

**CONCOURS POUR LE RECRUTEMENT DE  
TECHNICIENS SUPÉRIEURS DE LA MÉTÉOROLOGIE  
DE PREMIÈRE CLASSE,  
SPÉCIALITÉ « INSTRUMENTS ET INSTALLATIONS »  
(CONCOURS INTERNE ET EXTERNE)**

**SESSION 2024**

\*\*\*\*\*

**ÉPREUVE ÉCRITE OBLIGATOIRE N° 2 :  
MATHÉMATIQUES ET TECHNOLOGIE**

Durée : 3 heures

Coefficient : 5

La rigueur, le soin et la clarté apportés à la rédaction des réponses seront pris en compte dans la notation.

L'usage de la calculatrice est autorisé.

**L'utilisation de toute documentation est strictement interdite.**

Cette épreuve se compose de deux parties :

- Partie A : Mathématiques (10 points) – pages 2 à 6  
*réponses à indiquer sur la feuille en annexe*
- Partie B : Technologie (10 points) – pages 7 à 15  
*réponses à indiquer sur une copie*

Ce sujet comporte 15 pages (page de garde incluse).

## PARTIE A : MATHÉMATIQUES

**Les questions 1 à 10** sont sous forme de QCU (questionnaire à choix unique).

Pour chacune de ces questions, une seule réponse est exacte.

Aucune justification n'est attendue.

**Les questions 11, 12 et 13** nécessitent une réponse rédigée.

Une bonne réponse rapporte 2 points, une mauvaise réponse entraîne une pénalité de 0,5 point, une absence de réponse entraîne 0 point à la question.

Une feuille réponse est fournie avec la copie sur laquelle toutes les réponses aux 13 questions doivent être reportées.

### EXERCICE 1

**Question 1** : Le prix d'un article a augmenté de 12 % en 2 ans. Le taux d'évolution annuel moyen, en pourcentage, arrondi à 0,1 % près est alors de :

- a) 6,2 %
- b) 5,8 %
- c) 5,2 %
- d) 6 %
- e) 4,8 %

**Question 2** : Les solutions dans  $\mathbb{R}$  de l'inéquation :  $\frac{x^2+2x-3}{(x-2)(x+5)} < 0$  sont :

- a)  $]-3 ; 1[$
- b)  $]-\infty ; -5[ \cup ]-3 ; 1[ \cup ]2 ; +\infty[$
- c)  $]-5 ; -3[ \cup ]1 ; 2[$
- d)  $]-5 ; -3[ \cup ]1 ; +\infty[$
- e) aucune des propositions précédentes.

**Question 3** : On considère une fonction  $f$  dont le tableau de variation est le suivant :

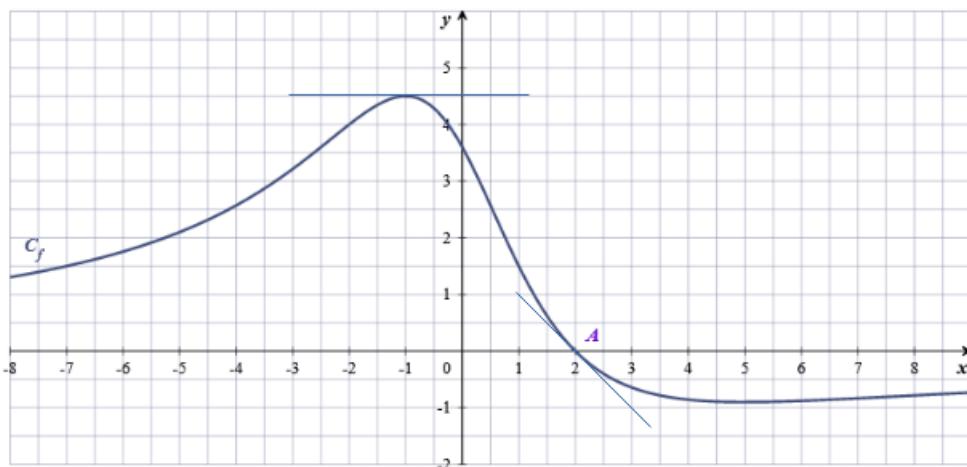
$x$	-10	-1	7	15	$+\infty$
$f(x)$	$+\infty$	$\searrow$	$\nearrow$	$12,8$	$\searrow$
		-5,7			-0,2
					$\nearrow$
					18

Quelle est la seule affirmation possible ?

- a)  $f(3) = 15,1$
- b)  $-5,7 < f(x) < 18$
- c)  $f$  est croissante sur  $[-5,7 ; 12,8]$
- d)  $f(-7,3) = -3,1$
- e)  $f(3) > f(6)$

**Question 4 :** Sur le graphique ci-dessous, on a tracé la courbe représentative  $C_f$  d'une fonction  $f$  définie et dérivable sur  $\mathbb{R}$ . On note  $f'$  la dérivée de la fonction  $f$ .

Quelle affirmation est correcte ?

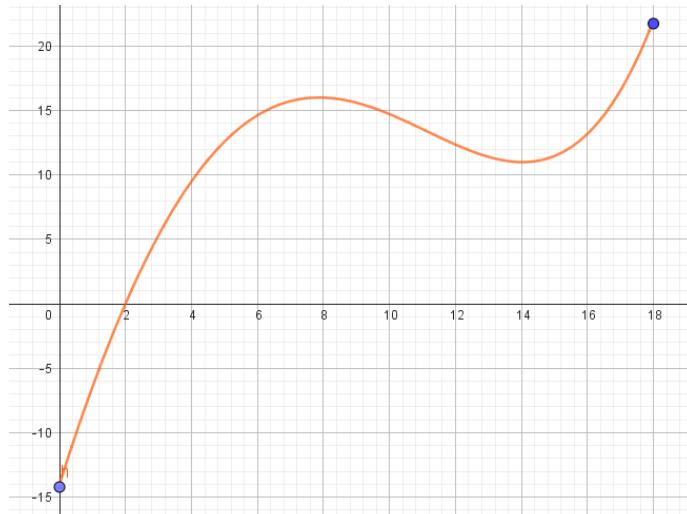


- a)  $f(1,5) = -7$
- b)  $f'(-1) = 4,5$
- c)  $f(-7) \times f(1,5) > 0$
- d)  $f'(2) = 1$
- e)  $f'(-4) \times f'(1) > 0$

**Question 5 :**  $\lim_{x \rightarrow +\infty} \ln \frac{x}{x^3 + 1}$  est égale à :

- a)  $+\infty$
- b) 1
- c) 0
- d)  $-\infty$
- e) -10

**Question 6 :** On donne ci-après la courbe représentative d'une fonction  $f$  définie et continue sur  $[0 ; 18]$ .



Toutes les primitives de la fonction  $f$  sur l'intervalle  $[0 ; 18]$  sont :

- a) négatives sur l'intervalle  $[0 ; 2]$ .
- b) négatives sur l'intervalle  $[8 ; 12]$ .
- c) croissantes sur l'intervalle  $[0 ; 2]$ .
- d) croissantes sur l'intervalle  $[8 ; 12]$ .
- e) positives sur l'intervalle  $[0 ; 2]$ .

**Question 7 :** Quelle fonction est solution de l'équation différentielle  $y' + 3y = 0$  ?

- a)  $y(x) = Ce^{-3x}$ ,  $C \in \mathbb{R}$ .
- b)  $y(x) = Ce^{3x}$ ,  $C \in \mathbb{R}$ .
- c)  $y(x) = C\cos(3x)$ ,  $C \in \mathbb{R}$ .
- d)  $y(x) = C\sin(3x)$ ,  $C \in \mathbb{R}$ .
- e)  $y(x) = e^{-3x} + C$ ,  $C \in \mathbb{R}$ .

**Question 8 :** Soit  $f(x) = xe^{2x}$ . De quelle équation différentielle cette fonction est-elle solution ?

- a)  $y' - 2y = 0$
- b)  $y' - 2y = e^{2x}$
- c)  $y' - 2y = xe^{2x}$
- d)  $y' - 2y = x$
- e)  $y' - 2y = 2e^{2x}$

**Question 9 :** Une jardinerie vend de jeunes plants d'arbres qui proviennent de trois horticulteurs : 20% des plants proviennent de l'horticulteur H1, 35% de l'horticulteur H2 et le reste de l'horticulteur H3. Chaque horticulteur livre deux catégories d'arbres : des conifères et des arbres à feuilles.

La livraison de l'horticulteur H1 comporte 70% de conifères, celle de l'horticulteur H2 en comporte 50% et celle de l'horticulteur H3 seulement 25%.

Le gérant de la jardinerie choisit un arbre au hasard dans son stock. On envisage les événements suivants :

- H1 : " l'arbre choisi a été acheté chez l'horticulteur H1 ".
- H2 : " l'arbre choisi a été acheté chez l'horticulteur H2 ".
- H3 : " l'arbre choisi a été acheté chez l'horticulteur H3 ".
- C : " l'arbre choisi est un conifère ".
- F : " l'arbre choisi est un feuillu ".

L'arbre choisi est un conifère. Quelle est la probabilité (arrondie à 0,001 près) qu'il ait été acheté chez l'horticulteur H1 ?

- a) 0,2
- b) 0,327
- c) 0,42
- d) 0,384
- e) 0,5

## **EXERCICE 2**

**Question 10 :** On donne dans un repère orthonormé les points :

A(0 ; 2) ; B(1 ; 3) ; C(-2 ; 1) et D(-1 ; 0). Alors :

- a)  $\vec{AB} \cdot \vec{CD} = 2$
- b)  $\vec{AB} \cdot \vec{CD} = \vec{0}$
- c)  $\vec{AB} \cdot \vec{CD} = -2$
- d)  $\vec{AB} \cdot \vec{CD} = \vec{AD}$
- e)  $\vec{AB} \cdot \vec{CD} = 0$

**Question 11 :** Dériver la fonction  $f$  définie sur  $\mathbb{R}$  par  $f(x) = (4x + 1)e^{2x+5}$ . Donner l'écriture du résultat simplifiée.

**Question 12 :** Une espèce d'oiseaux rares voit sa population diminuer de 3% chaque année. On recense 300 oiseaux de cette espèce en 2023. On modélise le nombre d'oiseaux de cette espèce en l'année 2023 +  $n$  par une suite  $(u_n)$ . Ainsi  $u_0 = 300$ .

En utilisant les formules sur les suites, déterminer l'année à partir de laquelle la population aura diminué de moitié par rapport à 2023.

**Question 13 :** Un signal de puissance initiale  $P(0) = 6,75 \text{ mW}$  parcourt une fibre optique. La puissance du signal, exprimée en mW, lorsque celui-ci a parcouru une distance de  $x$  kilomètres depuis l'entrée est donnée par  $P(x) = 6,75e^{-0,0434x}$ .

Quelle est la distance parcourue par le signal lorsque celui-ci aura perdu 99 % de sa puissance ? On arrondira le résultat obtenu au kilomètre.

## PARTIE B : TECHNOLOGIE

Le sujet comporte 12 questions de type Question à Choix Unique (QCU) ou bien d'analyse avec rédaction d'une réponse sur une copie séparée de la partie mathématiques.

Chaque question est indépendante.

**Vous répondrez pour les questions à choix unique sur votre copie en indiquant clairement le numéro de question et votre réponse.**

Une bonne réponse rapporte 2 points, une mauvaise réponse entraîne une pénalité de 0,5 point, une absence de réponse entraîne 0 point à la question.

On propose d'étudier le fonctionnement d'une chatière électronique permettant à un animal domestique de petite taille d'évoluer librement à l'intérieur ou à l'extérieur d'une maison.

Ce mécanisme est basé sur la puce d'identification de l'animal posée par le vétérinaire, alternative au tatouage obligatoire. Si l'animal ne possède pas de puce, il est possible d'utiliser un collier contenant un élément d'identification.

Lorsqu'une maison dispose d'une trappe, il y a toujours un risque que des animaux étrangers pénètrent à l'intérieur de l'habitation.

La chatière électronique permet d'éviter cela en limitant l'accès au logement à vos propres animaux. Pour cela, elle est équipée d'un lecteur qui permet d'identifier la puce que porte votre animal.

Lorsque l'animal s'approche de la chatière, sa puce est donc analysée. S'il est autorisé à entrer, la trappe se déverrouille en libérant un petit loquet actionné par un moteur.

S'il n'est pas reconnu par le système (animal errant ou appartenant à un voisin...), la trappe reste bloquée afin de l'empêcher d'accéder au logement.



Principe de fonctionnement :



## Cahier des charges partie chatière connectée :

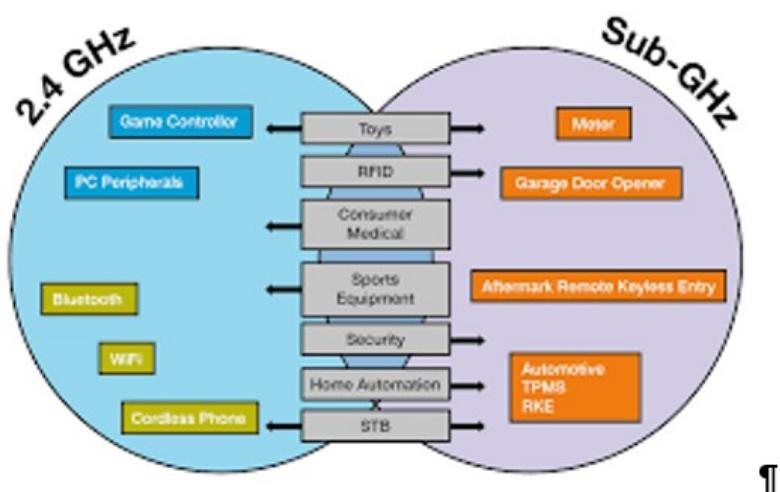
- Dimensions de l'ouverture : 14,2 x 12 cm
- Nombre max d'animaux mémorisables : 32
- Lecture de la puce à l'entrée : oui
- Lecture de la puce à la sortie : oui (optionnel selon les modèles)
- La communication entre la puce et la chatière est de type Simplex
- Fonctionnalités connectées : oui (animaux présents à l'intérieur ou à l'extérieur, verrouillage à distance...), rapports d'activité sur application smartphone : oui
- Fonctions de verrouillage manuel de la trappe : 4 (Libre, Verrouillé, Sortie seule, Entrée Seule)
- Alimentation : 5 piles rechargeables en séries 1.5V, 1500 mA.H (autonomie environ 6 mois)

### Question 14 :

A l'aide des informations comparatives ci-dessous et du cahier des charges, définir, en justifiant votre réponse, quel type de technologie peut être utilisé pour la communication entre la puce et la chatière ?

Comparaison des différentes technologies :

	NFC	RFID	Bluetooth	Wi-Fi
Maximum Operating Range	10 cm	3 m	100 m	100 m
Operating Frequency	13.56 MHz	Varies <sup>1</sup>	2.4 GHz	2.4/5 GHz (802.11n)
Directional Communication	Two way	One way	Two way	Two way
Bit Rate	106/212/ 424 Kbps	Varies <sup>13</sup>	22 Mbps	144 Mbps
Potential Uses	e-Tickets, Credit card payment, Membership card	Tracking items, EZ-Pass	Communicate between phones, peripheral devices	Wireless internet



### **Question 15 :**

La lecture d'une puce donne en hexadécimal la trame suivante :

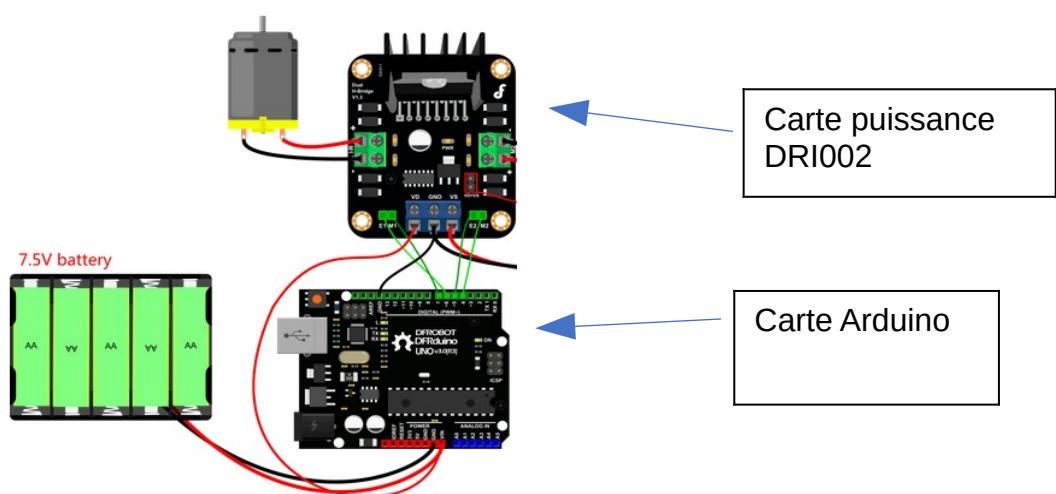
4D    69    6E    6F    75    21

A l'aide du tableau ASCII fourni en annexe 1, déterminer le nom du chat codé sur la puce.

### **Question 16 :**

Lorsque le chat est correctement identifié, le microcontrôleur vient piloter un moteur à courant continu pour déverrouiller la trappe pendant une durée de 5s.

Schéma de principe :



L'algorithme de gestion dans le microcontrôleur de la carte Arduino pilote la carte de puissance DRI002 afin d'alimenter le moteur.

Cycle de fonctionnement :

Chat identifié	
Alimentation moteur sens 1 :	Entrée E1 ?
	Entrée M1 ?
Attendre 5 s	
Arrêt Alimentation moteur	
Alimentation moteur sens 2 :	Entrée E1 ?
	Entrée M1 ?
Attendre 5 s	
Arrêt Alimentation moteur	

A l'aide de la documentation de la carte DRI002 fournie en annexe 2, indiquer les valeurs binaires (niveaux logiques) à positionner sur les entrées E1 et M1 pour un cycle de fonctionnement dans le tableau ci-dessous.

Tableau à compléter et à recopier sur votre copie :

Moteur sens 1		Attendre 5 s		Arrêt		Moteur sens 2		Attendre 5 s		Arrêt	
E1	M1			E1	M1	E1	M1			E1	M1

### **Question 17 :**

Le système est alimenté par 5 batteries rechargeables en séries de type 1.5V, 1500 mA.H, soit une batterie équivalente à 7.5V - 1500mA.H

On doit conserver au minimum pour ne pas détériorer la batterie 30% de la charge initiale.  
(Profondeur de décharge limitée à 70%)

Sachant que le système consomme en moyenne 0.1 A pendant une durée de 20s, 10 fois par jour, vérifier que la contrainte d'autonomie du cahier des charges est respectée.  
(Justifier votre réponse)

### **Question 18 :**

Afin d'alerter l'utilisateur sur l'autonomie de la batterie, une détection sommaire du niveau de charge est effectuée en mesurant la tension aux bornes du bloc d'accumulateurs.

Si la tension est inférieure à 6.8V, une alerte batterie faible est envoyée par le microcontrôleur à l'utilisateur.

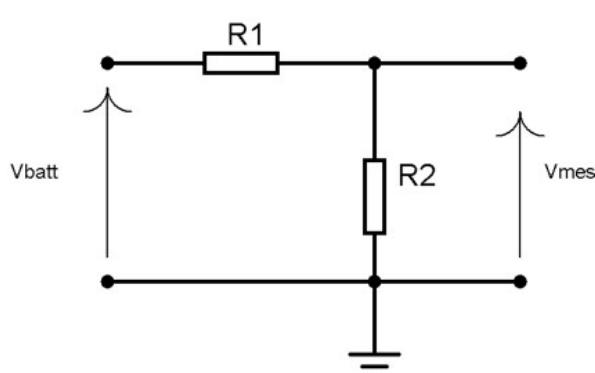
L'entrée analogique de la carte du microcontrôleur ne supporte pas une tension supérieure à 5V.

On utilise un montage de type pont diviseur de tension pour adapter les niveaux.

Déterminer la tension obtenue  $V_{mes}$  sur l'entrée analogique de la carte du microcontrôleur lorsque la tension batterie  $V_{batt}$  est égale à 6.8V.

$$R_1 = 1,5 \text{ k}\Omega$$

$$R_2 = 500 \Omega$$



### **Question 19 :**

Réaliser l'algorithme en pseudo langage de gestion de la batterie faible sur le système.  
(Algorithme en français et non en langage machine)

Pour cela, vous utiliserez les instructions proposées dans le document annexe 3.

Le programme doit récupérer la valeur de la tension batterie en sortie du Convertisseur Analogique Numerique. (CAN)

Lorsque le seuil de 6,8V est atteint (batterie faible), le voyant LED est allumé et un message est envoyé sur le smartphone de l'utilisateur (« batterie faible »).

Nom des variables à utiliser :

**Vmesurée** : tension convertie en sortie du CAN, type entier

**Seuil** : contient le seuil batterie faible (nombre binaire représentant la tension de 6.8V), type constante, entier

**Led** : variable permettant d'allumer (LED=1) ou éteindre (LED=0) le voyant d'alerte, type booléen

**Message** : Type chaîne de caractère, contient le message à afficher

### **Question 20 :**

La mesure de la tension d'alimentation du système Vmes est numérisée par un Convertisseur Analogique/Numérique intégré au microcontrôleur afin d'être exploitée par l'algorithme de gestion des alarmes.

Ce convertisseur possède 11 bits et une tension pleine échelle de 5v.

Quel est le code binaire obtenu pour Vmes = 1.8V ? (Détailler votre démarche)

### **Question 21 :**

On souhaite éliminer les parasites électriques présents sur le circuit d'alimentation de la carte électronique. On utilisera un filtre de type :

- a) Passe Bande
- b) Coupe Bande
- c) Passe Haut
- d) Passe Bas

### **Question 22 :**

Dans une communication utilisant le protocole TCP-IP, quel protocole ne fait pas partie de la couche application :

- a) Http
- b) Pop
- c) Arp
- d) Ftp

**Question 23 :**

L'adresse IP d'un poste informatique est 172.16.67.124.

Le masque associé est 255.255.0.0

Donner le nom d'hôte ou le numéro de machine associé à cette adresse IP.

**Question 24 :**

Les machines d'un réseau sont paramétrées, quelle instruction va permettre de vérifier le paramétrage IP d'un poste localement ?

- a) Ping
- b) Ipconfig
- c) Traceroute
- d) Arp

**Question 25 :**

Un interphone domestique capture et sauvegarde à chaque utilisation une photo de la personne qui a sonné.

L'image de dimension 1280 x 780 pixels est codée en RGB, 24bits par pixel.

La capacité de la mémoire interne est 1 GOctets.

On rappelle que : 1 kO = 1 Kilo Octet = 1000 Octets, 1 Go = 1000 Ko ...

1 KiO = 1 Kibi Octet = 1024 Octets, 1 GiO = 1024 Kio...

Combien d'images environ pourra-t-on stocker dans l'appareil avant de devoir effacer la mémoire ?

- a) 24
- b) 41
- c) 330
- d) 1000

## **Annexe 1**

### **Documentation technique 1 – DT1**

## Tableau codage ASCII en binaire naturel sur 7 bits

Version Internationale

## Annexe 2

### Carte de puissance et de contrôle moteur DRI002

Spécifications :

Type de pilotage moteur : Double pont en H

Tension d'alimentation de la partie logique : 6 ~ 12V

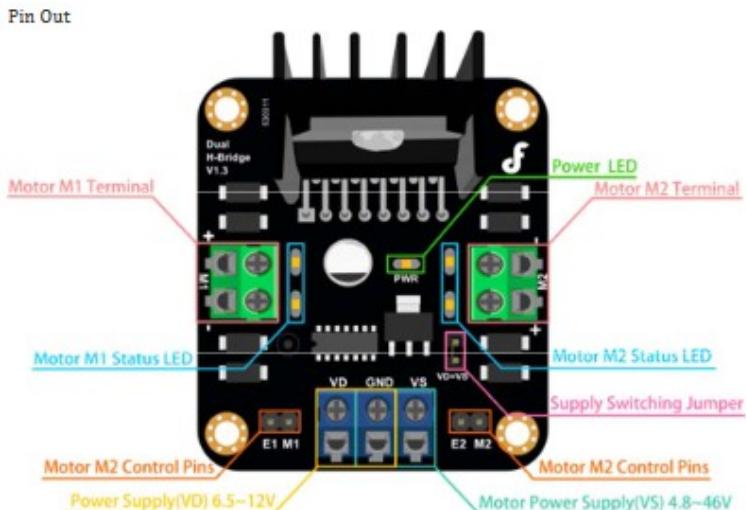
Tension d'alimentation des moteurs : Vs: 4.8 ~ 46V

Consommation partie logique : 36mA

Courant maximal de la charge (moteurs) : Io = 2A

Puissance maximale dissipée : 25W (T = 75 degré Celsius)

Température de fonctionnement : -25 °C ~ +130 °C



#### Motor Control Pins :

E1, E2 : Motor Enable Pin (PWM Control)

M1, M2 : Motor Signal Pin.

M1 = 0, the motor rotates in forward direction.

M1 = 1, the motor rotates in back direction.

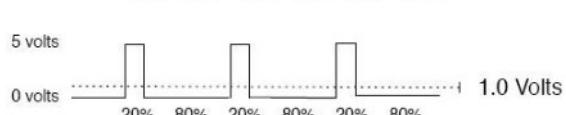
E	M	RUN
LOW	LOW / HIGH	STOP
HIGH	HIGH	Back Direction
HIGH	LOW	Forward direction
PWM	LOW/HIGH	Speed

PWM : Modulation Largeur d'impulsion, contrôle de la vitesse de rotation du moteur.

LOW = 0; HIGH = 1; PWM = valeur comprise entre 0 et 255

Principe de fonctionnement d'un signal PWM :

$$\text{output\_voltage} = (\text{on\_time} / \text{off\_time}) * \text{max\_voltage}$$



## Annexe 3

### Document ressource Algorithmie

#### Interactions entrées / sorties, structures linéaires (tout verbe d'action à l'infinitif)

**LIRE (Nom\_Entrée)** : effectue l'acquisition de l'information et la mémorisation dans une variable d'une donnée sur un périphérique d'entrée. (ex : Temp ← Lire Capteur DHT)

**ECRIRE (Nom\_Sortie)** : fixe un niveau logique sur une sortie selon le contenu de la variable Nom\_Sortie (ex : Ecrire 1 sur sortie BUZZER) ou affecte une valeur sur un périphérique de sortie.

**ATTENDRE (durée)** : Effectue une boucle de temporisation, pause de la durée spécifiée.

**Boucle conditionnelle : Si ... Alors ... Sinon ... FinSi**

```
Si ( condition vraie )
|   Alors
|     Faire action1
|   Sinon
|     Faire action2
FinSi
```

**Structure de contrôle : Tantque ... faire ... FinTantque**

```
Tantque (condition vraie)
Faire
|   Action
|   Lire condition
FinFaire
```

**Structure de contrôle : Faire ... Tantque ...**

```
Faire
|   Action
|   Lire condition
```

Tantque ( Condition vraie )

**Boucle de comptage : Pour ... variant de ... à ... par pas de ... Faire ... FinPour**

```
Pour i de 0 à i<4, i=i+1
Faire
|   Action
FinFaire
```