

Objectifs :

- Citer des exemples de capteurs
- mesurer une grandeur à l'aide d'un capteur résistif
- produire et utiliser une courbe d'étalonnage reliant une résistance avec une grandeur d'intérêt (température, pression, intensité lumineuse...)
- Utiliser un dispositif avec microcontrôleur et capteur

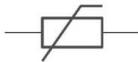
**1° partie : MESURER UNE TEMPERATURE A L'AIDE D'UNE THERMISTANCE****Introduction :**

Beaucoup de capteurs sont présents dans les objets de la vie quotidienne. Par exemple, des capteurs de température sont présents dans les thermomètres électroniques, les détecteurs de fumées, les bouilloires... Ils comportent une thermistance pour mesurer la température.

- **Comment mesurer une température avec une thermistance ?**

Doc 1. Thermistance

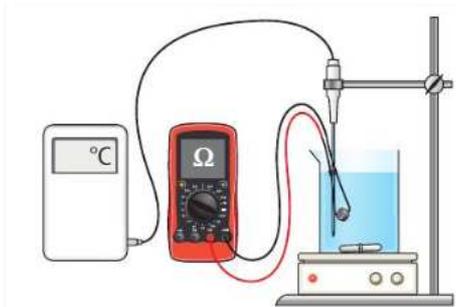
La thermistance est un capteur résistif dont la résistance dépend de la température.



Symbole normalisé de la thermistance

**Doc 2. Matériel**

- Thermistance
- Ohmmètre
- Fils de connexion (+ 2 pinces crocodiles)
- Thermomètre électronique
- Agitateur magnétique chauffant
- Barreau aimanté
- Bécher de 100 mL
- Eprouvette graduée de 50 mL

Doc 3. Protocole

- Verser 50 mL d'eau à température ambiante dans un bécher.
- Placer le bécher sur l'agitateur magnétique chauffant et introduire un barreau aimanté.
- Relier la thermistance à l'ohmmètre.
- Plonger la thermistance et le thermomètre dans l'eau
- Relever la résistance et la température tous les 5°C jusqu'à environ 80°C tout en agitant.
- Consigner les résultats dans un tableau

Vocabulaire

- Un **capteur résistif** est un composant dont la valeur de la résistance (grandeur de sortie) varie en fonction d'une grandeur physique d'entrée (éclairage, pression...).
- La **thermistance** est un capteur semi-conducteur dont la résistance varie en fonction de la température. Elle peut être de type **C.T.N** (coefficient de température négatif) si la valeur de la résistance diminue lorsque la température augmente, ou de type **C.T.P** (coefficient de température positif) si la valeur de la résistance augmente quand la température augmente, dans un intervalle spécifique de températures.
- L'**étalonnage du capteur** établit la relation entre la valeur de la résistance et celle de la grandeur physique.

Tableau des mesures :

Température T (en °C)													
Résistance R (en kΩ)													

Courbe d'étalonnage de la thermistance :

Sur une feuille de papier millimétré, tracer la courbe d'étalonnage $R = f(T)$

ou télécharger le script CapteurRésistif-eleve.py et en utilisant le langage de programmation PYTHON, modifier le code en rouge pour tracer la courbe d'étalonnage R(en kΩ) en fonction de T (en °C)

1	import numpy as np	<ul style="list-style-type: none">• Permet d'importer les bibliothèques permettant d'effectuer des calculs numériques, de tracer des graphiques et de modéliser des graphiques• Les lignes commençant par # sont des commentaires et ne sont pas exécuter par le programme• np.array() permet de créer des tableaux de valeurs. Les valeurs étant séparées par des virgules• plt.plot() créer le graphique (abscisse,ordonnée). Ici les points sont représentés par des croix ('+') bleues (color='blue').• plt.xlabel() et plt.ylabel() indique la grandeur et l'unité qui sera portée sur chacun des axes• print.title() donne un titre au graphique• plt.grid() affiche un quadrillage• plt.show() permet d'afficher tous les graphiques créés précédemment
2	import matplotlib.pyplot as plt	
3	import scipy.stats as sc	
4		
5	#valeurs expérimentales	
6	T=np.array([valeur1,valeur2,...])	
7	R=np.array([valeur1,valeur2,...])	
8		
9	#représentation d'un nuage de points	
10	plt.plot(nom de la grandeur en abscisse,nom de la grandeur en ordonnée,'+',color='blue')	
11		
12	#configuration du graphique	
13	plt.xlabel("écrire le nom de la grandeur en abscisse et son unité")	
14	plt.ylabel("écrire le nom de la grandeur en ordonnée et son unité")	
15	plt.title("écrire le titre du graphique")	
16	plt.grid()	
17		
18	#Affichage	
19	plt.show()	

Exploitation :

- 1) Dire si la résistance est de type CTN ou CTP. Justifier.
- 2) En déduire comment déterminer la température d'une eau chaude destinée à l'infusion d'un thé à l'aide de la thermistance et de la courbe d'étalonnage. Mettre en œuvre le protocole proposé.
- 3) Mesurer la température au creux de votre main. Estimer la précision de votre mesure.

Conclusion :

- 4) Expliquer la méthode permettant d'utiliser la thermistance comme capteur de température.

2°partie : REALISER UN INDICATEUR DE PLAGE DE TEMPERATURE

Introduction :

Pour infuser certains thés, il est impératif de respecter une plage de température idéale. Par exemple, la température d'infusion du thé Gyokuro, un thé vert haut de gamme, doit être comprise entre 50°C et 60°C pour ne pas faire ressortir son amertume. Un microcontrôleur est au cœur du dispositif.

➤ Comment réaliser un indicateur de température à l'aide d'un microcontrôleur ?

Montage électrique avec thermistance et microcontrôleur Arduino (voir Belin p 328)

On réalise le montage suivant à l'aide d'une thermistance, de conducteurs ohmiques de résistances 10 kΩ et 220 Ω et de deux DEL.

Si la température de l'eau est inférieure à 50 °C ou supérieure à 60 °C, la DEL rouge s'allume.
Si la température est comprise entre 50 °C et 60 °C, la DEL verte s'allume.

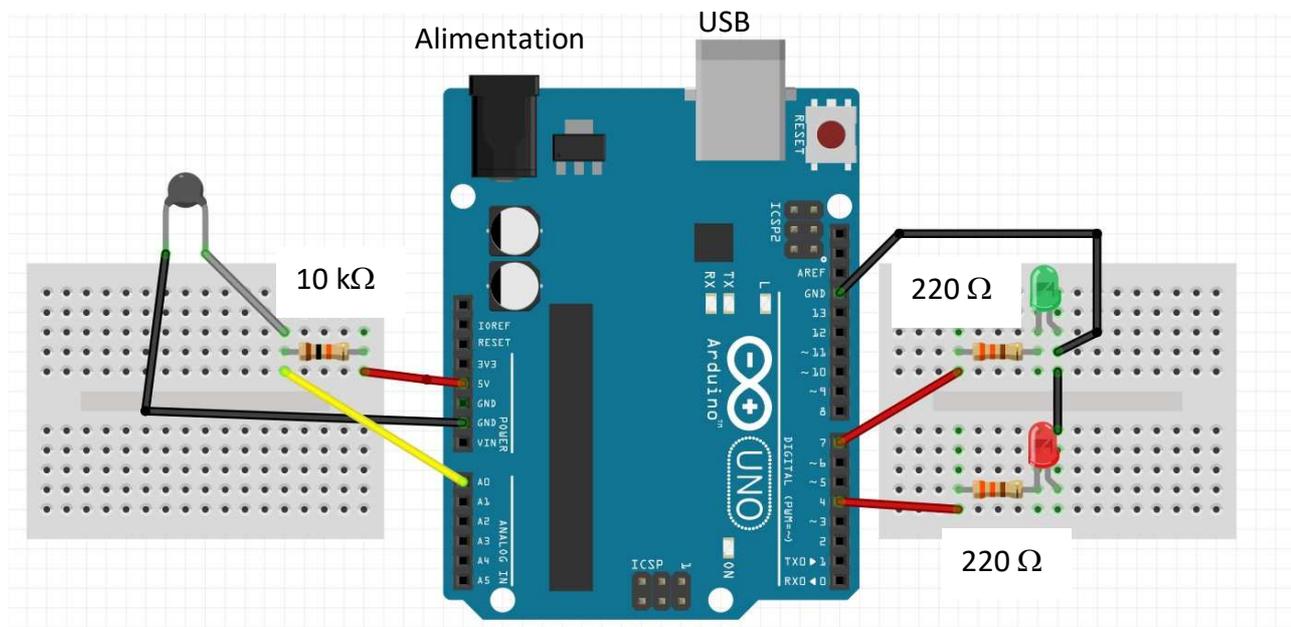


Schéma électrique de l'indicateur de température

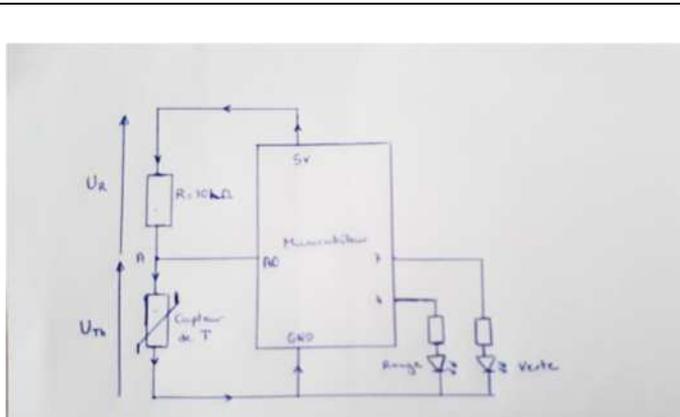
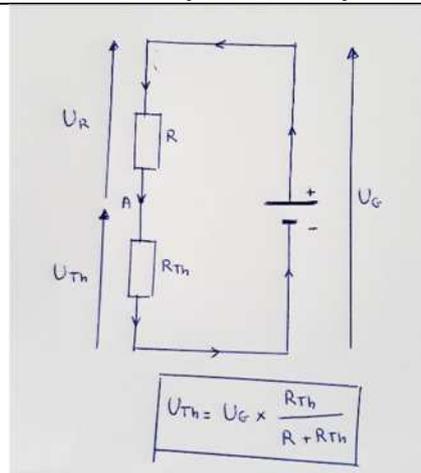


Schéma électrique équivalent (seule la maille contenant le capteur est représentée)



Remarque très importante :

Il ne faut pas brancher un capteur directement entre la broche 5V et la broche GND (0V) ! L'intensité du courant électrique qui le traverse peut être très élevée, et vous risquez de griller le microcontrôleur. Ceci explique qu'on ajoute une résistance de protection ($R=10\text{ k}\Omega$) en série avec le capteur.

Le courant électrique ne circule pas dans la branche A-A0. L'intensité du courant électrique qui circule dans la résistance $R=10\text{ k}\Omega$ est donc la même que celle qui circule dans la thermistance.

Application des lois de la physique :

- 1) Appliquer la loi des mailles pour en déduire une relation entre U_G , U_R et U_{th} .

- 2) À l'aide de la loi d'Ohm et de la loi d'unicité du courant électrique dans un circuit en série, établir la relation entre la tension U_{th} aux bornes de la thermistance, la tension U_R et les deux valeurs des résistances R_{th} et R .

- 3) À l'aide de la loi des mailles, en déduire la relation encadrée sous le schéma électrique correspondant au pont diviseur de tension.

Programmation du microcontrôleur :

- 1) A l'aide de la courbe d'étalonnage obtenue, déterminer la valeur de la résistance $R-T_{min}$ correspondant à une température de 50°C .
- 2) A l'aide de la courbe d'étalonnage obtenue, déterminer la valeur de la résistance $R-T_{max}$ correspondant à une température de 60°C .
- 3) Ouvrir le programme **IndicateurTemp_eleve.ino**

```
/*
 * Réalisation d'un capteur de température
 */

// Résistance pour la température maximale du bain
#define R_Tmax 2000
// Résistance pour la température minimale du bain
#define R_Tmin 3000

// Fonction setup(), appelée au démarrage de la carte Arduino
void setup() {
  // Initialise la communication avec le PC
  Serial.begin(9600);
  //Initialisation du pin 7 en mode sortie pour allumer la LED verte
  pinMode(7, OUTPUT);
  //Initialisation du pin 4 en mode sortie pour allumer la LED rouge
  pinMode(4, OUTPUT);
}

// Fonction loop(), appelée continuellement en boucle tant que la carte Arduino est alimentée
void loop() {
```

```

// Initialisation du pin A0 pour la mesure de la tension aux bornes de la thermistance
int valeur_brute = analogRead(A0);
//conversion en valeur numérique
float tension_mesuree=valeur_brute*5.00/1023;

//Tension aux bornes de la thermistance pour la résistance R_Tmax - Resistance du pont diviseur à 10
kohm
float tension_Tmax=5*R_Tmax/(R_Tmax+10000.00);
//Tension aux bornes de la thermistance pour la résistance R_Tmin - Resistance du pont diviseur à 10
kohm
float tension_Tmin=5*R_Tmin/(R_Tmin+10000.00);

// Si la tension mesurée est entre les deux tensions théoriques
if((tension_Tmax<tension_mesuree)&&(tension_mesuree<tension_Tmin)){
  digitalWrite(7, HIGH);
  digitalWrite(4, LOW);
}
else{
  digitalWrite(7, LOW);
  digitalWrite(4, HIGH);
}
delay(5000);
}

```

- 4) Modifier le code en rouge avec les valeurs de $R-T_{max}$ et $R-T_{min}$ exprimées en Ohm avant de téléverser le programme dans le dispositif pour faire fonctionner l'indicateur de plage de température.
- 5) Tester votre capteur avec :
 - a. une eau de température inférieure à 50°C
 - b. une eau de température comprise entre 50°C et 60°C
 - c. une eau de température supérieure à 60°C

Dans chaque cas, décrire vos observations.

Remarques pour le prof :

ETALONNAGE de la thermistance

- Ne pas changer le calibre de l'ohmmètre pendant les mesures (rester sur 20k Ω)
- Chasser les bulles d'air qui ont tendance à s'accrocher sur la thermistance sinon la valeur de R varie

INDICATEUR de température

- Il n'est pas nécessaire d'alimenter ARDUINO pour cette manip
- On peut avantageusement utiliser les cordons des nouvelles interfaces SYSAM pour connecter le microcontrôleur ADUINO sur la prise USB de l'ordi