

الصفحة	<b>الامتحان الوطني الموحد للبكالوريا</b> <b>الدورة الاستدراكية 2024</b> <b>-الموضوع-</b>	المملكة المغربية وزارة التربية الوطنية والتعليم الأولي والرياضة المركز الوطني للتقويم والامتحانات
1		
20		
***	PPPPPPPPPPPPPPPPPPPP-PPPP	RS 216A

4h	مدة الإنجاز	اختبار توليقي في المواد المهنية (الجزء الأول) - الفترة الصباحية	المادة
10	المعامل	شعبة الهندسة الكهربائية مسلك النظم الإلكترونية والرقمية	الشعبة المسلك

**Régulation de niveau d'eau dans un réservoir**

👉 **Le sujet comporte au total 20 pages.**

👉 **Le sujet comporte 3 types de documents :**

- Pages **02 à 07** (Couleur Verte) : Socle du sujet comportant les situations d'évaluation (SEV) ;
- Pages **08 à 11** (Couleur Rose) : Documents ressources portant la mention **DRES XX** ;
- Pages **12 à 20** (Couleur Blanche) : Documents réponses portant la mention **DREP XX** .

👉 **Le sujet comporte 4 situations d'évaluation (SEV) :**

- **SEV1** : ÉTUDE PARTIELLE DE LA CHAÎNE D'ACQUISITION ET DE CONDITIONNEMENT .... /22 pts
- **SEV2** : ÉTUDE PARTIELLE DE LA CHAÎNE DE TRAITEMENT ET D'AFFICHAGE ...../36 pts
- **SEV3** : ÉTUDE PARTIELLE DU CIRCUIT DE PUISSANCE ...../7 pts
- **SEV4** : NOTIONS SUR LA MICRO-ÉLECTRONIQUE ET LA NANOTECHNOLOGIE ...../5 pts

👉 **N.B :**

Les quatre SEV sont indépendantes et peuvent être traitées dans un ordre quelconque après lecture de la présentation, de la description et du fonctionnement.

La numérotation des questions est continue : de la question 1 (Q.1) à la question 43 (Q.43).

- Toutes les réponses doivent être rédigées sur les documents réponses **DREP XX**
- Les pages portant en haut la mention **DREP XX** (Couleur Blanche) doivent être obligatoirement jointes à la copie du candidat même si elles ne comportent aucune réponse.
- Le sujet est noté sur 70 points.

- *Aucun document n'est autorisé.*
- *Sont autorisées les calculatrices non programmables.*

## 1. PRÉSENTATION DU SYSTÈME :

La gestion des systèmes de stockage de l'eau est importante dans de nombreux secteurs, tels que l'agriculture et les usines de fabrication industrielles et agroalimentaires. Un aspect important à prendre en compte est le niveau d'eau dans le réservoir de stockage utilisé dans le système d'irrigation ou de fabrication. Le plus important sera de contrôler le niveau d'eau afin de répondre aux besoins propres du consommateur.

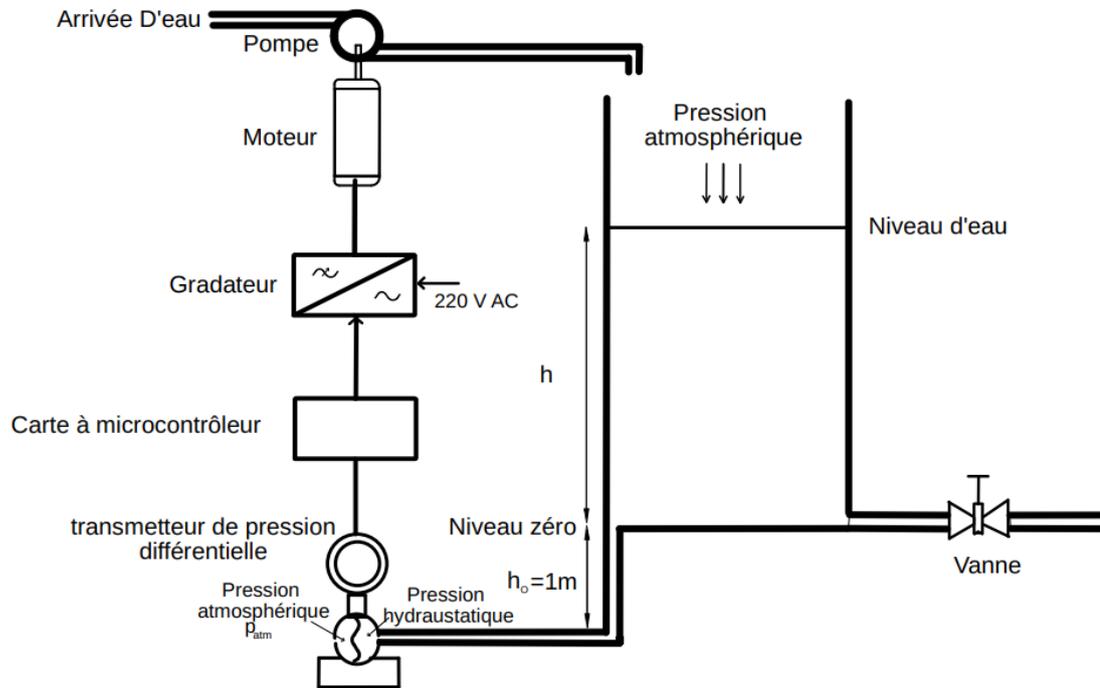


Figure 1 : synoptique système de régulation de niveau.

## 2. DESCRIPTION DU SYSTÈME : (voir Figure 1 ci-dessus)

Le régulateur de niveau, objet de l'étude, se compose de :

- Un **réservoir** pour le stockage d'eau avec une vanne de vidange ;
- Une **pompe** assure l'alimentation en eau dans le réservoir ;
- Un **capteur** de pression différentielle mesure le niveau d'eau dans le réservoir ;
- Une **carte électronique** à base du microcontrôleur **PIC16F877** élaborant les ordres de commande et d'affichage à partir des informations issues du capteur et des détecteurs ;
- Un **système d'affichage LCD** pour l'affichage de niveau d'eau et l'état du fonctionnement du système ;
- Un **gradateur** pour faire varier la vitesse de rotation de la moto\_pompe ;
- Un **commutateur deux positions** pour basculer entre le mode manuel et mode automatique, ainsi que deux boutons poussoir **Bp+** et **Bp-** pour ajuster le niveau d'eau lors du fonctionnement en mode manuel ;
- Un détecteur de niveau haut de sécurité anti débordement ;
- Un détecteur de niveau bas.

## 3. FONCTIONNEMENT :

Le système représenté à la **figure1** permet la régulation de niveau (maintenir le niveau d'eau constant à une valeur désirée). La pompe assure l'alimentation en eau dans le réservoir. Le capteur de pression différentielle mesure le niveau d'eau dans le réservoir. La carte à microcontrôleur reçoit l'information de niveau et doit ajuster la vitesse de la pompe pilotée par le gradateur pour atteindre le niveau désiré.

#### 4. SITUATIONS D'ÉVALUATION :

SEV 1

ACQUISITION ET CONDITIONNEMENT

22 POINTS

#### Tâche 1 : Étude du capteur de pression :

En utilisant le document **DRES 01** et le schéma de **la figure 1** :

- Q.1-** Compléter les phrases par les expressions adéquates. **2.25 pts**
- Q.2-** Quel est le rôle du capteur de pression différentielle dans le système ? **1 pt**
- Q.3-** Placer les indications (notées **HP** et **BP**) des chambres Haute Pression et Basse Pression sur le transmetteur de pression. **1 pt**
- Q.4-** Donner l'expression de **HP** et de **BP**. **2.75 pts**
- Q.5-** Montrer que  $\Delta P = \rho \cdot g \cdot (h + h_0)$ . **1.5 pt**
- Q.6-** En déduire l'expression **h** en fonction de  $\rho$ ,  $g$ ,  $\Delta P$  et  $h_0$ . **1 pt**

Le transmetteur délivre un courant  $I_s = 4 \text{ mA}$  lorsque la pression différentielle  $\Delta P = 0,1 \text{ bar}$  et un courant  $I_s = 20 \text{ mA}$  lorsque  $\Delta P = 1,1 \text{ bar}$ .

- Q.7-** Calculer les niveaux  $h_{\min}$  et  $h_{\max}$ . On donne  $g = 10 \text{ N/Kg}$ ,  $\rho = 10^3 \text{ Kg/m}^3$  et  $h_0 = 1 \text{ m}$ . **1 pt**
- Q.8-** Tracer les courbes  $I_s = f(\Delta P)$  et  $I_s = f(h)$ . **2 pts**

#### Tâche 2 : Étude du capteur-transmetteur :

Le capteur transmetteur possède une étendue de mesure allant de **0 m** à **10 m**. Son signal de sortie varie de **4** à **20 mA**.

- Q.9-** Calculer la valeur de la sensibilité **S** (en **mA/m**) du capteur. **1.5 pt**
- Q.10-** Donner la valeur de l'offset du capteur. **1 pt**
- Q.11-** Donner l'étendue de mesure du capteur. **1 pt**
- Q.12-** Etablir la relation entre le courant **I<sub>s</sub>** (en **mA**) du transmetteur et le niveau **h** (en **m**). **2 pts**
- Q.13-** Quelle est la valeur du courant **I<sub>s</sub>** qui correspond au niveau **h = 5 m** ? **1 pt**

#### Tâche 3 : Mise à l'échelle du transmetteur

Pour avoir l'étendue de mesure allant de **0 m** à **10 m**, avec un signal de sortie qui varie de **4** à **20 mA**, on doit réaliser un étalonnage du capteur transmetteur.

- Q.14-** Déterminer les points de réglage à réaliser sur le transmetteur, et préciser le nom de chacun **2 pts**
- Q.15-** Compléter le schéma de raccordement électrique pour mettre le transmetteur en service. **1 pt**

SEV 2

CHAÎNE DE TRAITEMENT ET D’AFFICHAGE

36 POINTS

Le schéma de principe du système étudié est donné comme suit :

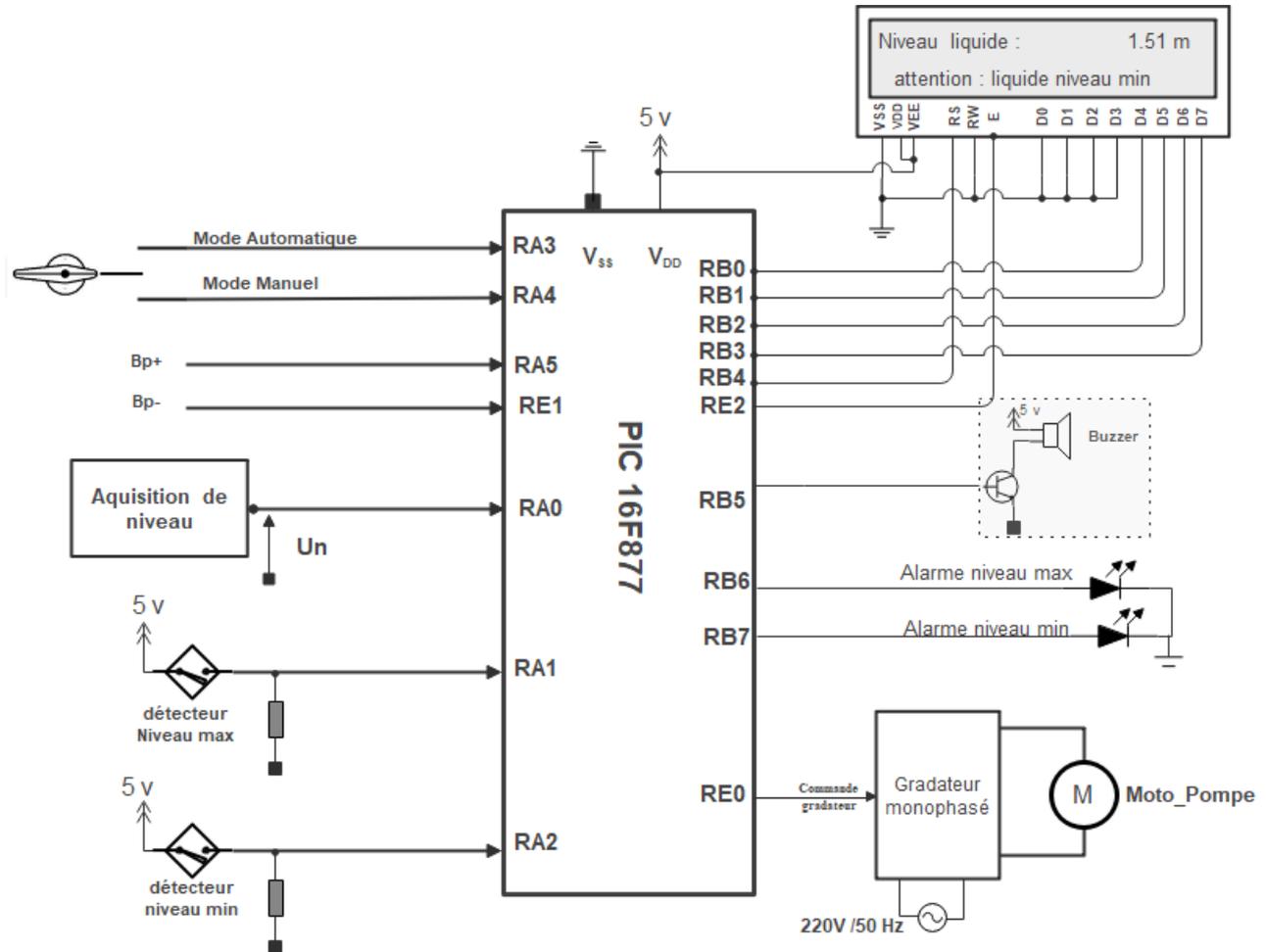


Figure 2 : Schéma de principe du régulateur de niveau

Ce schéma permet :

- ✓ Le choix du mode de fonctionnement (Automatique ou Manuel);
- ✓ L'ajustement du niveau de liquide en mode Manuel (**Bp+** et **Bp-**);
- ✓ L'acquisition de niveau qui en résulte une tension **Un** image de **h** ( $Un=0\text{ V}$  pour  $h=0\text{ m}$  et  $Un=5\text{ V}$  pour  $h=10\text{ m}$ );
- ✓ La détection des niveaux maximal et minimal de liquide dans le réservoir ;
- ✓ La commande de l'afficheur **LCD 2x32** ;
- ✓ La commande de la Moto-Pompe ;
- ✓ La génération d'une alarme sonore (Buzzer), et de deux alarmes visuelles (niveau min et niveau max).

L'organigramme de la chaîne de traitement et d'affichage est donné sur (**DRES 02**, Figure 3, **page 9**) avec :

- **Acquisition\_Niveau** : Sous-programme qui convertit le signal **Un** image de niveau en un nombre **N\_L** sur 8 bits, stocké dans la case mémoire **adr\_N** ;

- **SP\_ALARM** : Sous-programme qui informe l'utilisateur par une signalisation sonore et visuelle si le niveau minimal ou maximal est atteint ;
- **Affichage\_LCD** : Sous-programme qui informe l'utilisateur via un afficheur **LCD 2x32** sur le niveau de liquide (en m) ;
- **Commande\_Gradateur** : Sous-programme qui génère un signal de commande du gradateur.

✎ *Le sous-programme Commande\_Gradateur ne sera pas traité.*

### **Tâche 1 : Traduction de l'organigramme de fonctionnement en assembleur :**

**Q.16-** A partir de la Figure 2 de la **page 4**, identifier la nature (**digitale** ou **analogique**) des entrées **RA0**, **RA1**, **RA2**, **RA3**, **RA4** et **RE1**. **1.5 pt**

**Q.17-** Déterminer les mots en binaire et en hexadécimal à donner aux registres **TRISA**, **TRISB** et **TRISE** pour configurer les différents ports utilisés dans le système (les bits non utilisés sont **mis à 0**). **2.25 pts**

**Q.18-** En utilisant le document **DRES 03**, Compléter alors le programme Assembleur relatif à l'organigramme de fonctionnement du système régulateur de niveau. **2.25 pts**

### **Tâche 2 : Surveillance du niveau de liquide (SP\_Alarme) :**

La surveillance du niveau de l'eau dans le réservoir est assurée par le sous-programme **SP\_Alarme** (voir Figure 5 du document **DRES 2**)

**Q.19-** Compléter le sous-programme **SP\_Alarme** correspondant à l'organigramme de la Figure 5 du document **DRES 2**. **2 pts**

Le programme assembleur relatif au sous-programme **Tempo** est le suivant :

<b>Label</b>	<b>instruction</b>	<b>Commentaire</b>
<i>Tempo</i>	MOVLW D'56'	; initialisation du TMR0
	MOVWF TMRO	; écriture de 56
LAB4	BTFSS INTCON, TOIF	; Fin comptage
	GOTO LAB4	
	BCF INTCON, TOIF	; remise à zéro du drapeau TOIF
	RUTURN	; retour

**Q.20-** A partir de ce programme, quelle est la valeur initiale **val\_T** en décimal et en hexadécimal du registre **TMRO**. **1 pt**

**Q.21-** Quel est le nombre d'impulsions à compter pour que le **TMRO** déborde. **1.25 pt**

**Q.22-** Compléter l'organigramme relatif au sous-programme **Tempo**. **3 pts**

La durée tempo est donnée par l'équation suivante :  $Tempo = (256 - val\_T) \cdot 256 \mu s$

**Q.23-** Calculer la durée **Tempo** (en s). 1.5 pt

**Q.24-** Combien de fois (**X**) faut-il répéter **Tempo** pour avoir une durée  $T = 2,56 s$  ? 1.5 pt

#### Tâche 4 : programmation du pic en MikroC :

**Q.25-** Compléter les lignes de définition du **PIC16F877** en MikroC. 1,5 pt

**Q.26-** Compléter les lignes de déclarations des variables externes. 1,5 pt

**Q.27-** Compléter en MikroC les lignes de configuration de la fonction **Acquisition\_Niveau** relative à l'organigramme **Figure 4** du document **DRES 02**. 2,5 pts

**Q.28-** Compléter en MikroC les lignes de configuration de la fonction **SP\_Alarme** de la **figure 5** du **DRES 02**. 3 pts

L'algorithme de l'affichage dans le **LCD** est le suivant :

- On affiche sur **la ligne 1** le niveau de l'eau dans le réservoir en **m** ;
- Si  $N\_L > N\_max$ , on affiche sur **la ligne 2** « Attention : liquide niveau max ».
- Si  $N\_L < N\_min$ , on affiche sur **la ligne 2** « Attention : liquide niveau min ».
- Sinon on affiche sur **la ligne 2** « fonctionnement normal ».

Le niveau de l'eau dans le réservoir **N\_L** est stocké dans la case mémoire **adr\_N**.

**Q.29-** Compléter les lignes de configuration de la fonction **Affichage\_LCD** en MikroC. 6 pts

**Q.30-** Compléter les lignes de la fonction principale correspondant à l'organigramme de fonctionnement du système (Figure 3 **DRES 02**). 5.25 pts

SEV 3

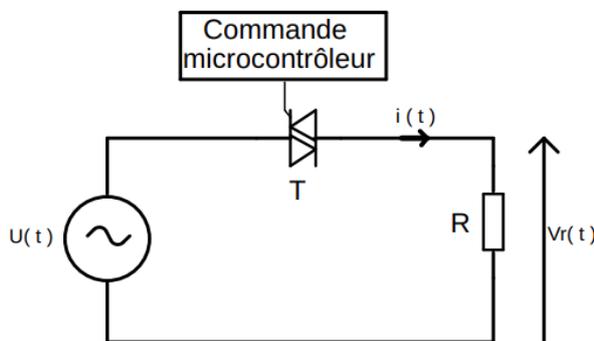
CIRCUIT DE PUISSANCE

7 POINTS

Pour faire alimenter le réservoir avec une quantité bien déterminée, on utilise une pompe à refoulement commandé (variable). Pour cela, on doit penser à régler le débit de la pompe, et ce à travers l'insertion en série d'un gradateur monophasé à commande par angle de phase, constitué d'un **TRIAC**.

**Remarque :** Pour raison de simplification, on assimile la pompe à une charge purement résistive.

Le montage du gradateur est représenté comme suit :



**On donne :**  $U(\theta) = U_{eff} \sqrt{2} \sin(\theta)$  avec  $U_{eff} = 230 V$ ,  $f = 50 Hz$ ,  $R = 20 \Omega$ , angle de retard à l'amorçage  $\alpha = 30^\circ$ .

On amorce le TRIAC :

- En alternance positive avec un retard angulaire  $\omega t_1 = \alpha$  par rapport aux passages à zéro de la tension  $U(t)$ .
- En alternance négative à  $\omega t_2 = \alpha + \pi$ .

**Q.31-** Donner le nom de la borne du TRIAC liée à la commande.

0,5 pt

**Q.32-** Indiquer parmi les propositions le rôle du TRIAC.

0,5 pt

**Q.33-** Dans notre cas par quel composant, peut-on remplacer le TRIAC ?

0,5 pt

**Q.34-** Indiquer les états du TRIAC pendant les intervalles donnés.

1,5 pt

**Q.35-** Représenter les allures de la tension  $V_r(\theta)$  et de l'intensité  $i(\theta)$ .

2 pts

Sachant que l'expression de la tension efficace aux bornes de la charge est :

$$(V_r)_{eff} = U_{eff} \cdot \sqrt{1 - \frac{\alpha}{\pi} + \frac{\sin(2\alpha)}{2\pi}} \quad \text{avec } (\alpha \text{ en rad}) ;$$

Pour  $\alpha = 30^\circ$  :

**Q.36-** Calculer la valeur efficace de la tension de sortie  $(V_r)_{eff}$ .

0,5 pt

**Q.37-** Donner l'expression de l'intensité efficace  $I_{eff}$  et calculer sa valeur.

1 pt

**Q.38-** En déduire la puissance  $P_R$  dissipée dans  $R$ .

0,5 pt

SEV 4

MICRO-ÉLECTRONIQUE ET NANOTECHNOLOGIE

5 POINTS

**Q.39-** Associer à chaque génération de révolution industrielle, l'apparition des technologies suivantes.

1 pt

**Q.40-** Cocher la (ou les) bonne(s) réponse(s).

1 pt

**Q.41-** Cocher la (ou les) bonne(s) réponse(s).

1 pt

**Q.42-** Choisir le type du microscope qui convient à son principe de fonctionnement.

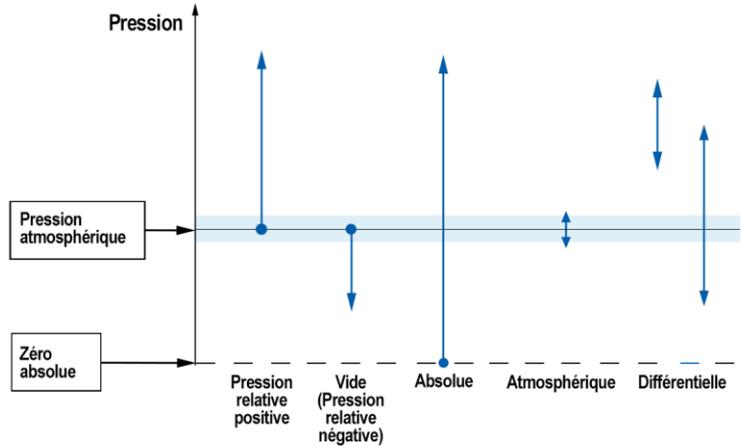
1 pt

**Q.43-** Mettre une croix dans la case convenable.

1 pt

### 1) Les différentes pressions

- Pression atmosphérique ( $P_{atm}$ ) : Pression sur la surface de la terre, La pression atmosphérique au niveau de la mer est de 1,013 bar.
- La pression absolue ( $P_{ab}$ ) est la pression par rapport au vide absolu,
- La pression relative ( $P_r$ ) est la pression par rapport à la pression atmosphérique.
- La pression différentielle  $\Delta P$  est la différence entre deux pressions différentes.



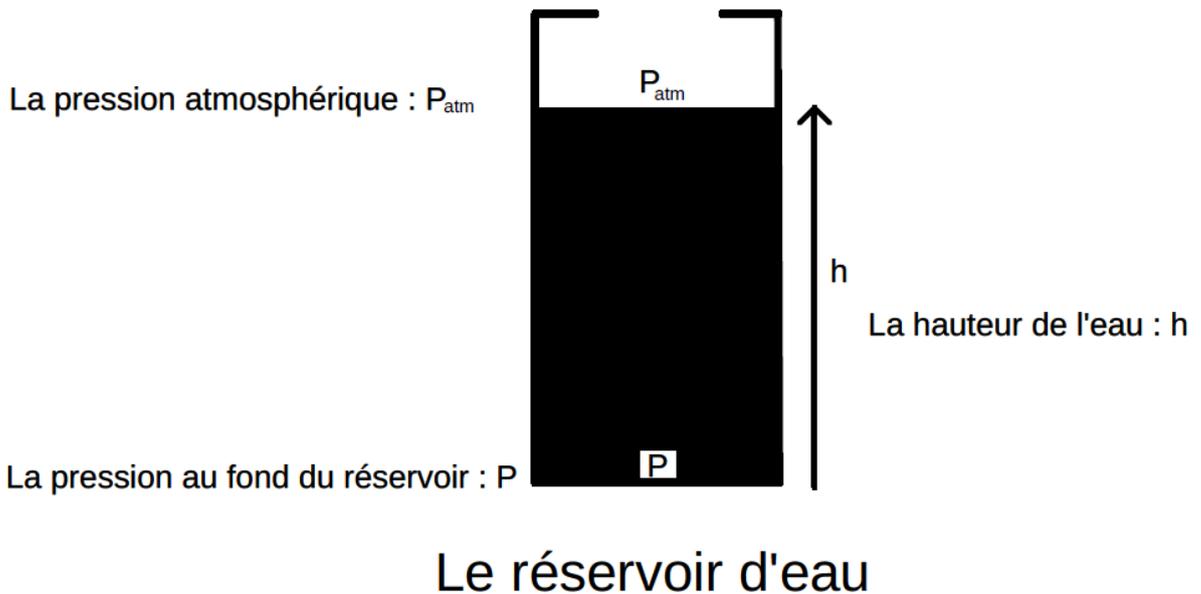
### 2) Les Unités de Pression Couramment Utilisées

Le **pascal (Pa)** est l'unité de pression du Système international d'unités (SI)

Il est défini comme étant la pression exercée par une force de 1 newton sur une surface de 1 mètre carré

**Le bar** : Le bar est une unité de pression couramment utilisée ,1 bar = 100 000 =  $10^5$  Pa.

### 3) Mesure de niveau par pression hydrostatique



- Pression relative  $P_r$  au fond du réservoir :

$$P_r = \rho \cdot g \cdot h \quad \text{avec } \rho \text{ en kg/m}^3, g \text{ en N/kg et } h \text{ en m.}$$

- Pression absolue au fond du réservoir :

$$P_{ab} = P_r + P_{atm} = \rho \cdot g \cdot h + P_{atm}$$

**DRES 02**

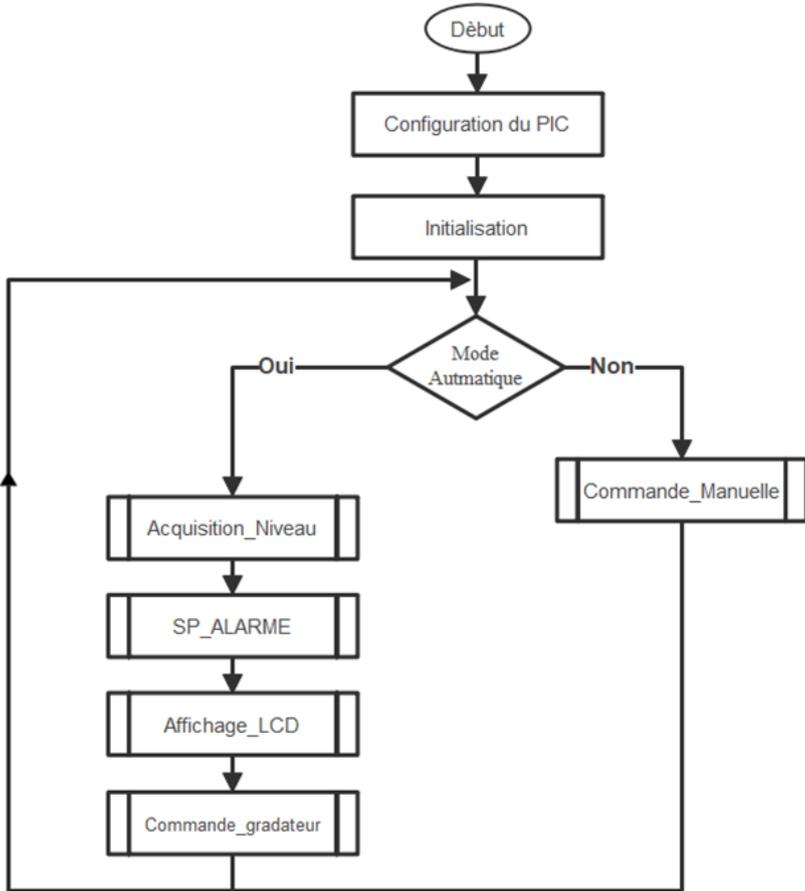


Figure 3 : Organigramme de fonctionnement

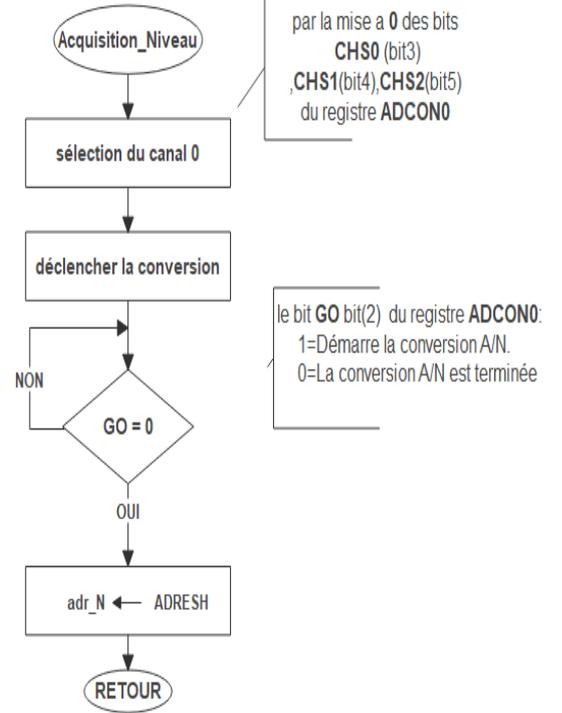


Figure 4: : Organigramme Acquisition\_Niveau

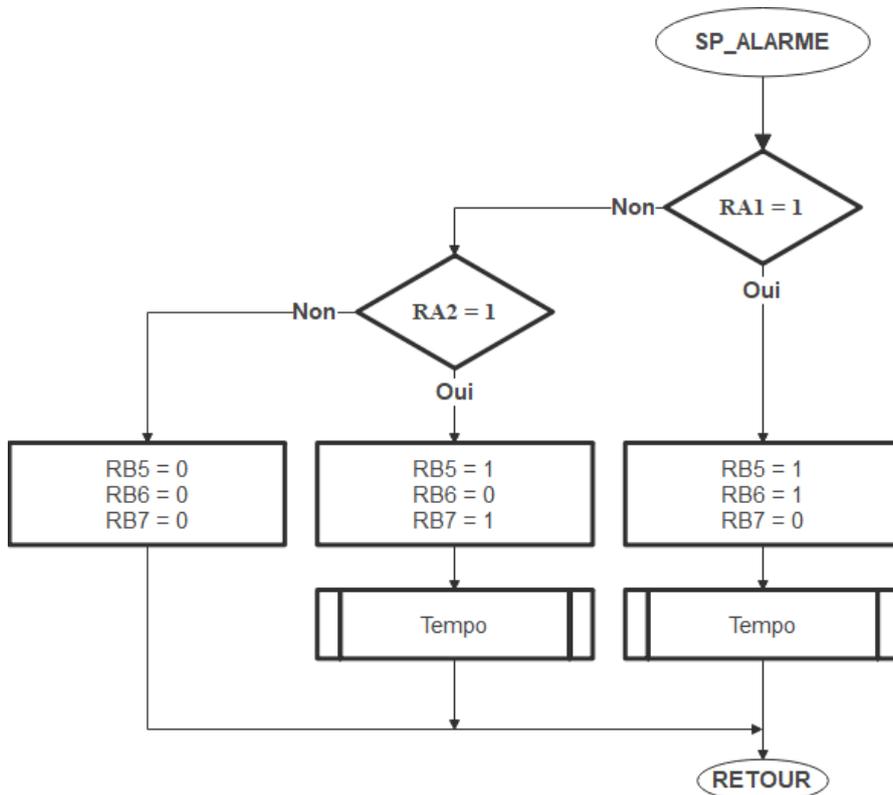


Figure 5: Organigramme de SP\_Alarme

### Jeu d'instructions du microcontrôleur 16F877

**DRES 03**

#### 1. Jeu d'instructions :

INSTRUCTIONS OPERANT SUR UN REGISTRE			Indicateurs	Cycles
ADDWF	F, d	W+F → {W, F ? d}	C, DC, Z	1
ANDWF	F, d	W AND F → {W, F ? d}	Z	1
CLRF	F	0 → F	Z	1
CLRW		0 → W	Z	1
CLRWD		0 → WDT	TO', PD'	1
COMF	F, d	Complémente F → {W, F ? d}	Z	1
DECF	F, d	Décrémente F → {W, F ? d}	Z	1
DECFSZ	F, d	Décrémente F → {W, F ? d} et saut si 0		1(2)
INCF	F, d	Incrémente F → {W, F ? d}	Z	1
INCFSZ	F, d	Incrémente F → {W, F ? d} et saut si 0		1(2)
IORWF	F, d	W OR F → {W, F ? d}	Z	1
MOVF	F, d	F → {W, F ? d}	Z	1
MOVWF	F	W → F		1
RLF	F, d	Rotation à gauche de F à travers C → {W, F ? d}	C	1
RRF	F, d	Rotation à droite de F à travers C → {W, F ? d}		1
SUBWF	F, d	F - W → {W, F ? d}	C, DC, Z	1
SWAPF	F, d	Permute les 2 quartets de F → {W, F ? d}		1
XORWF	F, d	W XOR F → {W, F ? d}	Z	1
INSTRUCTIONS OPERANT SUR UN BIT				
BCF	F, b	Mise à 0 du bit b du registre F		1
BSF	F, b	Mise à 1 du bit b du registre F		1
BTFSZ	F, b	Teste le bit b de F et saut si 0		1(2)
BTFS	F, b	Teste le bit b de F et saut si 1		1(2)
INSTRUCTIONS OPERANT SUR UNE DONNEE				
ADDLW	K	W + K → W	C, DC, Z	1
ANDLW	K	W AND K → W	Z	1
IORLW	K	W OR K → W	Z	1
MOVLW	K	K → W		1
SUBLW	K	K - W → W	C, DC, Z	1
XORLW	K	W XOR K → W	Z	1
INSTRUCTIONS GENERALES				
CALL	L	Branchement à un sous-programme de label L		2
GOTO	L	Branchement à la ligne de label L		2
NOP		Pas d'opération		1
RETURN		Retour d'un sous-programme		2
RETFIE		Retour d'interruption		2
RETLW	K	Retour d'un sous-programme avec K dans W		2
SLEEP		Mode standby	TO', PD'	1

Figure 6

#### 2. Configuration des PORTS :

Tous les ports sont pilotés par deux registres : TRISx et PORTx

- Le registre **TRISx**, c'est le registre de direction. Il détermine si le **PORTx** ou certaines lignes de Port sont en entrée ou en sortie. L'écriture d'un 1 logique correspond à une **entrée** (1 comme Input) et l'écriture d'un 0 logique correspond à une sortie (0 comme Output) ;
- Les registres **TRISx** appartiennent à la **BANK 1** des **SFR**. Lors de l'initialisation du  $\mu C$ , il ne faut pas oublier de changer de bank mémoire pour les configurer.

#### 3. Description du registre d'état STATUS :

IRP	RP1	RP0	/TO	/PD	Z	DC	C
-----	-----	-----	-----	-----	---	----	---

- Pour le passage entre les **BANKs** 0 et 1, on positionne les bits correspondants comme suit :
  - ✓  $RP_1 RP_0 = 00 \rightarrow$  Accès à la **BANK 0** ;
  - ✓  $RP_1 RP_0 = 01 \rightarrow$  Accès à la **BANK 1**.

## Quelques variables et fonctions sous MIKROC

### Variables

<b>unsigned short int</b>	Sur 8 bits	0 à 255
<b>unsigned int</b>	Sur 16 bits	0 à 65535
<b>unsigned long int</b>	Sur 32 bits	0 à 4294967295
<b>signed char</b>	Sur 8 bits	-128 à 127
<b>signed int</b>	Sur 16 bits	-32768 à 32767
<b>Float</b>	Sur 32 bits	+/-1.17549435082E-38 à +/- 6.80564774407E38
<b>Char [n]</b>	Chaîne de n caractères	

### Quelques fonctions

<b>ADC_Init();</b>	<i>Initialise le module ADC avec les paramètres par défaut</i>
<b>ADC_Read(i);</b>	<i>Lecture de la valeur numérique du signal analogique présent sur le canal i</i>
<b>Delay_ms (valeur);</b>	<i>Temporisation pour une valeur donnée en milliseconde</i>
<b>Delay_us (valeur);</b>	<i>Temporisation pour une valeur donnée en microseconde</i>
<b>Lcd_Init();</b>	<i>Initialise le module LCD</i>
<b>Lcd_Out (ligne, colonne, text);</b>	<i>Affiche le text sur le Lcd à la position spécifiée par la ligne et la colonne spécifiées.</i>
<b>Lcd_chr(row ,column, 'char')</b>	<i>Affiche le caractère char sur le Lcd à la position spécifiée par la ligne et la colonne spécifiées.</i>
<b>Lcd_chr_Cp('char')</b>	<i>Affiche le caractère char sur le Lcd à la position courante du curseur.</i>
<b>FloatToStr (n,txt)</b>	<i>Convertir un nombre réel n en une chaîne de caractère txt</i>
<b>intToStr (n,txt)</b>	<i>Convertir un nombre entier n en une chaîne de caractère txt</i>
<b>wordToStr (n,txt)</b>	<i>Convertir un mot non signé en chaîne</i>
<b>Lcd_Cmd(_LCD_CLEAR)</b>	<i>Clear Lcd Display</i>
<b>Lcd Cmd(_LCD_CURSOR_OFF)</b>	<i>Cursor off</i>
<b>Lcd Cmd(_LCD_CURSOR_ON)</b>	<i>Cursor on</i>
<b>Lcd_Cmd(_LCD_SHIFT_LEFT)</b>	<i>Move text to the left</i>
<b>Lcd_Cmd(_LCD_SHIFT_RIGHT)</b>	<i>Move text to the right</i>

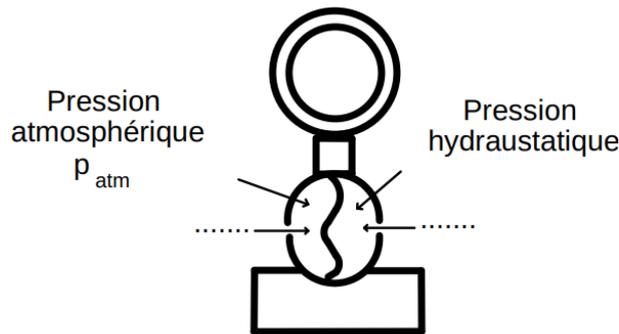
**Q.1-** Les expressions adéquates pour chaque phrase :

- ☞ L'unité de mesure de pression dans le système international est .....
- ☞ Pression mesurée par rapport à la pression atmosphérique est appelée.....
- ☞ Pression mesurée par rapport au vide absolu est appelée .....
- ☞ La pression mesurée entre deux pressions, est appelée .....
- ☞ Pour la pression hydrostatique, la relation de la pression relative est :.....
- ☞ Pour la pression hydrostatique, la relation de la pression absolue est : .....
- ☞ ..... d'un capteur est le rapport entre sa valeur de sortie et sa valeur d'entrée.
- ☞ ..... est la valeur de sortie du capteur pour une valeur d'entrée nulle
- ☞ La pression atmosphérique est une pression positive mesurée par rapport.....

**Q.2-** Le rôle du capteur de pression différentielle dans le système :

.....

**Q.3-** l'emplacement des chambres Haute Pression absolue et Basse Pression absolue (notées **HP** et **BP**) sur le transmetteur.



transmetteur de pression différentielle

**Q.4-** L'expression de **HP** et de **BP** :

**HP** = .....

**BP** = .....

**Q.5-** L'expression de  $\Delta P$  :

.....

**Q.6-** L'expression de **h** :

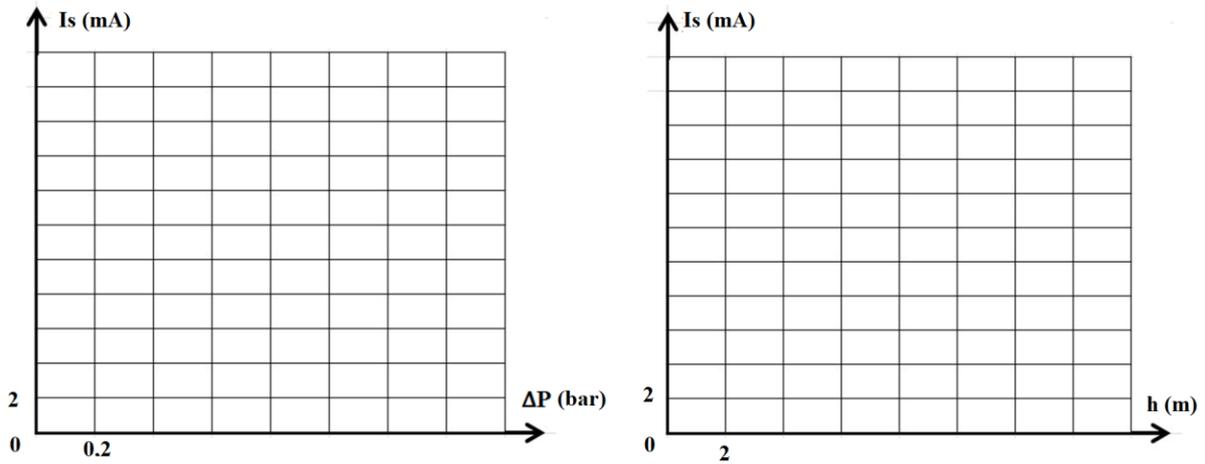
.....

**Q.7-** Les niveaux **hmin** et **hmax** :

.....

.....

**Q.8-** Les courbes  $I_s = f(\Delta P)$  et  $I_s = f(h)$  :



**Q.9-** La sensibilité  $S$  du capteur : .....

**Q.10-** La valeur d'offset du capteur .....

**Q.11-** L'étendu de mesure du capteur.....

**Q.12-** La relation entre le courant  $I_s$  (en mA) du transmetteur et niveau  $h$  (en m).

.....  
 .....  
 .....

**Q.13-** La valeur du courant  $I_s$  qui correspond au niveau  $h = 5$  m :

.....

**Q.14-** Les points de réglage à réaliser sur le transmetteur.

Les points de réglage	Nom	Rôle
Mesure minimale : .....	.....	Réglage de la valeur minimale de la mesure
Mesure maximale : .....	.....	Réglage de la valeur maximale de la mesure

**Q.15-** Le schéma de raccordement :



transmetteur de pression différentielle

**Q.16-** La nature des entrées : (mètre une croix dans la case convenable)

**DREP 03**

	RA0	RA1	RA2	RA3	RA4	RE1
<b>Digitale</b>						
<b>Analogique</b>						

**Q.17-** Les mots en binaire et en hexadécimal des registres **TRISA**, **TRISB** et **TRISE** :

Bit n <sup>0</sup>	Mot en binaire								Mot en hexadécimal
	7	6	5	4	3	2	1	0	
<b>TRISA</b>	...	...	...	...	...	...	...	...	.....
<b>TRISB</b>	...	...	...	...	...	...	...	...	.....
<b>TRISE</b>	...	...	...	...	...	...	...	...	.....

**Q.18-** Le programme Assembleur relatif à l'organigramme de fonctionnement du système de régulation :

<i>Label</i>	<i>instruction</i>	<i>Commentaire</i>
	<b>BCF STATUS, RP1</b> .....	; Activation de la page 1 ( <b>Bank 1</b> )
	<b>MOVLW 0x3F</b> <b>MOVWF TRISA</b> .....	; Configuration PORTA ; Configuration PORTB
	<b>MOVLW 0x02</b> .....	; Configuration PORTE
<i>; lignes de Configuration des registres : ADCON1, OPTION et INTCON</i>		
	<b>BCF STATUS, RP0</b>	; Activation de la page 0 ( <b>Bank 0</b> )
<i>; lignes de Configuration du registre : ADCON0</i>		
	.....	; Initialisation du PORTB
<b>LAB2</b>	<b>BCF PORTE, RE0</b>	; Initialisation de la sortie RE0
	<b>BTFSS PORTA, RA3</b> .....	; test si le mode est automatique ; saut
	<b>CALL Acquisition_Niveau</b> ..... ..... .....	; Appel du sous-programme <i>Acquisition_Niveau</i> ; Appel du sous-programme <i>SP_Alarme</i> ; Appel du sous-programme <i>Affichage_LCD</i> ; Appel du SP <i>Commande_Gradateur</i>
<b>LAB1</b>	<b>GOTO LAB2</b>	
	<b>CALL Commande_Manuelle</b> .....	; Appel du sous-programme <i>Commande_Manuelle</i> ; saut

**Q.19-** Le sous-programme **SP\_ALARME** :

<i>Label</i>	<i>instruction</i>	<i>Commentaire</i>
<b>SP_Alarme</b>	<b>BTFSS PORTA, RA1</b>	; test si le niveau de liquide est maximal

DREP 04

LAB1	GOTO	LAB1	; saut
	BSF	PORTE, RB5	
	BSF	PORTE, RB6	; Mise à jour des sorties ; RB5, RB6 et RB7
	BCF	PORTE, RB7	
	CALL	Tempo	; Appel du sous-programme <b>Tempo</b>
LAB2	GOTO	LAB3	;saut
	.....	.....	; test si le mode de liquide est minimal
	.....	.....	; saut
	BSF	PORTE, RB5	
	.....	.....	; Mise à jour des sorties ; RB5, RB6 et RB7
LAB3	CALL	Tempo	; Appel du sous-programme <b>Tempo</b>
	GOTO	LAB3	;saut
	.....	.....	
	.....	.....	; Mise à jour des sorties ; RB5, RB6 et RB7
	.....	.....	; retour au programme principal

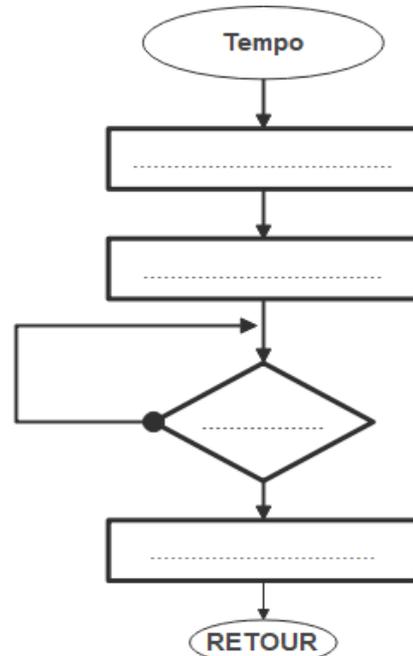
**Q.20-** La valeur initiale *val\_T* du TMRO :

	Valeur en Decimal	Valeur en Hexadecimal
<i>Val_T</i>	.....	.....

**Q.21-** Le nombre d'impulsions avant le débordement du TMRO:

*N\_impulsion* = ..... impulsions.

**Q.22-** L'organigramme relatif au sous-programme **Tempo** :



**Q.23-** La durée **Tempo** (en s) :

**DREP 05**

**Tempo** = .....

**Q.24-** Pour avoir une durée  $T = 2,56$  s, on doit répéter le sous-programme **Tempo**  $X$  fois, avec :

$X =$  .....

**Q.25-** Les lignes de définition du PIC16F877 en MikroC à compléter :

```
..... //définir la référence du PIC
..... //Fichier de définition des registres de PIC de la famille 16F877
..... //Fichier de fonctions prédéfinies pour temporisations logiciels
Config H'1FF9' // Directives d'assemblage
```

**Q.26-** Les lignes de déclaration des variables externes à compléter :

```
unsigned int adr_N; // déclaration d'un entier non signé nommé adr_N.
.....; // déclaration de deux variables réelles N_min=0 et N_max=200.
..... // déclaration d'une variable réelle N égale 1000.
..... // déclaration d'une chaîne de 32 caractères nommée txt.
```

**Q.27-** Les lignes de configuration de la fonction **Acquisition\_Niveau** en MikroC à compléter :

```
void Acquisition_Niveau (void)
{ ADCON0.F3 =0 ;
.....
..... //sélection du canal0
..... //démarrage de la conversion
..... //attente de 10 µs
while (ADCON0.F2 ==0); //attente fin conversion
..... // adr_N ← ADRESH
}
```

**Q.28-** Les lignes de configuration de la fonction **SP\_Alarme** :

```
int SP_Alarme (int PORTA.F1, ..... )
{ int PORTB.F5 ; int PORTB.F6 ; ..... ;
if (PORTA.F1 == 0)
{ if (.....)
{ PORTB.F5= 1; PORTB.F6 = 0; PORTB.F7 = 1;
Tempo;
return;}
else {
PORTB.F5= 0; PORTB.F6= 0; PORTB.F7= 0;
return;}
}
else {
```

}

**0.29-** Les lignes de configuration de la fonction **Affichage\_LCD** en MicroC :

```
void Affichage_LCD (void)
{ // connexion de l'afficheur LCD 2x32
  sbit LCD_RS at RB4_bit;
  sbit LCD_EN at RE2_bit;
  sbit LCD_D4 at RB0_bit;

  .....

  .....

  .....

  sbit LCD_RS_Direction at TRISB4_bit;
  sbit LCD_EN_Direction at TRISE2_bit;
  sbit LCD_D4_Direction at TRISB0_bit;

  .....

  .....

  .....

  // gestion de l'affichage sur le LCD 2x32
  ..... // Initialisation de l'afficheur LCD
  ..... // effacer l'écran LCD
  ..... // curseur OFF

  Lcd_Out (1,1,"Niveau liquide");
  IntToStr(N_L, txt);
  LCD_Out(1,24, txt);
  Lcd_Chr (1,28,"m");
  if (.....)

  { Lcd_Out (2,1," Attention : liquide niveau max ");
    // Écrire le texte " Attention : liquide niveau max " à la ligne 2, colonne 1
    return; }

  else
  { if (N_L < N_min)
    { .....

    // Écrire le texte " Attention : liquide niveau min " à la ligne 2, colonne 1
    return; }

    else
    { .....
      // Écrire le texte " fonctionnement normal " à la ligne 2, colonne 1
      return; }
    }
  }
}
```

**Q.30-** Les lignes de la fonction principale correspondent à l'organigramme :

**DREP 07**

Void **main** ()

```
{
    TRISA=0x3F ; // configuration du Port A
    ..... // configuration du Port B
    ..... // configuration du Port E
    PORTB.F5 =0; //mise à 0 du bit RB5
    PORTB.F6 =0; //mise à 0 du bit RB6
    ..... //mise à 0 du bit RB7
    ..... //mise à 0 du bit RE0

    while (.....)
    {
        Acquisition_Niveau ; //appel de la fonction Acquisition_Niveau
        SP_Alarme; //appel de la fonction SP_ALARME
        ..... //appel de la fonction Affichage_LCD
        Commande_Gradateur;} //appel de la fonction Commande_Gradateur
    }
    ..... //appel de la fonction Commande_Manuelle
}
```

**Q.31-** Nom de la borne du TRIAC liée à la commande :

- Base.
- Source.
- Gâchette.
- Anode.

**Q.32-** Rôle du TRIAC :

Le TRIAC est un composant à conduction bidirectionnelle commandé permettant de :

- Varier la valeur efficace d'un signal alternatif.
- Générer un signal alternatif à fréquence fixe.
- Varier la fréquence d'un signal alternatif.
- Régler le courant et la fréquence d'un signal.

**Q.33-** Dans notre cas on peut remplacer le TRIAC par :

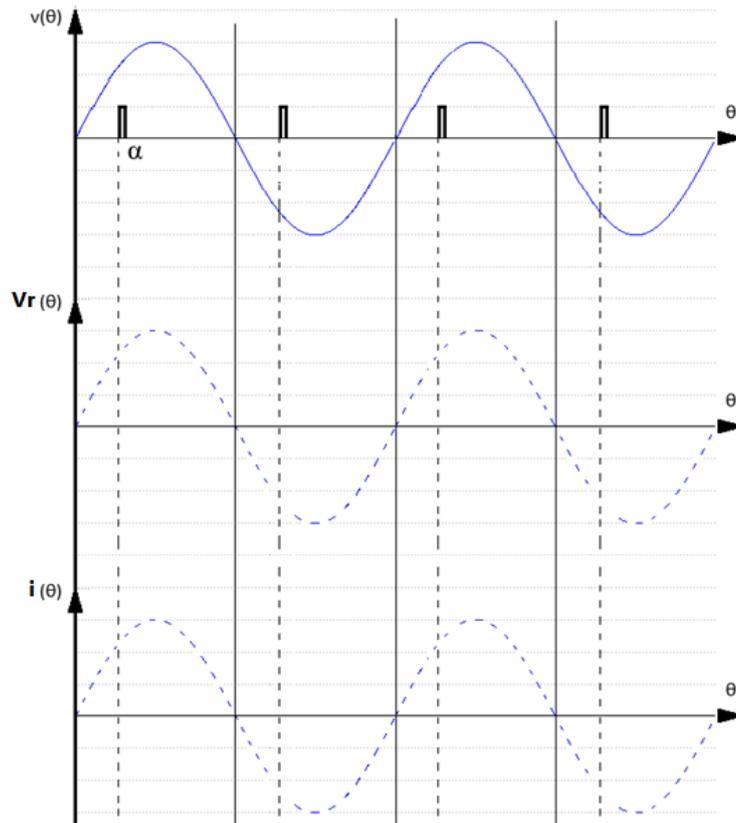
- DIAC.
- Deux Thyristors en tête bêche.
- Deux Thyristors en série.
- HACHEUR.

**Q.34-** Les états du TRIAC pendant ces intervalles :

Intervalle d'angle	[0°,30°]	[30°,180°]	[180°,210°]	[210°,360°]
<b>TRIAC</b>	.....	.....	Bloqué	.....

**Q.35-** Les allures de la tension  $V_r(\theta)$  et du courant  $i(\theta)$ , pour  $\alpha = 30^\circ$  :

DREP 08



**Q.36-** Calcul de la valeur efficace de la tension de sortie  $(V_r)_{\text{eff}}$  :

.....

.....

**Q.37-** L'expression de l'intensité efficace  $I_{\text{eff}}$  et calcul de sa valeur :

.....

.....

**Q.38-** La puissance  $P_R$  dissipée dans  $R$  est :

.....

.....

**Q.39-** Association des technologies :

- La 1<sup>ère</sup> révolution industrielle •
- La 2<sup>ème</sup> révolution industrielle •
- La 3<sup>ème</sup> révolution industrielle •
- La 4<sup>ème</sup> révolution industrielle •

- Les systèmes cyber-physiques •
- La machine à vapeur •
- L'électronique et l'informatique •
- Le moteur à explosion •

**Q.40-** Les circuits intégrant de nombreuses fonctions électroniques :

**DREP 09**

- Les puces ;
- Les circuits imprimés ;
- Les circuits pneumatiques.

**Q.41-** En nanotechnologie, les petites structures des matériaux et des composants influencent :

- L'état physique du matériau ;
- Les propriétés cristallines, internes et constitutifs du matériau ;
- Les propriétés optiques, mécaniques et électriques du matériau.

**Q.42-** Choix du type de microscope qui convient à son principe de fonctionnement :

- **Le microscope à force atomique AFM ;**
- **Le microscope à effet tunnel STM.**

<b>Principe de fonctionnement</b>	Utilise une pointe qui balaye la surface d'un échantillon, en enregistrant les différentes hauteurs, afin qu'un ordinateur reconstitue l'image de cette surface.	Utilise une sonde qui balaye une surface en détectant les variations du courant, afin qu'un ordinateur traduit ces variations en image.
<b>Type du microscope</b>	..... .....	..... .....

**Q.43-** La loi de Moore prévoit :

- La sécurité des technologies de communication à travers la production des systèmes cyber-sécurité.
- Le développement des technologies d'affichage utilisant les composants à OLED.
- La miniaturisation des composants à transistors afin d'en intégrer davantage dans les circuits intégrés.

الصفحة 1 11 ***	<b>الامتحان الوطني الموحد للبكالوريا</b> <b>المسالك المهنية</b> <b>الدورة الاستدراكية 2024</b>		المملكة المغربية وزارة التربية الوطنية والتعليم الأولي والرياضة المركز الوطني للتقويم والامتحانات
	PPPPPPPPPPPPPPPPPPPP-PPPP	مخاض الإجابة	RR 216A
4h	مدة الإجازة	اختبار توليفي في المواد المهنية (الجزء الأول) - الفترة الصباحية	المادة
10	المعامل	شعبة الهندسة الكهربائية مسلك النظم الإلكترونية والرقمية	الشعبة أو المسلك

## Eléments de correction

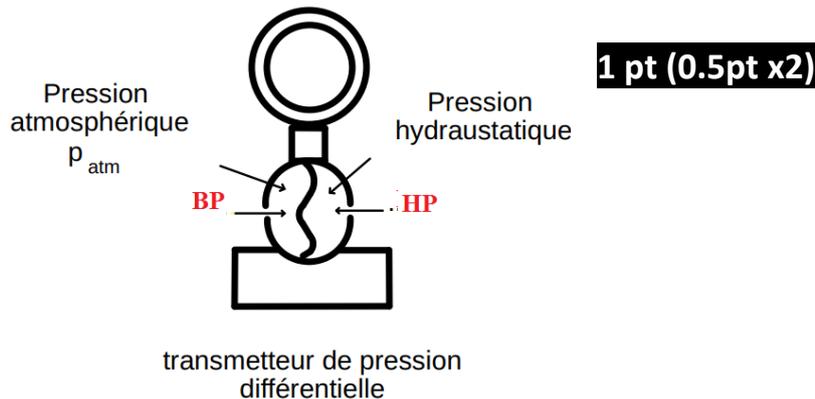
**Q.1-** Les expressions adéquates pour chaque phrase : **2.25 pts (0.25pt x9)**

- ☞ L'unité de mesure de pression dans le système international est : **PASCAL**
- ☞ Pression mesurée par rapport à la pression atmosphérique est appelée : **Pression relative**
- ☞ Pression mesurée par rapport au vide absolu est appelée : **Pression absolue**
- ☞ La pression mesurée entre deux pressions, est appelée : **Pression différentielle**
- ☞ Pour la pression hydrostatique, la relation de la pression relative est :  **$P_r = \rho \cdot g \cdot h$**
- ☞ Pour la pression hydrostatique, la relation de la pression absolue est :  **$P_{ab} = P_r + P_{atm} = \rho \cdot g \cdot h + P_{atm}$**
- ☞ **La sensibilité** d'un capteur est le rapport entre sa valeur de sortie et sa valeur d'entrée.
- ☞ **Offset** est la valeur de sortie du capteur pour une valeur d'entrée nulle
- ☞ la pression atmosphérique est une pression positive mesurée par rapport **au vide**

**Q.2-** Le rôle du capteur de pression différentielle dans le système : **1 pt**

### Mesure de niveau

**Q.3-** L'emplacement des chambres Haute Pression absolue et Basse Pression absolue (notées **HP** et **BP**) sur le transmetteur :



**Q.4-** L'expression de **HP** et de **BP** :

**2.75 pts (2pts +0.75 pt)**

$$\mathbf{HP = \rho \cdot g \cdot (h + h_0) + P_{atm}}$$

$$\mathbf{BP = P_{atm}}$$

**Q.5-** L'expression de  $\Delta P$  : **1.5pt**

$$\mathbf{\Delta P = \rho \cdot g \cdot (h + h_0)}$$

**Q.6-** L'expression de **h** : **1pt**

$$\mathbf{h = \frac{\Delta P}{\rho \cdot g} - h_0}$$

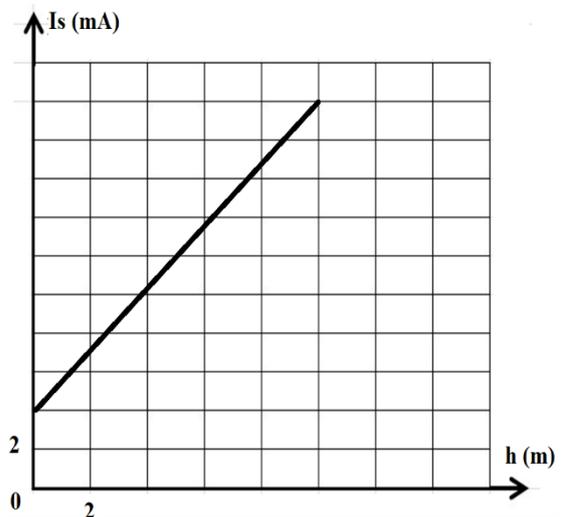
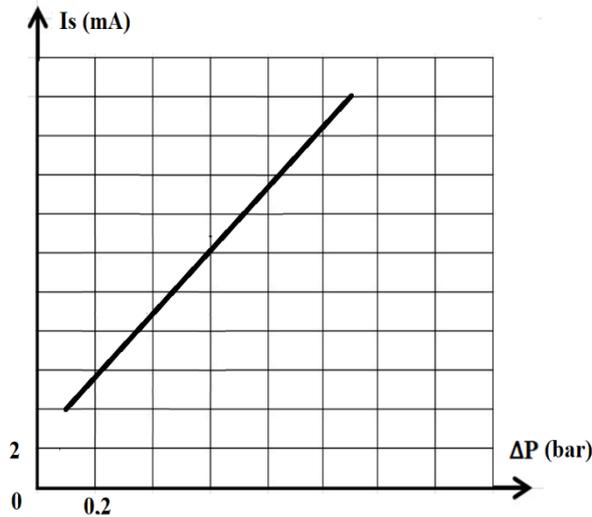
**Q.7-** Les niveaux **hmin** et **hmax** : **1pt (0.5ptx2)**

$$\mathbf{h_{max} = \frac{1.1 \cdot 10^5}{\rho \cdot g} - h_0 = 10 \text{ m}}$$

$$\mathbf{h_{min} = \frac{0.1 \cdot 10^5}{\rho \cdot g} - h_0 = 0 \text{ m}}$$

**Q.8-** Les courbes  $I_s = f(\Delta P)$  et  $I_s = f(h)$  :

**2 pts (1pt x2)**



**Q.9-** La sensibilité **S** du capteur :  $\mathbf{S = \frac{\Delta I_s}{\Delta h} = \frac{16}{10} = 1.6 \text{ mA/m}}$

**1.5 pt**

**Q.10-** La valeur de l'offset du capteur **offset = 4 mA**

**1 pt**

**Q.11-** L'étendu de mesure du capteur : **10 m**

**1 pt**

**Q.12-** La relation entre le courant  $I_s$  (en mA) du transmetteur et niveau  $h$  (en m).

**2 pts**

$$\mathbf{I_s = 1.6 * h + 4}$$

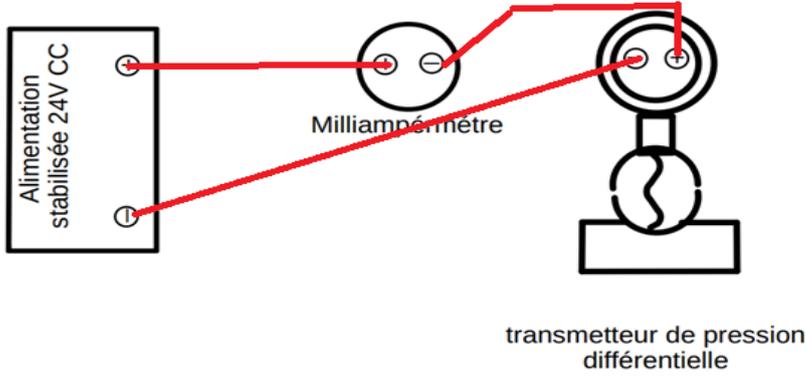
**Q.13-** La valeur du courant  $I_s$  correspond au niveau  $h = 5 \text{ m}$  : **1 pt**

$$I_s = 12 \text{ mA}$$

**Q.14-** Les points de réglage à réaliser sur le transmetteur. **2 pts (0.5pt x4)**

Les points de réglage	Nom	Rôle
Mesure minimale : <b>0 m</b>	<b>Offset</b> ou <b>réglage zéro</b>	Réglage de la valeur minimale de la mesure
Mesure maximale : <b>10 m</b>	<b>Pleine échelle</b> ou <b>Span</b>	Réglage de la valeur maximale de la mesure

**Q.15-** Le schéma de raccordement : **1 pt**



**Q.16-** La nature (*digitale* ou *analogique*) des entrées **1.5 pt (0.25pt x6)**

	RA0	RA1	RA2	RA3	RA4	RE1
<b>Digitale</b>		<b>X</b>	<b>X</b>	<b>X</b>	<b>X</b>	<b>X</b>
<b>Analogique</b>	<b>X</b>					

**Q.17-** Les mots en binaire et en hexadécimal des registres **TRISA** ,**TRISB** et **TRISE** :

**2.25 pts (0.5pt x3 + 0.25x3)**

Bit n <sup>0</sup>	Mot en binaire								Mot en hexadécimal
	7	6	5	4	3	2	1	0	
<b>TRISA</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>0x3F</b>
<b>TRISB</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0x00</b>
<b>TRISE</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>0x02</b>

**Q.18-** Le programme Assembleur relatif à l'organigramme de fonctionnement du système de régulation :

**2.25 pts (0.25pt x9)**

<i>Label</i>	<i>instruction</i>	<i>Commentaire</i>
	<b>BCF</b> <b>STATUS, RP1</b>	
	<b>BSF</b> <b>STATUS, RP0</b>	; Activer la page 1 ( <b>Bank 1</b> )
	<b>MOVLW</b> <b>0x3F</b>	
	<b>MOVWF</b> <b>TRISA</b>	; Configuration PORTA
	<b>CLRF</b> <b>TRISB</b>	; Configuration PORTB
	<b>MOVLW</b> <b>0x02</b>	
	<b>MOVWF</b> <b>TRISE</b>	; Configuration PORTE
<i>; lignes de Configuration des registres : ADCON1, OPTION et INTCON</i>		
	<b>BCF</b> <b>STATUS, RP0</b>	; Activer la page 0 ( <b>Bank 0</b> )
<i>; lignes de Configuration du registre : ADCON0</i>		
	<b>CLRF</b> <b>PORTB</b>	; Initialisation du PORTB
	<b>BCF</b> <b>PORTE, RE0</b>	; Initialisation de la sortie RE0
<b>LAB2</b>	<b>BTFSS</b> <b>PORTA, RA3</b>	; test si le mode est automatique
	<b>GOTO</b> <b>LAB1</b>	;saut
	<b>CALL</b> <b>Acquisition_Niveau</b>	; Appel du sous-programme <i>Acquisition_Niveau</i>
	<b>CALL</b> <b>SP_Alarme</b>	; Appel du sous-programme <i>SP_Alarme</i>
	<b>CALL</b> <b>Affichage_LCD</b>	; Appel du sous-programme <i>Affichage_LCD</i>
	<b>CALL</b> <b>Commande_Gradateur</b>	; Appel du SP <i>Commande_Gradateur</i>
	<b>GOTO</b> <b>LAB2</b>	
<b>LAB1</b>	<b>CALL</b> <b>Commande_Manuelle</b>	; Appel du sous-programme <i>Commande_Manuelle</i>
	<b>GOTO</b> <b>LAB2</b>	; saut

Q.19- Le sous-programme *SP\_ALARME* :

**2 pts (0.25pt x8)**

<i>Label</i>	<i>instruction</i>		<i>Commentaire</i>
<i>SP_AlarME</i>	<b>BTFSS</b>	<b>PORTA, RA1</b>	; test si le niveau de liquide est maximal
	<b>GOTO</b>	<b>LAB1</b>	; saut
	<b>BSF</b>	<b>PORTE, RB5</b>	; Mise à jour des sorties ; RB5, RB6 et RB7
	<b>BSF</b>	<b>PORTE, RB6</b>	
	<b>BCF</b>	<b>PORTE, RB7</b>	
	<b>CALL</b>	<b>Tempo</b>	; Appel du sous-programme <b>Tempo</b>
	<b>GOTO</b>	<b>LAB3</b>	;saut
<b>LAB1</b>	<b>BTFSS</b>	<b>PORTA, RA2</b>	; test si le mode de liquide est minimal
	<b>GOTO</b>	<b>LAB2</b>	; saut
	<b>BSF</b>	<b>PORTE, RB5</b>	; Mise à jour des sorties ; RB5, RB6 et RB7
	<b>BCF</b>	<b>PORTE, RB6</b>	
	<b>BSF</b>	<b>PORTE, RB7</b>	
	<b>CALL</b>	<b>Tempo</b>	; Appel du sous-programme <b>Tempo</b>
	<b>GOTO</b>	<b>LAB3</b>	;saut
<b>LAB2</b>	<b>BCF</b>	<b>PORTE, RB5</b>	; Mise à jour des sorties ; RB5, RB6 et RB7
	<b>BCF</b>	<b>PORTE, RB6</b>	
	<b>BCF</b>	<b>PORTE, RB7</b>	
<b>LAB3</b>	<b>RUTURN</b>	; retour au programme principal	

Q.20- La valeur initiale *val\_T* du *TMRO* :

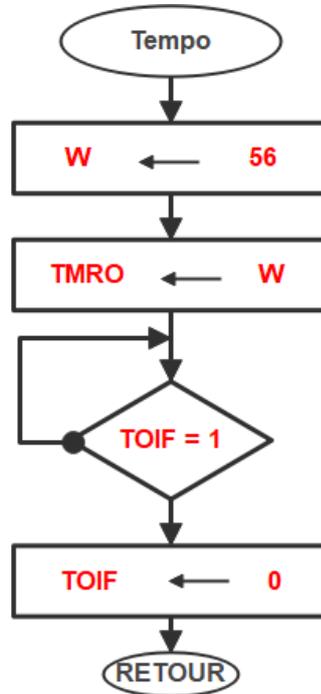
**1 pt (0.5pt x2)**

	Valeur en Decimal	Valeur en hexadecimal
<i>Val_T</i>	<b>56</b>	<b>0x38</b>

Q.21- Le nombre d'impulsions avant le débordement du *TMRO*: **1.25 pt**

$$N_{impulsion} = 256 - 56 = 200 \text{ impulsions.}$$

**Q.22-** L'organigramme relatif au sous-programme Tempo : **3 pts (0.75pt x4)**



**Q.23-** La durée Tempo (en s) : **1.5 pt**

$$\text{Tempo} = (256 - 56) * 256 * 10^{-6} \text{ s} = 0,512 \text{ s}$$

**Q.24-** Le nombre fois, X : **1.5 pt**

$$X = \frac{2,56}{0,512} = 5 \text{ fois}$$

**Q.25-** Les lignes de définition du PIC16F877 en MikroC à compléter : **1.5 pt (0.5pt x3)**

```

List p=16F877
include<p16F877.inc>
include<delay.h>
Config H'1FF9'
  
```

```

//définir la référence du PIC
//Fichier de définition des registres de PIC de la famille 16F877
//Fichier de fonctions prédéfinies pour temporisations logiciels
// Directives d'assemblage
  
```

**Q.26-** Les lignes de déclaration des variables externes à compléter : **1.5 pt (0.5pt x3)**

```
unsigned int adr_N;           // déclaration d'un entier non signé nommé adr_N.
float N_min=0 ,             // déclaration de deux variables réelles N_min=0 et N_max=200.
N_max=200;
float N=10000 ;            // déclaration d'une variable réelle N égale 1000.
Char txt [32] ;           // déclaration d'une chaîne de 32 caractères nommée txt.
```

**Q.27-** Les lignes de configuration de la fonction **Acquisition\_Niveau** en MikroC à compléter :

**2.5 pts (0.5pt x5)**

```
void Acquisition_Niveau (void)
{
  ADCON0.F3 =0 ;
  ADCON0.F4 =0 ;
  ADCON0.F5 =0 ;           //sélection du canal 0
  ADCON0.F2 =1 ;           //démarrer la conversion
  delay_us (10);           //attente de 10 µs
  while (ADCON0.F2 ==0);   //attendre fin conversion
  adr_N = ADRESH;          // adr_N ← ADRESH
}
```

**Q.28-** Les lignes de configuration de la fonction **SP\_Alarme** :

**3 pts (0.5pt x6)**

```
int SP_Alarme (int PORTA.F1, int PORTA.F2)
{
  int PORTB.F5 ; int PORTB.F6 ; int PORTB.F7 ;

  if (PORTA.F1 == 0)
  {
    if (PORTA.F2 == 1)
    {
      PORTB.F5= 1; PORTB.F6 = 0; PORTB.F7 = 1;

      Tempo;

      return;}
    else {
      PORTB.F5= 0; PORTB.F6= 0; PORTB.F7= 0;
```

```
return;}
```

```
}
```

```
else {
```

```
PORTB.F5 = 1 ; PORTB.F6 = 1 ; PORTB.F7 = 0;
```

```
Tempo;
```

```
return;}
```

```
}
```

**Q.29-** Les lignes de configuration de la fonction **Affichage\_LCD** en MicroC : **6 pts (0.5pt x12)**

```
void Affichage_LCD (void)
```

```
{ // connexion de l'afficheur LCD 2x32
```

```
  sbit LCD_RS at RB4_bit;
```

```
  sbit LCD_EN at RE2_bit;
```

```
  sbit LCD_D4 at RB0_bit;
```

```
  sbit LCD_D5 at RB1_bit;
```

```
  sbit LCD_D6 at RB2_bit;
```

```
  sbit LCD_D7 at RB3_bit;
```

```
  sbit LCD_RS_Direction at TRISB4_bit;
```

```
  sbit LCD_EN_Direction at TRISE2_bit;
```

```
  sbit LCD_D4_Direction at TRISB0_bit;
```

```
  sbit LCD_D5_Direction at TRISB1_bit;
```

```
  sbit LCD_D6_Direction at TRISB2_bit;
```

```
  sbit LCD_D7_Direction at TRISB3_bit;
```

```
// gestion de l'affichage sur le LCD 2x32
```

```
  Lcd_Init ();
```

```
// Initialisation de l'afficheur LCD
```

```
  Lcd_Cmd (_LCD_CLEAR);
```

```
// effacer l'écran LCD
```

```
  Lcd_Cmd (_LCD_CURSOR_OFF);
```

```
// curseur OFF
```

```
  Lcd_Out (1,1,"Niveau liquide :");
```

```
  IntToStr(N_L, txt);
```

```
  LCD_Out(1,24, txt);
```

```
  Lcd_Chr (1,28,"m");
```

```
  if (N_L > N_max)
```

```
  { Lcd_Out (2,1," Attention : liquide niveau max ");
```

```
    // Écrire le texte " Attention : liquide niveau max " à la ligne 2, colonne 1
```

```
    return; }
```

```
  else
```

```
  { if (N_L < N_min)
```

```
  { Lcd_Out (2,1," Attention : liquide niveau min ");
```

```
    // Écrire le texte " Attention : liquide niveau min " à la ligne 2, colonne 1
```

```
    return; }
```

else

```
{ Lcd_Out (2,1," fonctionnement normal ");
  // Écrire le texte " fonctionnement normal " à la ligne 2, colonne 1
  return; }
}}
```

**Q.30-** Les lignes de la fonction principale correspondent à l'organigramme : **5.25 pts (0.75pt x7)**

Void **main** ()

```
{   TRISA=0x3F;           // configuration du Port A
    TRISB=0x00;           // configuration du Port B
    TRISE=0x02;           // configuration du Port E
    PORTB.F5 =0;         //mise à 0 du bit RB5
    PORTB.F6 =0;         //mise à 0 du bit RB6
    PORTB.F7 =0;         //mise à 0 du bit RB7
    PORTE.F0 =0;         //mise à 0 du bit RE0
while (PORTA.F3)
  {   Aquisition_Niveau ; //appel de la fonction Acquisition_Niveau
      SP_Alarme ;         //appel de la fonction SP_ALARME
      Affichage_LCD ;     //appel de la fonction Affichage_LCD
      Commande_Gradateur ; //appel de la fonction Commande_Gradateur
  }
      Commande_Manuelle ; //appel de la fonction Commande_Manuelle
}
```

**Q.31-** Nom de la borne du TRIAC liée à la commande.

**0,5pt**

- Base
- Source
- Gâchette
- Anode

**Q.32-** Rôle du TRIAC

**0,5pt**

Le TRIAC est un composant à conduction bidirectionnelle commandée permettant de :

- Varier la valeur efficace d'un signal alternatif.
- Générer un signal alternatif à fréquence fixe.
- Varier la fréquence d'un signal alternatif.
- Régler le courant et la fréquence d'un signal.

**Q.33-** Dans notre cas on peut remplacer le TRIAC par :

**0,5pt**

- DIAC.
- Deux Thyristors en tête bêche.
- Deux Thyristors en série.
- HACHEUR.

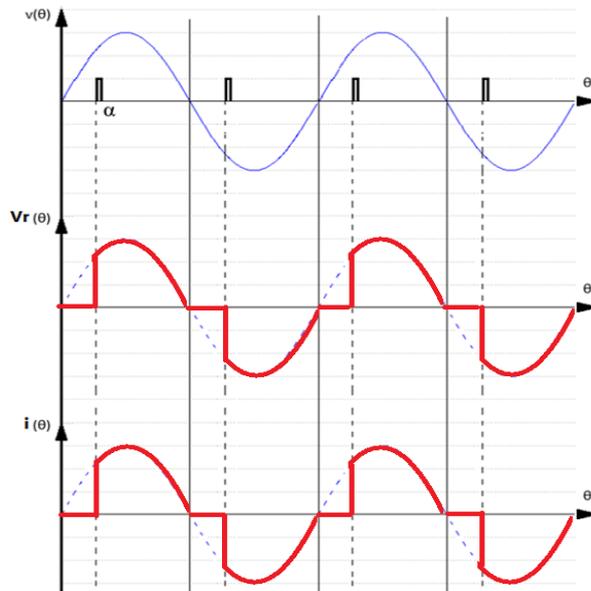
**Q.34-** Les états du TRIAC pendant ces intervalles :

**1,5pt**

Intervalle d'angle	$[0^\circ, 30^\circ[$	$[30^\circ, 180^\circ[$	$[180^\circ, 210^\circ[$	$[210^\circ, 360^\circ[$
<b>TRIAC</b>	<b>Bloqué</b>	<b>Passant</b>	Bloqué	<b>Passant</b>

**Q.35-** Les allures de la tension  $V_r(\theta)$  et du courant  $i(\theta)$ , pour  $\alpha=30^\circ$

**2,0 pts**



**Q.36-** Calcul de la valeur efficace de la tension de sortie  $(V_r)_{\text{eff}}$

**0,5pt**

$$(V_r)_{\text{eff}} = 230 \cdot \sqrt{1 - \frac{\pi}{6\pi} + \frac{\sin(2\pi/6)}{2\pi}} \quad \text{A.N : } (V_r)_{\text{eff}} = 226,66 \text{ V}$$

**Q.37-** L'expression de l'intensité efficace  $I_{\text{eff}}$  et calcul de sa valeur :

**1,0pt**

$$I_{\text{eff}} = \frac{V_{\text{reff}}}{R} = \frac{226,66}{20} \quad \text{A.N : } I_{\text{eff}} = 11,33 \text{ A}$$

**Q.38-** La puissance  $P_R$  dissipée dans  $R$  est :

**0,5pt**

$$P_R = R \cdot I_{\text{eff}}^2 = 20 * (11,33)^2 \quad \text{A.N : } P_R = 2567,37 \text{ W}$$

**Q.39-** Association des technologies :

**1pt**

La 1 <sup>ère</sup> révolution industrielle	•	•	Les systèmes cyber-physiques
La 2 <sup>ème</sup> révolution industrielle	•	•	La machine à vapeur
La 3 <sup>ème</sup> révolution industrielle	•	•	L'électronique et l'informatique
La 4 <sup>ème</sup> révolution industrielle	•	•	Le moteur à explosion

**Q.40-** Les circuits intégrant de nombreuses fonctions électroniques :

**1pt**

- Les puces ;
- Les circuits imprimés ;
- Les circuits pneumatiques.

**Q.41-** En nanotechnologie, les petites structures des matériaux et des composants influencent :

**1pt**

- L'état physique du matériau ;
- Les propriétés cristallines, internes et constitutifs du matériau ;
- Les propriétés optiques, mécaniques et électriques du matériau.

**Q.42-** Choix du type de microscope qui convient à son principe de fonctionnement : **1pt (0.5x2)**

<b>Principe de fonctionnement</b>	Utilise une pointe qui balaye la surface d'un échantillon, en enregistrant les différentes hauteurs, afin qu'un ordinateur reconstitue l'image de cette surface.	Utilise une sonde qui balaye une surface en détectant les variations du courant, afin qu'un ordinateur traduit ces variations en image.
<b>Type du microscope</b>	<b>Le microscope à force atomique AFM</b>	<b>Le microscope à effet tunnel STM</b>

**Q.43-** La loi de Moore prévoit :

**1pt**

- La sécurité des technologies de communication à travers la production des systèmes cyber-sécurité.
- Le développement des technologies d'affichage utilisant les composants à OLED, ...
- La miniaturisation des composants à transistors afin d'en intégrer davantage dans les circuits intégrés.