIQUE**

**1- Etude du dispositif d'entraînement du malaxeur**

En se référant au dessin d'ensemble du dispositif d'entraînement du malaxeur (pages 5/6 et 6/6 du dossier technique).

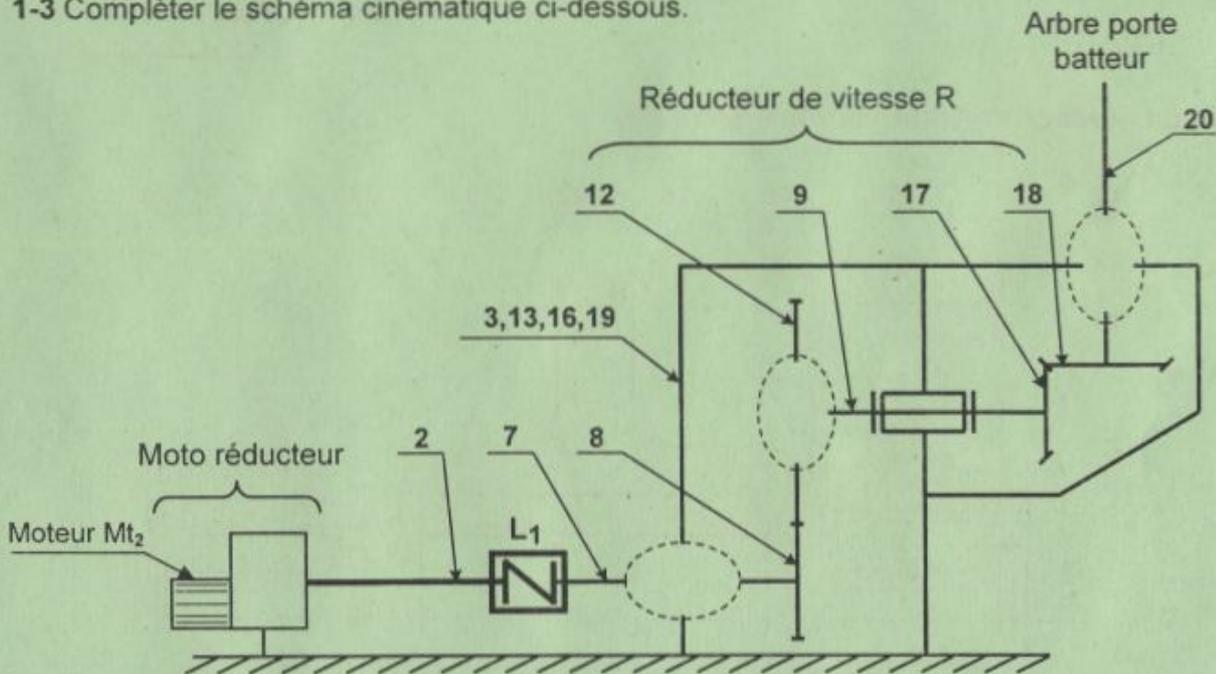
1-1 Compléter le diagramme F.A.S.T partiel ci-dessous relatif à la fonction technique FT1 en inscrivant les fonctions techniques et les composants manquants.



1-2 Indiquer les éléments assurant la mise et le maintien en position des assemblages (19)-(16) et (17)-(9).

	Surfaces de mise en position	Éléments de maintien en position
Assemblage du boîtier (19) avec le carter (16)	..... .....	..... .....
Assemblage du pignon conique (17) avec l'arbre d'entrée (9)	..... .....	..... .....

1-3 Compléter le schéma cinématique ci-dessous.



1-4 Donner le nom et le type de l'organe de liaison  $L_1$ .

2- Etude cinématique du dispositif d'entraînement du malaxeur

La vitesse de rotation du batteur du malaxeur imposée par le cahier des charges est  $N_B = 24 \text{ tr/mir}$ . Le batteur est entraîné par un moto réducteur de rapport  $r_1 = 1/10$  et un réducteur de vitesse R composé par les deux engrenages (8,12) et (17,18).

Sachant que :

- les nombres de dents :  $Z_{17} = Z_{18}$  ;  $Z_8 = 30$  dents
- l'entraxe  $a_{8,12} = 120 \text{ mm}$
- toutes les roues dentées sont de même module  $m = 2 \text{ mm}$

2-1 Calculer le nombre de dents de la roue (12).

$Z_{12} = \dots\dots\dots$

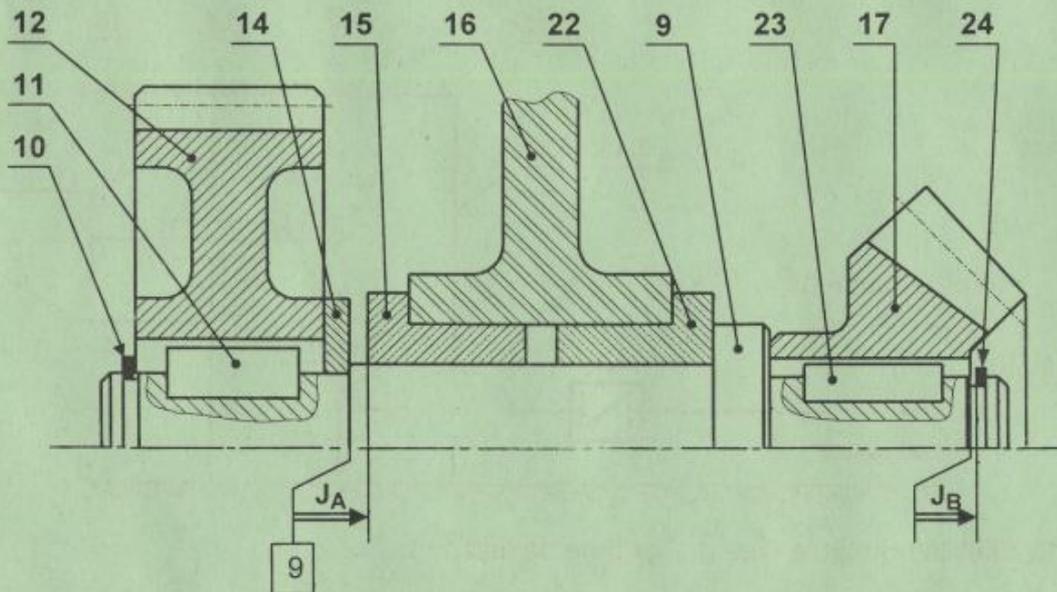
2-2 Calculer le rapport de réduction  $r_2$  du réducteur de vitesse R.

$r_2 = \dots\dots\dots$

2-3 Calculer la vitesse de rotation du moteur.

$N_{M12} = \dots\dots\dots$

3- Etude du guidage de l'arbre intermédiaire (9).



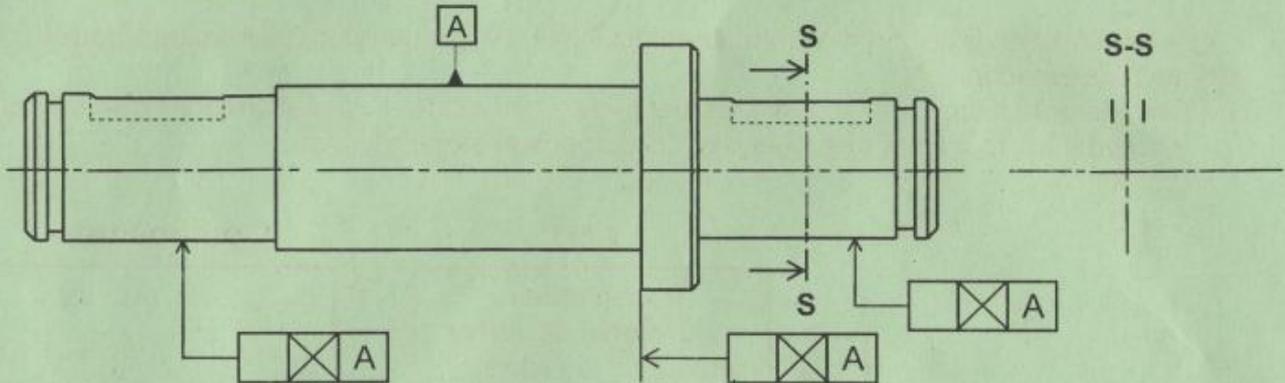
3-1 Par quoi est assuré le guidage en rotation de l'arbre (9) ?

3-2 Tracer les chaînes de cotes installant les conditions  $J_A$  et  $J_B$ .

3-3 Ecrire les équations relatives à la condition  $J_A$ .

3-4 Reporter les cotes fonctionnelles déduites des conditions  $J_A$  et  $J_B$  sur le dessin de définition ci-dessous de l'arbre (9) et compléter les spécifications géométriques.

3-5 Compléter la section sortie S-S.



4- Etude du guidage de l'arbre intermédiaire (9).

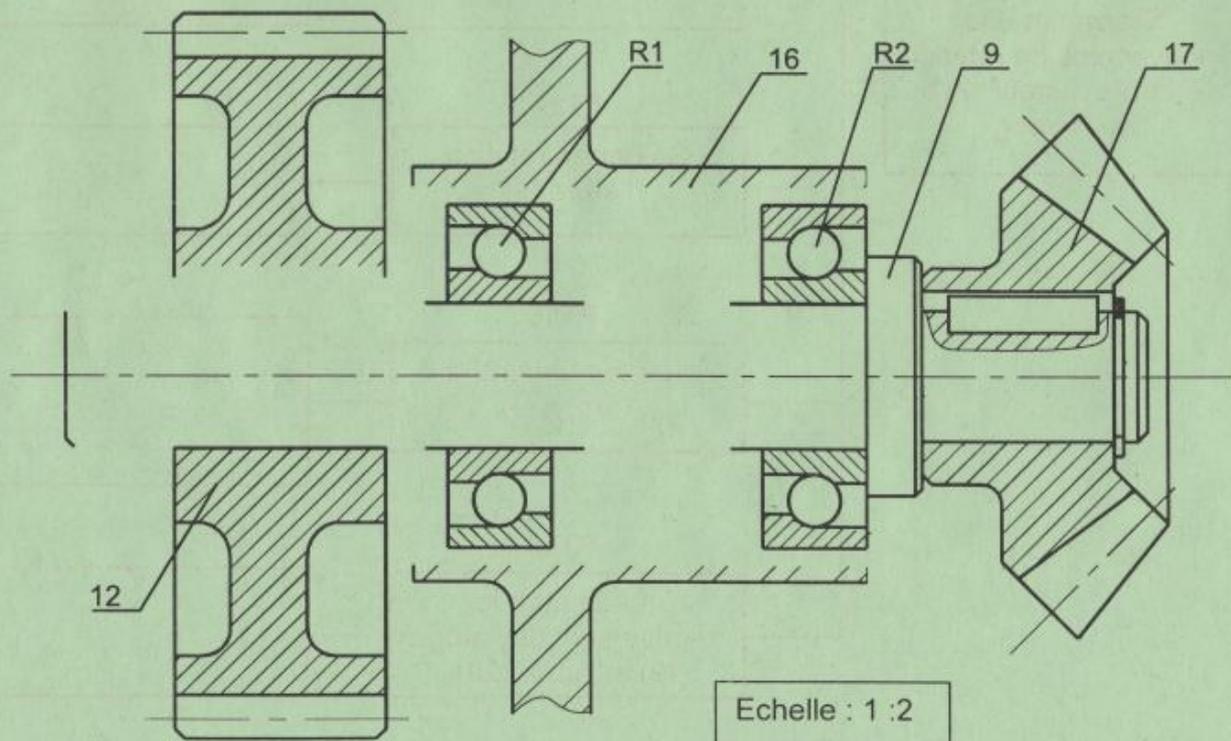
A cause des charges axiales engendrées par l'engrenage conique (17,18), on désire modifier la solution du guidage en rotation de l'arbre (9) en utilisant des roulements à billes à contact oblique R1 et R2.

On demande de compléter le dessin ci-dessous ; en assurant :

4-1 le guidage de l'arbre (9) par les roulements (R1) et (R2).

4-2 l'encastrement de la roue dentée (12) par rapport à l'arbre (9) en utilisant les composants normalisés de la page 5/6 du dossier technique.

4-3 l'inscription des cotes tolérancées des portées des roulements et l'ajustement relatif au montage de la roue dentée (12).



**B-PARTIE ELECTRIQUE**

**1- Etude du moteur d'entraînement du malaxeur Mt2**

a- En se référant à la plaque signalétique du moteur Mt2 (Dossier technique page 4/6)

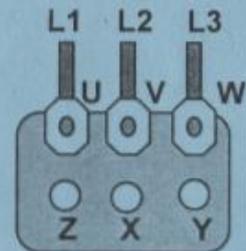
Compléter le tableau ci-dessous :

Données sur la plaque signalétique	Signification
380 V	.....
660 V	.....
.....	Fréquence du réseau
720 tr/min	.....
132 Kw	.....
.....	Facteur de puissance
274A	.....
158A	Courant en ligne absorbé en couplage étoile.

b- Sachant que le réseau de la STEG est 220/ 380 V, donner le type de couplage adéquat de ce moteur

.....  
 .....

c- Représenter les barrettes de couplage sur la plaque à bornes ci-contre



d- Exprimer puis calculer le glissement  $g$  de ce moteur ( $g$  devrait être inférieur à 5%)

.....  
 .....

e- Exprimer puis calculer le nombre de paires de pôles de ce moteur

.....  
 .....

f- Exprimer puis calculer la puissance active absorbée par ce moteur

.....  
 .....

g- Exprimer puis calculer le rendement de ce moteur

.....  
 .....

## 2- Commande de l'unité de malaxage

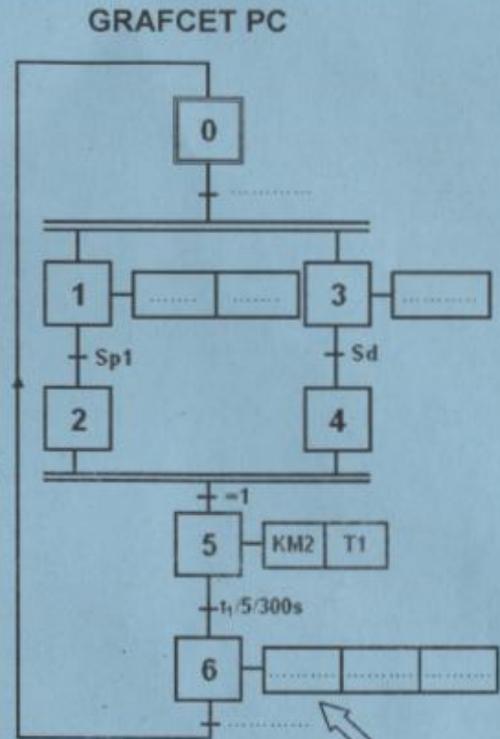
En se référant au dossier technique pages (1/6, 4/6 et 5/6) et aux programmes incomplets ci-dessous, compléter :

- a- Le GRAFCET d'un point de vue de la partie commande du poste de malaxage ;
- b- **Au choix**, le programme sur API du type AEGA020 ou sur API du type TSX 3721 ;
- c- Le programme en Mikropascal pour le microcontrôleur (PIC 16F84A).

*NB: Pour le programme sur TSX 3721 on ne tient pas compte de l'initialisation du GRAFCET et de la configuration du temporisateur.*

### Programme sur AEGA020

1: AM128	Initialisation	30: AM15	Etape 6 (M16)
2: SLM10		31: AT1	
3: AM128		32: SLM16	
4: RLM128		33: AM10	
5: AM10	Etape 1 (M11)	34: RLM16	Etape 0 (M10)
6: AI1		35: AM16	
7: SLM11	Etape 2 (M12)	36: AI2	Sortie KM2
8: AM12		37: SLM10	
9: RLM11		38: AM11	
10: .....		39: AMI3	
11: .....	Etape 3 (M13)	40: RLM10	Sortie KA1
12: .....		41: AM11	
13: .....		42: OM15	
14: .....		43: OM16	
15: .....	Etape 4 (M14)	44: =Q2	temporisateur (t=300s)
16: AI1		45: AM11	
17: SLM13		46: =Q4	
18: .....		47: AM13	
19: .....	Etape 5 (M15)	48: =Q1	Fin
20: AM13		49: AM15	
21: AI4		50: =T1	
22: .....		51: AM16	
23: .....		52: =Q3	Sortie KM3
24: .....		53: AM16	Sortie KA2
25: AM12		54: =Q5	
26: .....		55: PE	
27: .....			
28: .....			
29: RLM15			



### Programme sur TSX 3721

LD %M6 AND %I1.2 S %M0 LD %M1 AND %M3 R %M0	Etape 0 (M0)	LD%M2 ..... R%M5	Etape 5 (M5)
LD %M0 AND %I1.1 S %M1 LD %M2 R %M1	Etape 1 (M1)	LD %M5 IN TM1	temporisateur T1 : (t=300s)
..... LD %M0 AND %I1.1 S %M3	Etape 2 (M2)	LD %M5 AND %TM1Q S %M6 LD %M0 R %M6	Etape 6 (M6)
LD %M3 AND %I1.4	Etape 3 (M3)	LD %M1 OR %M5 OR %M6 ST %Q2.2	Sortie KM2
.....	Etape 4 (M4)	LD %M1 ST %Q2.4	Sortie KM4
.....		LD %M3 ST %Q2.1	Sortie KA1
.....		LD %M6 ST %Q2.3	Sortie KM3
.....		LD %M6 ST %Q2.5	Sortie KA2

Programme en Mikropascal pour le PIC 16F84A

INSTRUCTIONS	COMMENTAIRES
<b>program</b> malaxeur;	Nom du programme
<b>var</b> x0,x1,x2,x3,x4,x5,x6,T1: byte;	Déclaration des variables internes
<b>begin</b>	Début du programme
x0:=1; x1:=0...; x2:=0; x3:=0... ; x4:=0; x5:=0;x6:=0;	Initialisation des étapes
trisa:=\$ ff ; trisb:=\$ 00.; portb:=\$0;	Configuration des ports
<b>while true do</b>	Boucle fermée
<b>if</b> ((x0=1) <b>and</b> (porta.1=1)) <b>then</b> x1:=1;	Activation de l'étape 1
<b>if</b> (x2=1) <b>then</b> x1:=0;	Désactivation de l'étape 1
.....	Activation de l'étape2
.....	Désactivation de l'étape 2
<b>if</b> (..... <b>and</b> (porta.1=1)) <b>then</b> x3:=1;	Activation de l'étape 3
.....	Désactivation de l'étape 3
<b>if</b> ((x3=1) <b>and</b> ( porta.4=1)) <b>then</b> .....	Activation de l'étape 4
.....	Désactivation de l'étape 4
.....	Activation de l'étape5
<b>if</b> ((x6=1) <b>then</b> x5:=0;	Désactivation de l'étape5
<b>if</b> (x5=1) <b>and</b> (T1=1)) <b>then</b> x6:=1;	Activation de l'étape 6
<b>if</b> ((x0=1) <b>then</b> x6:=0;	Désactivation de l'étape 6
<b>if</b> ((x6=1) <b>and</b> (porta.2=1)) <b>then</b> x0:=1;	Activation de l'étape 0
<b>if</b> ((x1=1) <b>and</b> (x3=1)) <b>then</b> x0:=0;	Désactivation de l'étape 0
<b>if</b> ((x1=1) <b>or</b> (.....) <b>or</b> (x6=1)) <b>then</b> portb.2:=1 <b>else</b> portb.2:=0;	KM2
<b>if</b> (x1=1) <b>then</b> portb.4:=1 <b>else</b> portb.4:=0;	KM4
<b>if</b> (x3=1) <b>then</b> portb.1:=1 <b>else</b> portb.1:=0;	KA1
<b>if</b> (x6=1) <b>then</b> portb.5:=1; <b>else</b> portb.5:=0;	KA2
<b>if</b> (x6=1) <b>then</b> portb.3:=1 <b>else</b> portb.3:=0;	KM3
<b>If</b> (.....) <b>then</b> vdelay_ms(300000); T1:= 1; <b>else</b> T1:=0;	Temporisation T1
<b>end;</b>	Fin boucle
<b>end.</b>	Fin Programme

### 3- Etude de l'unité de dosage d'acide

#### 3-1 Mise en forme du signal Vcap

En se référant aux chronogrammes page 3/6 du dossier technique,

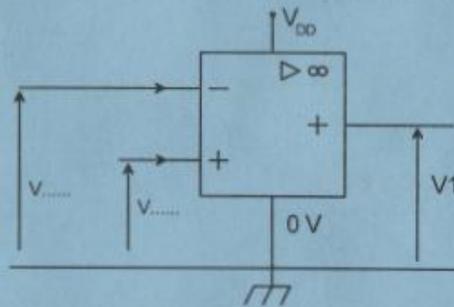
a- Déduire la valeur de la tension d'alimentation  $V_{DD}$  du circuit pour obtenir la tension V1.

b- Déduire la valeur de la tension  $V_{réf}$

c- Compléter le tableau suivant en indiquant la valeur de la tension V1

	$V1$
$V_{cap} > V_{réf}$	
$V_{cap} < V_{réf}$	

d- Préciser sur le schéma structurel de la fonction « mettre en forme » les tensions d'entrées du comparateur  $V_{réf}$  et  $V_{cap}$ .



#### 3-2 Comptage du signal

En se référant au document constructeur des circuits 4029 et 7485 donné au dossier technique pages 3/6 et 4/6 compléter le schéma de câblage permettant le contrôle de fin du dosage d'acide dans le réservoir.

