



4	مدة الإنجاز	الاختبار التوليقي في المواد المهنية – الجزء الأول (الفترة الصباحية)	المادة
10	المعامل	شعبة الهندسة الكهربائية : مسلك النظم الإلكترونية والرقمية	الشعبة أو المسلك

☞ Le sujet comporte au total 15 pages.

☞ Le sujet comporte 3 types de documents :

- Pages 02 à 08 : Socle du sujet (Couleur Verte).
- Pages 09 à 11 : Documents ressources portant la mention DRES XX (Couleur Rose).
- Pages 12 à 15 : Documents réponses portant la mention DREP XX (Couleur Blanche).

Le sujet comporte 2 parties :

A/ Etude d'un système d'une couveuse des œufs de poules automatique..... (65 points)

B/Notions sur la micro-électronique et la nanotechnologie..... (5 points)

Les deux parties sont indépendantes et peuvent être traitées dans un ordre quelconque.

La numérotation des questions est continue : de la question 1 (Q1) à la question 29 (Q29).

☞ 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.

A/ Etude d'un système d'une couveuse des œufs de poules automatique (65 points)**I) INTRODUCTION**

La poule pond environ 1 œuf par jour et patiente 10 jours avant de couvrir, la période de la couvaison dure 21 jours avant l'arrivée des poussins. Mais l'œuf ne peut être fécondé qu'en présence d'un coq.

La couvaison naturelle permet une production faible de poussins par contre l'utilisation de la couveuse artificielle permet une production à grande échelle.

La couveuse (ou incubateur) est une machine qui prend le rôle de la poule pour faire naître des poussins. Cette machine assure la période de couvaison naturellement maîtrisée par la poule et amène à l'éclosion des œufs.

Il existe trois types de couveuses :

- Couveuse manuelle ;
- Couveuse semi-automatique ;
- Couveuse automatique.

II) DESCRIPTION DU SYSTEME

La couveuse automatique convient aux éleveurs confirmés possédant de nombreuses poules. Elle comporte principalement les éléments suivants :

- Un plateau associé à un moteur électrique qui permet le retournement des œufs ;
- Un thermostat pour régler la température de l'enceinte ;
- Un capteur d'humidité qui mesure l'humidité relative ;
- Une grille pour placer les œufs ;
- Un ventilateur pour mieux répartir la chaleur ;
- Un ventilateur pour agir sur le taux d'humidité ;
- Un interrupteur d'éclairage indépendant.

Le choix de la couveuse repose sur différents critères :

- Le **taux d'humidité** : il peut être modulé selon la race de la poule (poids de l'œuf).
- La **température de couvain** : la qualité du thermomètre et du thermostat doivent être irréprochables pour mener à bien une couvain.
- La **ventilation** : le renouvellement de l'air doit être suffisant.
- Le **retournement de l'œuf** : opération essentielle pour la survie de l'embryon.
- L'**hygiène de la couveuse** : désinfecter la couveuse après chaque couvain.

III) Fonctionnement

L'incubateur automatique est équipé d'un système automatique pour incliner les œufs placés dans des grilles. Ce retournement des œufs s'effectue tous les **12 heures** par la commande d'un moteur qui accomplit un retournement en douceur durant **1 heure**.

La chaleur nécessaire à l'incubation est générée par une résistance électrique chauffante commandée par une carte à microcontrôleur qui permet de maintenir la température à une valeur constante et précise.

La ventilation est assurée au moyen d'un ventilateur qui distribue l'air chaud de manière uniforme.

Le taux d'humidité à l'intérieur de la couveuse est contrôlé par la carte à microcontrôleur qui agit sur la quantité d'air qui circule dans la couveuse et sur la quantité d'eau contenue dans le bac à eau.

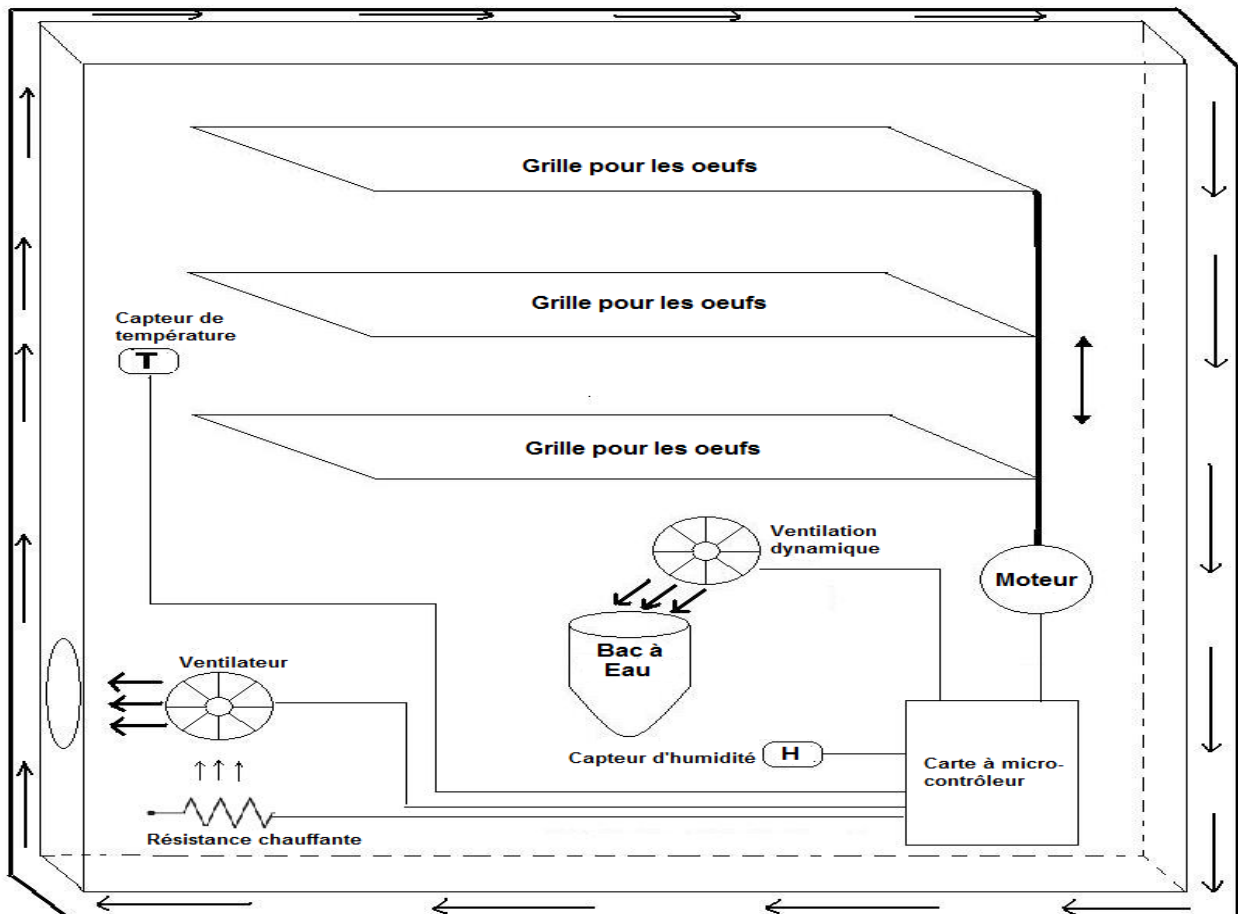
Pour faire diminuer le taux d'humidité, on fait rentrer davantage d'air à l'intérieur de la couveuse par une ventilation dynamique.

Lorsque l'éclosion approche, on remplit le bac à eau et on réduit le flux d'air entrant.

Les normes de température et d'humidité d'incubation recommandées pour les poules sont :

- **Température = 38 °C ;**
- **Taux d'humidité = 60 %.**

Schéma synoptique de la couveuse automatique



L'étude du système portera sur :

- La chaîne de mesure de la température T ;
- La chaîne de traitement de la température T :
 - Etude de la temporisation pour le retournement des œufs ;
 - Etude de la conversion Analogique/Numérique et l'affichage de la température.

CHAINE DE MESURE DE LA TEMPERATURE T 25 points

1/ Capteur de température. (Voir document ressource DRES 01)

La mesure de la température est réalisée à l'aide d'une sonde de type « Pt100 3 fils ». Cette sonde a une résistance de 100 Ω à 0 °C et 138,5 Ω à 100 °C. Sa réponse est considérée comme linéaire entre 0 °C et 100 °C.

- Q1:** Donner la signification du terme Pt100. 1 pt
- Q2:** Quelle est la grandeur physique d'entrée de ce capteur ? 0,5 pt
- Q3:** Quelle est sa grandeur physique de sortie ? 0,5 pt
- Q4:** Ce capteur est-il actif ou passif ? Justifier votre réponse. 1 pt
- Q5:** Déterminer la sensibilité **S** de la sonde dans l'intervalle [0°C , 100 °C]. 1 pt
- Q6:** Etablir la relation entre la résistance **R** du Pt100 et la température **T**. 2 pts
- Q7:** Le fonctionnement normal de la couveuse nécessite une température de **38°C**. Donner pour cette température la valeur de la résistance **R** de la sonde Pt100. 1 pt
- Q8:** Expliquer l'intérêt d'un montage **Pt100 à 3 fils** par rapport à un montage **Pt100 à 2 fils**. 2 pts

2/ Unité de mesure de la température.

L'affichage de la température est programmé de façon à avoir un affichage en unité degré Celsius (°C) ou degré fahrenheit (°F).

Dans l'échelle de Fahrenheit, la température de 0°C est 32°F, celle de 100°C est 212°F.

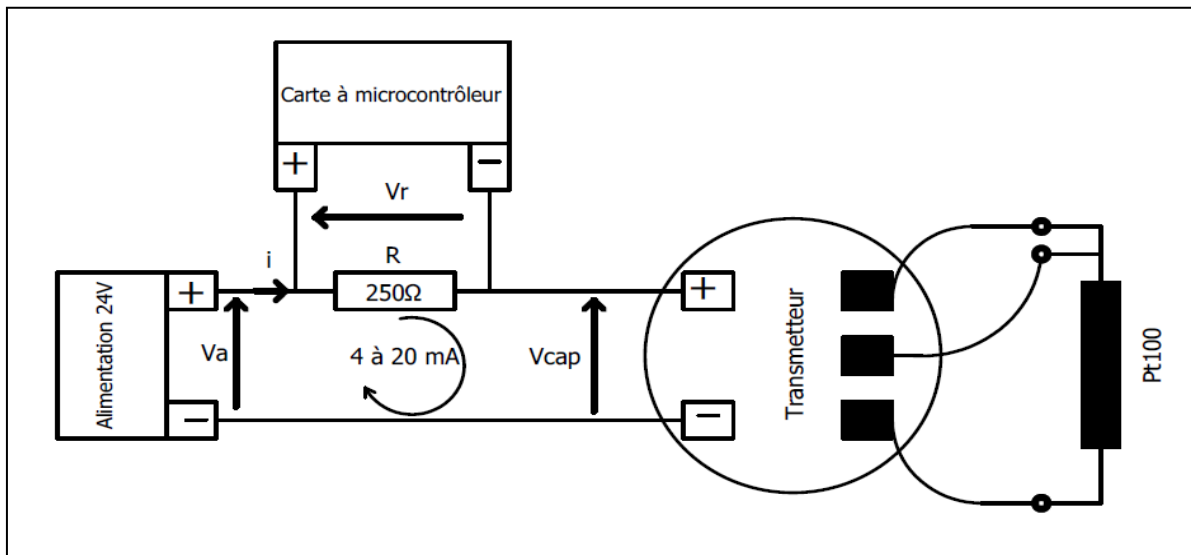
- Q9:** Montrer que l'équation de correspondance entre l'échelle Fahrenheit et l'échelle Celsius s'exprime par : 2 pts

$$T(^{\circ}F) = \frac{9}{5} T(^{\circ}C) + 32$$

- Q10:** Quelle est la température T repérée par la même valeur dans les échelles de Fahrenheit et de Celsius ($T=T(^{\circ}C)=T(^{\circ}F)$) ? 1 pt

3/ Transmetteur 4-20 mA.

Le schéma de câblage de la partie mesure de la boucle de température est donné par la figure ci-dessous. La sonde Pt100 est reliée à un **conditionneur- transmetteur 2 fils**, qui délivre en sortie un courant d'intensité variant de **4 mA à 20 mA**. Il a été étalonné pour une plage de mesure de **0°C à 100 °C**. On a branché une résistance de **R = 250 Ω** dans la boucle **4-20 mA** pour mesurer la température par la carte à microcontrôleur.



Le fonctionnement normal de la couveuse nécessite une température de **38°C**.

Q11: Quelle est alors la valeur du courant i du transmetteur ?

1 pt

Q12: En déduire la valeur de la tension V_r à l'entrée de la carte d'acquisition.

1 pt

Q13: Donner l'expression de la tension V_{cap} au bornes du transmetteur en fonction de V_a , R et i .

1 pt

Q14: Déterminer les valeurs $V_{cap_{min}}$ et $V_{cap_{max}}$ de la tension V_{cap} lorsque le courant de la boucle varie de **4 à 20 mA**.

2 pts

Q15: Cette plage de tension convient-elle au transmetteur de la température si son constructeur indique que le bon fonctionnement de ce transmetteur est garanti lorsqu'il est alimenté par une tension entre **15 et 30 volts** ? Justifier votre réponse.

1 pt

Q16: On voudrait utiliser un enregistreur de température dont le signal d'entrée varie de **1 à 5 Volts**.

a) Donner la valeur de la résistance R_e à insérer en parallèle avec l'enregistreur.

1 pt

b) Compléter le schéma de câblage de la boucle du courant **4-20 mA**.

2 pts

Q17: Déterminer alors les nouvelles valeurs $V_{cap_{min}}$ et $V_{cap_{max}}$ de la tension V_{cap} lorsque le courant de la boucle varie de **4 à 20 mA**.

1 pt

Q18: Le transmetteur fonctionne-t-il correctement ? Pourquoi ? On rappelle que le transmetteur est garanti lorsqu'il est alimenté par une tension entre **15 et 30 volts**.

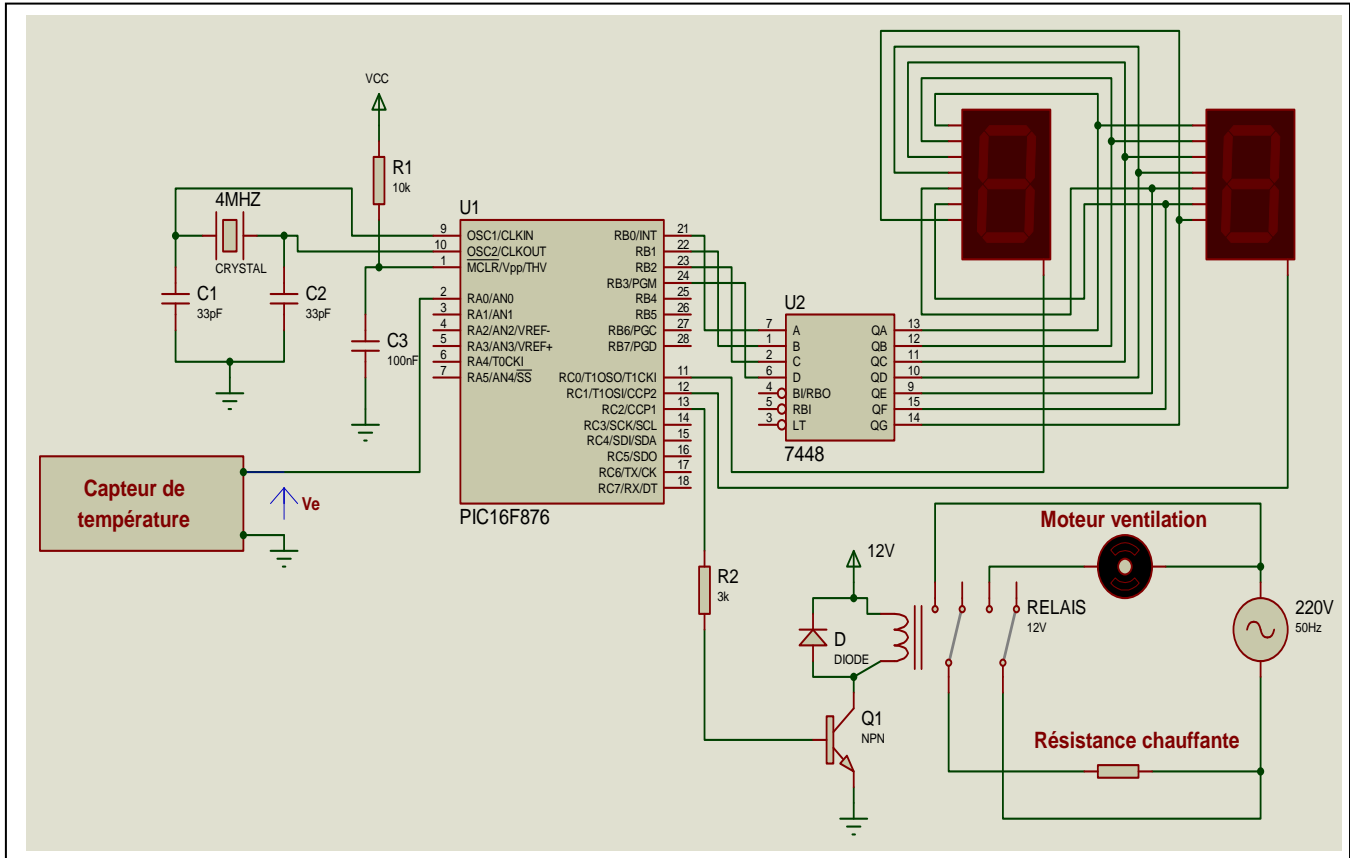
1 pt

Q19: Dans le cas où le transmetteur ne fonctionne pas correctement, comment faut-il raccorder l'enregistreur et la carte à microcontrôleur ?

2 pts

CHAINE DE TRAITEMENT DE LA TEMPERATURE T **40 points**

Schéma du montage

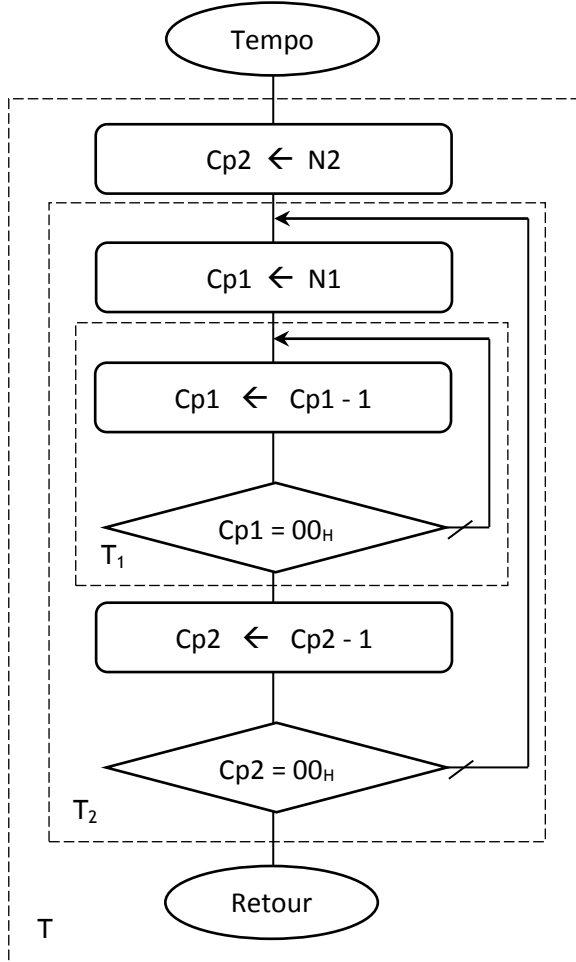


1/ Etude de la temporisation

Comme dans la plupart des systèmes électroniques embarqués il est souvent nécessaire de prévoir une temporisation dont le délai est ajusté selon le besoin.

Soit l'exemple suivant d'un sous-programme de temporisation en langage assembleur :

Organigramme 'Tempo' :



On donne :

- Un cycle machine = $1 \mu s$;
- T_1 est le temps mis par le microcontrôleur pour exécuter la boucle 1 ;
- T_2 est le temps mis par le microcontrôleur pour exécuter la boucle 2 ;
- T est le temps mis par le microcontrôleur pour exécuter le sous-programme tempo ;
- N_1 : donnée sur **8 bits** chargée dans le compteur **Cp1** ;
- N_2 : donnée sur **8 bits** chargée dans le compteur **Cp2**.

Sous-programme 'Tempo' :

Tempo	MOVLW	N2
	MOVWF	Cp2
Boucle2	MOVLW	N1
	MOVWF	Cp1
Boucle1	DECFSZ Cp1, F	
	GOTO	Boucle1
	DECFSZ Cp2, F	
	GOTO	Boucle2
	RETURN	

Q20: Pour calculer le temps T en **ms** de la temporisation réalisée, on s'aide du nombre de cycles machines des instructions (voir document ressource **DRES 03**) :

- Donner l'expression de T_1 en fonction de N_1 ;
- Donner l'expression de T_2 en fonction de N_1 et de N_2 ;
- Donner l'expression de la temporisation T en fonction de N_1 et de N_2 ;
- Calculer la temporisation T pour $N_1 = 255$ et $N_2 = 255$.

2 pts

2 pts

2 pts

2 pts

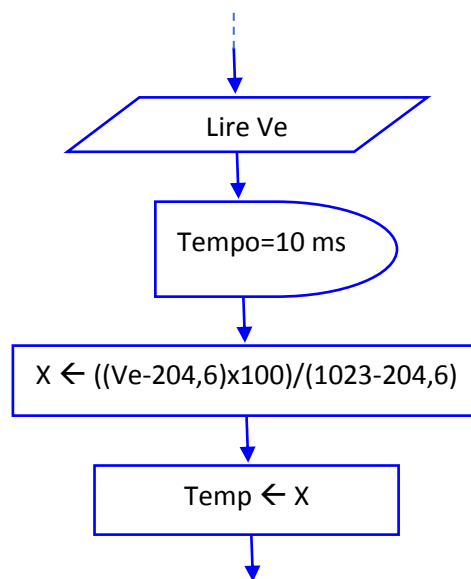
2 / Traitement de température et affichage

Q21: Compléter le tableau de déclaration des variables. 4 pts

Q22: Afin de configurer uniquement l'entrée **RA0** comme **entrée analogique** et en s'aidant du document ressource **DRES 02**, compléter le tableau et déterminer la valeur en hexadécimal à donner au registre **ADCON1**. 4 pts

Q23: On configure les registres **TRISA**, **TRISB**, et **TRISC** selon le montage (voir **page 05**). Compléter le tableau et déterminer les valeurs en hexadécimal à donner respectivement aux registres **TRISA**, **TRISB** et **TRISC**. Les bits non utilisés sont **mis à 0**. 6 pts

On considère l'organigramme suivant qui sert à lire l'entrée analogique **AN0** et la convertir en une valeur numérique image de la température.



Q24: Ecrire la partie du programme en langage C correspondante à l'organigramme. On affectera la valeur de la température à la variable **Temp** de type entier. 8 pts

Le compilateur de **MikroC** indique que le programme qui traite la partie d'affichage de la température contient **4 erreurs**.

Q25: Compléter le tableau relatif à ces erreurs. 4 pts

La commande de la résistance chauffante et du moteur de ventilation (voir montage **page 05**) s'effectue comme suit :

- Si la température est inférieure ou égale à **37 °C**, on active la résistance chauffante et le moteur de ventilation ;
- L'activation doit rester jusqu'à ce que la température soit supérieure ou égale à **39 °C** (condition nécessaire pour désactiver la résistance chauffante et le moteur de ventilation).

Q26: Ecrire la partie du programme en **MikroC** pour contrôler la résistance chauffante et le moteur de ventilation. 6 pts

B/Notions sur la micro-électronique et la nanotechnologie (5 points)

REVOLUTION TECHNOLOGIQUE

Commercialement, le silicium est le semi-conducteur le plus utilisé du fait de son développement technologique et de ses propriétés électriques et physiques. Le silicium atteint ses limites physiques exploitables dans l'électronique de puissance nécessitant des forts courants et des hautes tensions. L'évolution des besoins en électronique de puissance de plus en plus exigeants demande l'apparition de nouveaux matériaux. Une alternative au Si peut être les semi-conducteurs à grand gap⁽¹⁾. Le diamant et le nitrure de gallium sont parmi les semi-conducteurs à grand gap les plus attractifs, mais ils connaissent des limites en termes de disponibilité de substrats et de maturité de la technologie qui font qu'aujourd'hui ces semi-conducteurs sont peu avancés. Le carbure de silicium (SiC) a été découvert « accidentellement » par Berzelius en 1824. Il est arrivé ces dernières années à une maturité technologique qui permet de réaliser une gamme assez large de composants de puissance (GTO, transistors bipolaires, MOSFET, IGBT...). Grâce à leur large bande d'énergie interdite, une bonne conductivité thermique et une grande stabilité chimique et physique, ainsi qu'un champ de claquage 10 fois supérieur au celui du Si, les composants à base de SiC peuvent fonctionner à haute température en diminuant la taille du circuit de refroidissement, et sous tension élevée, dans des environnements hostiles⁽²⁾.

(1) gap : largeur de la bande d'énergie interdite pour les électrons.

(2) hostiles : milieux où les composants électroniques sont soumis à des agressions physiques (pression, température, rayonnement, ...etc.) ou chimiques.

Extrait d'une thèse de recherche : conception, suivi de fabrication et caractérisation électriques des composants haute tension en Carbure de silicium (SiC) , INSA de Lyon, 2012.

A partir de l'extrait :

Q27: Préciser la date et nom du savant chimiste Suédois qui a découvert le Carbure de Silicium (SiC).

1 pt

Q28: Relever les avantages des composants électroniques à base du carbure de silicium par rapport à ceux du silicium pendant leurs fonctionnements.

2 pts

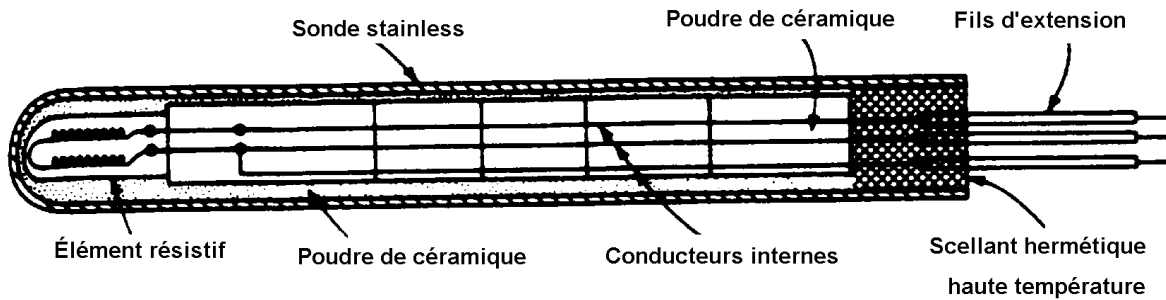
Q29: Pourquoi on n'utilise pas les circuits à base du diamant et du nitrure de gallium comme une solution alternative aux circuits à base du silicium ?

2 pts

DRES 01

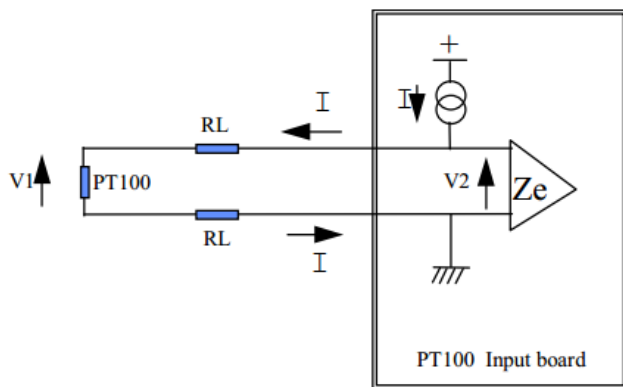
Sonde PT100 :

La sonde PT100 utilise comme principe physique la variation de la résistance du platine pur en fonction de la température, sa plage d'utilisation est de $-180\text{ }^{\circ}\text{C}$ à $650\text{ }^{\circ}\text{C}$ et elle a une résistance de 100Ω pour une température de 0°C .
Le matériau de la sonde est en acier inoxydable («stainless steel»).



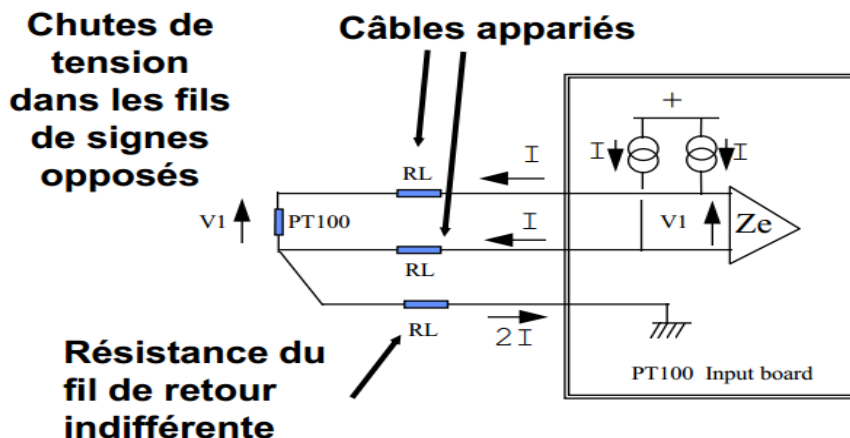
Pour une grande longueur, les résistances des fils de connections de la sonde au système de mesure ne sont plus négligeables. Il faut donc tenir compte de cette erreur en employant des dispositifs de câblages particuliers

Circuit de mesure : montage 2 fils



$V2 > V1$ (PT100)
chutes de tension dans les résistances de ligne (RL)

Circuit de mesure : montage 3 fils



DRES 02

PIC16F87XA

REGISTER 11-2: ADCON1 REGISTER (ADDRESS 9Fh)

R/W-0	R/W-0	U-0	U-0	R/W-0	R/W-0	R/W-0	R/W-0
ADFM	ADCS2	—	—	PCFG3	PCFG2	PCFG1	PCFG0
bit 7				bit 0			

bit 7 **ADFM**: A/D Result Format Select bit

1 = Right justified. Six (6) Most Significant bits of ADRESH are read as '0'.
0 = Left justified. Six (6) Least Significant bits of ADRESL are read as '0'.

bit 6 **ADCS2**: A/D Conversion Clock Select bit (ADCON1 bits in shaded area and in bold)

ADCON1 <ADCS2>	ADCON0 <ADCS1:ADCS0>	Clock Conversion
0	00	Fosc/2
0	01	Fosc/8
0	10	Fosc/32
0	11	Frc (clock derived from the internal A/D RC oscillator)
1	00	Fosc/4
1	01	Fosc/16
1	10	Fosc/64
1	11	Frc (clock derived from the internal A/D RC oscillator)

bit 5-4 **Unimplemented**: Read as '0'

bit 3-0 **PCFG3:PCFG0**: A/D Port Configuration Control bits

PCFG <3:0>	AN7	AN6	AN5	AN4	AN3	AN2	AN1	AN0	VREF+	VREF-	C/R
0000	A	A	A	A	A	A	A	A	VDD	VSS	8/0
0001	A	A	A	A	VREF+	A	A	A	AN3	VSS	7/1
0010	D	D	D	A	A	A	A	A	VDD	VSS	5/0
0011	D	D	D	A	VREF+	A	A	A	AN3	VSS	4/1
0100	D	D	D	D	A	D	A	A	VDD	VSS	3/0
0101	D	D	D	D	VREF+	D	A	A	AN3	VSS	2/1
011x	D	D	D	D	D	D	D	D	—	—	0/0
1000	A	A	A	A	VREF+	VREF-	A	A	AN3	AN2	6/2
1001	D	D	A	A	A	A	A	A	VDD	VSS	6/0
1010	D	D	A	A	VREF+	A	A	A	AN3	VSS	5/1
1011	D	D	A	A	VREF+	VREF-	A	A	AN3	AN2	4/2
1100	D	D	D	A	VREF+	VREF-	A	A	AN3	AN2	3/2
1101	D	D	D	D	VREF+	VREF-	A	A	AN3	AN2	2/2
1110	D	D	D	D	D	D	D	A	VDD	VSS	1/0
1111	D	D	D	D	VREF+	VREF-	D	A	AN3	AN2	1/2

A = Analog input D = Digital I/O

C/R = # of analog input channels/# of A/D voltage references

Legend:

R = Readable bit W = Writable bit U = Unimplemented bit, read as '0'
- n = Value at POR '1' = Bit is set '0' = Bit is cleared x = Bit is unknown

Note: On any device Reset, the port pins that are multiplexed with analog functions (ANx) are forced to be an analog input.

DRES 03

Jeu d'instructions

Mnemonic, operands	Description	Cycles	14-bit opcode				Status affected	
			MSB			LSB		
BYTE ORIENTED FILE REGISTER OPERATIONS								
ADDWF	f, d	Add W and f	1	00	0111	dfff	ffff	C, DC, Z
ANDWF	f, d	AND W with f	1	00	0101	dfff	ffff	Z
CLRF	f	Clear f	1	00	0001	1fff	ffff	Z
CLRWF	-	Clear W	1	00	0001	0xxx	xxxx	Z
COMF	f, d	Complement f	1	00	1001	dfff	ffff	Z
DECF	f, d	Decrement f	1	00	0011	dfff	ffff	Z
DECFSZ	f, d	Decrement f, skip if 0	1(2)	00	1011	dfff	ffff	
INCF	f, d	Increment f	1	00	1010	dfff	ffff	Z
INCFSZ	f, d	Increment f, skip if 0	1(2)	00	1111	dfff	ffff	
IORWF	f, d	Inclusive OR W with f	1	00	0100	dfff	ffff	Z
MOVF	f, d	Move f	1	00	1000	dfff	ffff	Z
MOVWF	f	Move W to f	1	00	0000	1fff	ffff	
NOP	-	No operation	1	00	0000	0xx0	0000	
RLF	f, d	Rotate Left f through Carry	1	00	1101	dfff	ffff	C
RRF	f, d	Rotate Right f through Carry	1	00	1100	dfff	ffff	C
SUBWF	f, d	Subtract W from f	1	00	0010	dfff	ffff	C, DC, Z
SWAPF	f, d	Swap nibbles in f	1	00	1110	dfff	ffff	
XORWF	f, d	Exclusive OR W with f	1	00	0110	dfff	ffff	Z
BIT ORIENTED FILE REGISTER OPERATIONS								
BCF	f, b	Bit clear f	1	01	00bb	bfff	ffff	
BSF	f, b	Bit set f	1	01	01bb	bfff	ffff	
BTFSZ	f, b	Bit test f, skip if clear	1(2)	01	10bb	bfff	ffff	
BTFS	f, b	Bit test f, skip if set	1(2)	01	11bb	bfff	ffff	
LITERAL AND CONTROL OPERATIONS								
ADDLW	k	Add literal and W	1	11	111x	kkkk	kkkk	C, DC, Z
ANDLW	k	AND literal With W	1	11	1001	kkkk	kkkk	Z
CALL	k	Call subroutine	2	10	0kkk	kkkk	kkkk	
CLRWD	-	Clear watchdog Timer	1	00	0000	0101	0100	TO, PD
GOTO	k	Go to address	2	10	1kkk	kkkk	kkkk	
IORLW	k	Inclusive OR literal With W	1	11	1000	kkkk	kkkk	Z
MOVLW	k	Move literal to W	1	11	00xx	kkkk	kkkk	
RETFIE	-	Return from interrupt	2	00	0000	0000	1001	
RETLW	k	Return with literal to W	2	11	01xx	kkkk	kkkk	
RETURN	-	Return from subroutine	2	00	0000	0000	1000	
SLEEP	-	Go into standby mode	1	00	0000	0110	0011	TO, PD
SUBLW	k	Subtract W from literal	1	11	110x	kkkk	kkkk	C, DC, Z
XORLW	k	Exclusive OR literal With W	1	11	1010	kkkk	kkkk	Z

DREP 01

Q1:

Q2:

Q3:

Q4:

Q5:

Q6:

Q7:

Q8:

Q9:

Q10:

Q11:

Q12:

Q13:



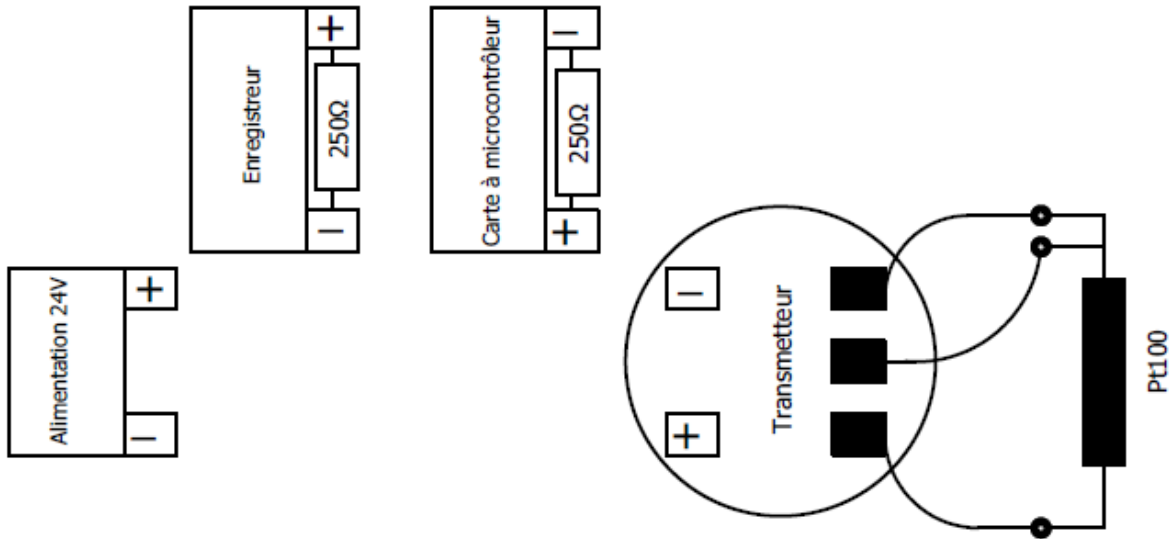
DREP 02

Q14:

Q15:

Q16: a)

b)



Q17:

Q18:

Q19:

Q20: a)

DREP 03

b)

.....

c)

.....

d)

.....

Q21:

Nom de la variable	Type de la variable	Déclaration de la variable en C
Ve	Entier	.....
X	Réel	.....
Temp	Entier	.....
Dizaine_temp	Entier	.....
Unite_temp	Entier	.....

Q22:

Registre ADCON1	Bit 7	Bit 6	Bit 5	Bit 4	Bit 3	Bit 2	Bit 1	Bit 0
	0	0	.....	.....	.....	.....	.....	.....

ADCON1=.....

Q23:

Registre TRISA	Bit 7	Bit 6	Bit 5	Bit 4	Bit 3	Bit 2	Bit 1	Bit 0

Registre TRISB	Bit 7	Bit 6	Bit 5	Bit 4	Bit 3	Bit 2	Bit 1	Bit 0

Registre TRISC	Bit 7	Bit 6	Bit 5	Bit 4	Bit 3	Bit 2	Bit 1	Bit 0

TRISA=.....

TRISB=.....

TRISC =.....

DREP 04

Q24:

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

Q25:

N° Ligne	//-----Gestion d'affichage-----	Cocher la ligne erronée	Réécrire correctement la ligne erronée
1	Dizaine_temp = (Temp/10)%10 ;		.....
2	PORTC.F0 = 0 PORTC.F1 = 1 ;		.....
3	PORTB = Dizaine_temp ;		.....
4	delay_s(10) ; // attente de 10 ms		.....
5	Unite_temp = Temp%10 ;		.....
6	PORTCF0 = 1 ; PORTC.F1 = 0 ;		.....
7	TRISB = Unite_temp ;		.....

Q26:

.....

.....

.....

.....

Q27:

.....

Q28:

.....

.....

.....

Q29:

.....

.....

الامتحان الوطني الموحد للبكالوريا

المسالك المهنية

الدورة العادية 2018
-عناصر الإجابة-

NR216A

المملكة المغربية
وزارة التربية الوطنية
والتكوين المهني
والتعليم العالي والبحث العلمي



المملكة المغربية
وزارة التربية الوطنية
والتكوين المهني
والتعليم العالي والبحث العلمي

المركز الوطني للتقويم والامتحانات
والتوجيه



4	مدة الإنجاز	الاختبار التوليقي في المواد المهنية – الجزء الأول (الفترة الصباحية)	المادة
10	المعامل	شعبة الهندسة الكهربائية : مسلك النظم الإلكترونية والرقمية	الشعبة أو المسلك

Elements de corrigé

Q1: Pt : platine et $100 = 100 \Omega$ à 0°C . **1pt**

Q2: La grandeur physique d'entrée de ce capteur est la température. **0,5pt**

Q3: Sa grandeur physique de sortie est une résistance. **0,5pt**

Q4: Passif car il a besoin d'une source d'alimentation pour donner le signal de mesure. **1pt**

Q5: $S = (138,5 \Omega - 100 \Omega) / (100^\circ\text{C} - 0^\circ\text{C}) = 0,385 \Omega/^\circ\text{C}$. **1pt**

Q6: $R = 0,385.T + 100$ avec R en Ω en et T en $^\circ\text{C}$. **2pts**

Q7: Pour $T = 38^\circ\text{C}$ on a $R = 0,385 \times 38 + 100 = 114,63^\circ\text{C}$. **1pt**

Q8: Pt100 à 3 fils permet de compenser les résistances des lignes de raccordement, par contre Pt100 à 2 fils influence la mesure à cause des chutes de tension dans les fils de raccordement. **2pts**

Q9: On a $\frac{T(^{\circ}\text{F})-32}{212-32} = \frac{T(^{\circ}\text{C})-0}{100-0}$ alors $T(^{\circ}\text{F}) = \frac{180}{100}T(^{\circ}\text{C}) + 32 = \frac{9}{5}T(^{\circ}\text{C}) + 32$. **2pts**

Q10: $T(^{\circ}\text{C}) = T(^{\circ}\text{F}) \Leftrightarrow \frac{9}{5}T(^{\circ}\text{C}) + 32 = T(^{\circ}\text{C}) \Rightarrow T(^{\circ}\text{C}) \left[\frac{9}{5} - 1 \right] = -32$
 $\Rightarrow T(^{\circ}\text{C}) = -\frac{32}{4} \cdot 5 = -40^\circ\text{C} = -40(^{\circ}\text{F})$ **1pt**

Q11: On a $\frac{38-0}{100-0} = \frac{i-4}{20-4} \Rightarrow i = 10,08 \text{ mA}$. **1pt**

Q12: $V_r = 250 \times 10,08 \cdot 10^{-3} = 2,52 \text{ V}$. **1pt**

Q13: $V_{\text{cap}} = V_a - R \cdot i$ **1pt**

Q14: $V_{\text{cap}_{\text{min}}} = 24 - 250 \times 20 \cdot 10^{-3} = 19 \text{ V}$. **1pt**

$V_{\text{cap}_{\text{max}}} = 24 - 250 \times 4 \cdot 10^{-3} = 23 \text{ V}$. **1pt**

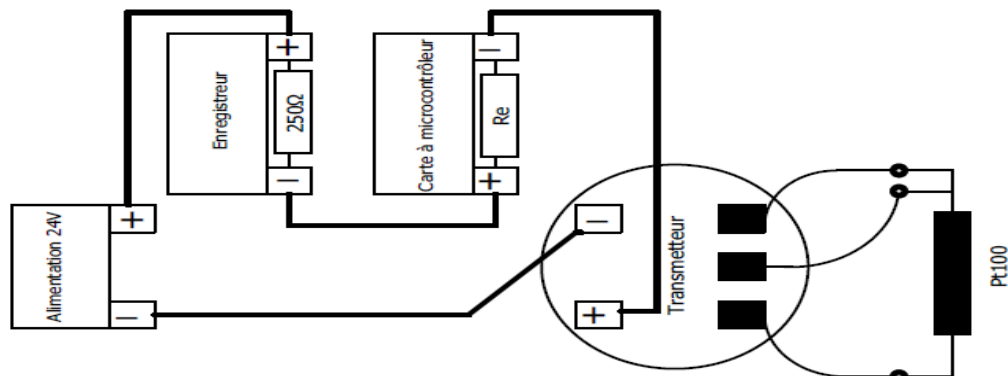
Elements de corrigé

Q15: Cette plage convient car $V_{cap_{min}} > 15 \text{ V}$. **1pt**

Q16: a- $Re = \frac{\Delta V}{\Delta i} = \frac{5-1}{20-4} = 0,25 \text{ K}\Omega = 250 \Omega$. **1pt**

b-

2pts



Q17: $V_{cap_{min}} = 24 - 500 \times 20 \cdot 10^{-3} = 14 \text{ V}$ **0,5pt**
 $V_{cap_{max}} = 24 - 500 \times 4 \cdot 10^{-3} = 22 \text{ V}$. **0,5pt**

Q18: Le transmetteur ne fonctionne pas correctement car $V_{cap_{min}} < 15 \text{ V}$. **1pt**

Q19: On doit raccorder l'enregistreur et la carte à microcontrôleur en parallèle avec une résistance de **250 Ω**. **2pts**

Q20:

a) Temps d'exécution de la boucle 1 : **2pts**

$$T1 = N1 \cdot (1 + 2) + 1 - 2 = 3 \cdot N1 - 1$$

b) Temps d'exécution de la boucle 2 : **2pts**

$$T2 = N2 \cdot (1 + 1 + T1 + 1 + 2) + 1 - 2$$

$$T2 = N2 \cdot (5 + T1) - 1 \rightarrow T2 = 5 \cdot N2 + T1 \cdot N2 - 1$$

$$T2 = 5 \cdot N2 + N2 \cdot (3 \cdot N1 - 1) - 1 \rightarrow T2 = 5 \cdot N2 + 3 \cdot N2 \cdot N1 - N2 - 1$$

$$\rightarrow T2 = 3 \cdot N2 \cdot N1 + 4 \cdot N2 - 1$$

c) Temps d'exécution du sous-programme : **2pts**

$$T = 2 + T2 + 2 = T2 + 4 \rightarrow T = 3 \cdot N2 \cdot N1 + 4 \cdot N2 + 3$$

d) Temporisation T pour $N1 = 255$ et $N2 = 255$: **2pts**

$$T = 3 \times 255 \times 255 + 4 \times 255 + 3 \rightarrow T = 196\,098 \mu\text{s} \rightarrow T = 196,098 \text{ ms}$$

Elements de corrigé

Q21:

Nom de la variable	Type de la variable	Déclaration de la variable en C
Ve	Entier	int Ve ;
X	Réel	float X ;
Temp	Entier	int Temp ;
Dizaine_temp	Entier	int Dizaine_temp ;
Unite_temp	Entier	int Unite_temp ;

1pt

1pt

1pt

0,5pt

0,5pt

Q22: 2pts + 2pts

Registre	Bit 7	Bit 6	Bit 5	Bit 4	Bit 3	Bit 2	Bit 1	Bit 0
ADCON1	0	0	0	0	1	1	1	0

ADCON1= 0x0E ;

Q23: 6x1pt= 6pts

Registre	Bit 7	Bit 6	Bit 5	Bit 4	Bit 3	Bit 2	Bit 1	Bit 0
TRISA	0	0	0	0	0	0	0	1
TRISB	0	0	0	0	0	0	0	0
TRISC	0	0	0	0	0	0	0	0

TRISA = 0x01 ;

TRISB = 0x00 ;

TRISC = 0x00 ;

Q24:

Ve =ADC_Read(0) ; **2pts**

Delay_ms(10) ; **2pts**

X = ((Ve - 204.6)*100)/(1023 - 204.6) ; **2pts**

Temp = (int)X ; **2pts**

Q25: 8 x0,5pt= 4pts

N° Ligne	//-----Gestion d'affichage-----	Cocher la ligne erronée	Réécrire correctement la ligne erronée
1	Dizaine_temp = (Temp/10)%10 ;		
2	PORTC.F0 = 0 PORTC.F1 = 1 ;	X	PORTC.F0 = 0 ; PORTC.F1 = 1 ;
3	PORTB = Dizaine_temp ;		
4	delay_s(10) ; // attente de 10 ms	X	delay_ms(10) ;
5	Unite_temp = Temp%10 ;		
6	PORTCF0 = 1 ; PORTC.F1 = 0 ;	X	PORTC.F0 = 1 ; PORTC.F1 = 0 ;
7	TRISB = Unite_temp ;	X	PORTB = Unite_temp ;

Elements de corrigé

Q26: if(Temp <= 37) { PORTC.F2 = 1 ; } **3pts**

if(Temp >= 39) { PORTC.F2= 0 ; } **3pts**

Q27: En 1824 par le savant chimiste Suédois Berzelius. **1pt**

Q28: **2pts**

- ✓ Large bande d'énergie interdite ;
- ✓ Bonne conductivité thermique ;
- ✓ Grande stabilité chimique et physique ;
- ✓ Champ de claquage 10 fois supérieur au celui du Si ;
- ✓ Taille réduite du circuit de refroidissement, et sous tension élevée, dans des environnements hostiles.

Q29: Limites en termes de disponibilité de substrats et de maturité de la technologie font qu'aujourd'hui ces semi-conducteurs sont peu avancés. **2pts**