

**TP n°2 UTILISATION D'UN DISPOSITIF AVEC MICROCONTROLEUR ET CAPTEUR  
- REALISATION D'UNE ALARME A INCENDIE -**

**Objectif :** Utiliser un dispositif avec microcontrôleur et capteur de température pour **réaliser une alarme à incendie**.

**Capacités exigibles (2<sup>nde</sup>):**

*Mesurer une grandeur physique à l'aide d'un capteur électrique résistif.*

**Parties E**

*Produire et utiliser une courbe d'étalonnage reliant la résistance d'un système avec une grandeur d'intérêt (température, etc.).*

**Partie A**

*Utiliser un dispositif avec microcontrôleur et capteur.*

**Parties B, C, D**

**Principe de fonctionnement de l'alarme à incendie :**

Si la température du capteur est supérieure à 35°C alors des signaux sonore et lumineux sont émis par le dispositif pour alerter du danger (cette température de déclenchement de l'alarme est modifiable).

**Partie A : Le capteur de température (thermistance CTN) et sa courbe d'étalonnage.**

**APP - REA**



Une thermistance est un capteur de température qui se comporte comme une résistance dont la valeur dépend de la température : on l'appelle pour cette raison une **thermistance** (préfixe « **thermi** » pour **thermique** ; suffixe « **istance** » pour **résistance**).

**L'objectif de la partie A** est de tracer la courbe d'étalonnage de cette thermistance 10K CTN. Pour cela, il faut mesurer avec un Ohmmètre la résistance  $R_{th}^{(1)}$  de ce capteur pour différentes températures  $T$  du milieu dans lequel il se trouve puis, il faut tracer le graphique  $R_{th} = f(T)$  qui montre la dépendance de la résistance du dipôle en fonction de la température.

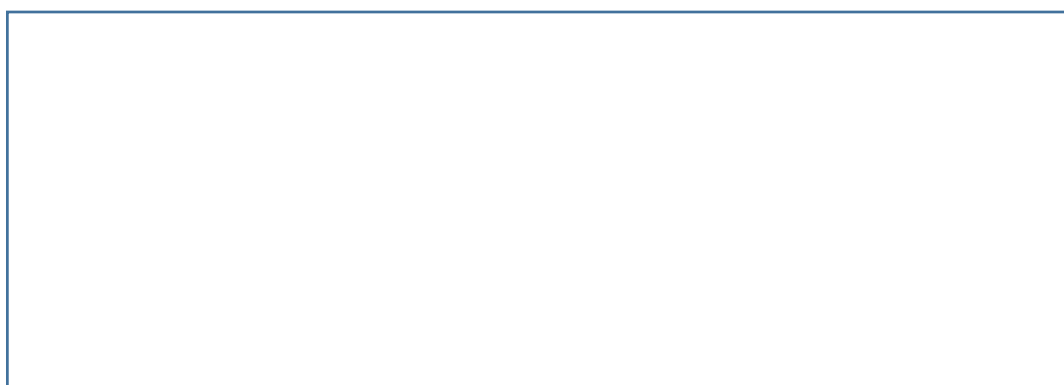
<sup>(1)</sup> L'indice  $t_h$  signifie thermistance.

**Consigne :** Avec le matériel mis à ta disposition, propose et met en place un protocole expérimental afin de construire un tableau de valeurs qui te permettra ensuite de tracer la courbe d'étalonnage de la thermistance.

**Matériel :**

Un bécher, de l'eau, des glaçons, un thermomètre numérique de référence (précision  $\pm 0,5$  °C), un ballon, un chauffe ballon, une potence, un Ohmmètre, la thermistance (avec les pattes gainées), 2 fils de connexion (+ 2 pinces crocodiles) pour l'Ohmmètre.

**Schéma de l'expérience :**



**Tableau des mesures :**

température T (en °C)	0										100
résistance $R_{th}$ (en $k\Omega$ )											

**Courbe d'étalonnage de la thermistance :**

Sur une feuille de papier millimétré, trace la courbe d'étalonnage  $R_{th} = f(T)$ .

Ou bien avec le langage de programmation PYTHON, trace la courbe d'étalonnage  $R_{th} = f(T)$

*Collez votre courbe d'étalonnage ici*

*Collez votre programme PYTHON ici*

**Partie B : Le microcontrôleur, au cœur du dispositif de l'alarme à incendie**

**APP - REA**

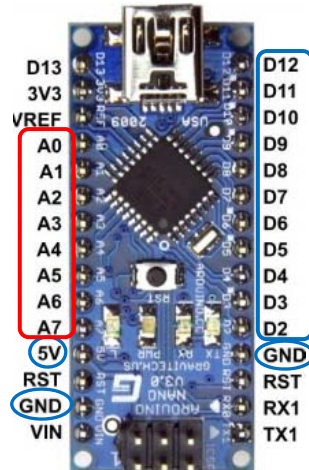
« Les capteurs écoutent le monde physique.

Les actionneurs agissent dans le monde physique.

Les microcontrôleurs écoutent les capteurs et parlent aux actionneurs. »

*Source : le livre de projets Arduino*

Dans ce TP n°2, vous allez utiliser d'autres types de broches, il s'agit des entrées analogiques, il y en a 8, numérotées de **A0 jusqu'à A7**. C'est sur ces broches que l'on branche les capteurs.



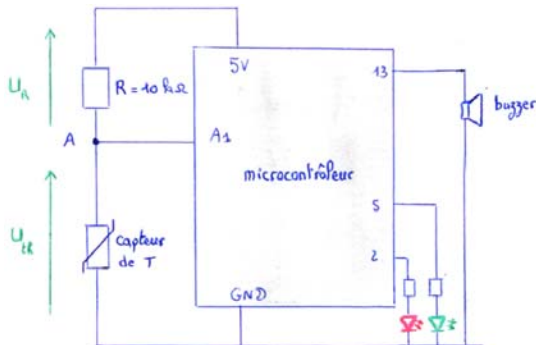
Microcontrôleur Arduino™ type Nano

Dans le TP n°1, vous avez repéré :

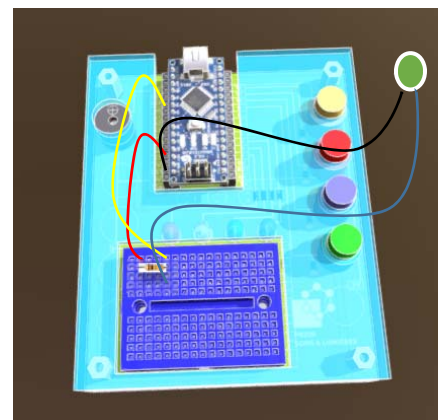
- les broches **5V** et **GND** pour alimenter votre circuit avec du +5V par rapport à la masse 0V ;
- les broches numériques **D2 à D13** qui envoient, selon le programme téléversé, un signal HAUT (+5V) ou BAS (0V) à des actionneurs (DEL ou buzzer) reliés à ces broches.

Il ne faut pas brancher un capteur directement entre la broche 5V et la broche GND (0V) ! En effet, selon la valeur de la grandeur physique qu'il mesure, le capteur peut avoir une résistance très faible. L'intensité du courant électrique qui le traverse peut dans ce cas être très élevée, et vous risquez de griller le microcontrôleur. Ceci explique que dans le dispositif d'alarme à incendie, on ajoute une résistance ( $R=10\text{ k}\Omega$ ) en série avec le capteur selon le schéma suivant :

Schéma électrique de l'alarme à incendie



Circuit avec la maquette PB200



Capteur de T

**RÉALISEZ le circuit électrique ci-dessus.**

Si vous utilisez la maquette pédagogique PB200 (distribuée par PIERRON), les deux DEL et le buzzer sont déjà câblés, il ne vous reste donc plus qu'à brancher la thermistance et la résistance  $R=10\text{ k}\Omega$  en utilisant la plaque multitrans. **N'OUBLIEZ PAS** le fil de connexion (fil jaune sur la maquette) qui relie le nœud A à la broche A1.

**APPELEZ LE PROFESSEUR POUR VÉRIFIER VOTRE CIRCUIT**

Schéma électrique de l'alarme à incendie	Schéma électrique équivalent, seule la maille contenant le capteur est représentée

**Remarque très importante :** Le courant électrique ne circule pas dans la branche A-A1. 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.

- 1) Lorsque le capteur est à la température ambiante, mesurez les tensions  $U_R$ ,  $U_{th}$  et  $U_G$  et vérifiez la loi des mailles.

- 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 en rouge sous le schéma électrique.

**APPELEZ LE PROFESSEUR POUR VÉRIFIER VOTRE TRAVAIL**

**Partie D : Le convertisseur Analogique Numérique ou CAN**

cas où  $U_G = 4,64 \text{ V}$

ANA

Avec la courbe d'étalonnage (partie A), nous avons vu que si nous connaissons  $R_{th}$  alors, nous pouvons en déduire la température  $T$ .

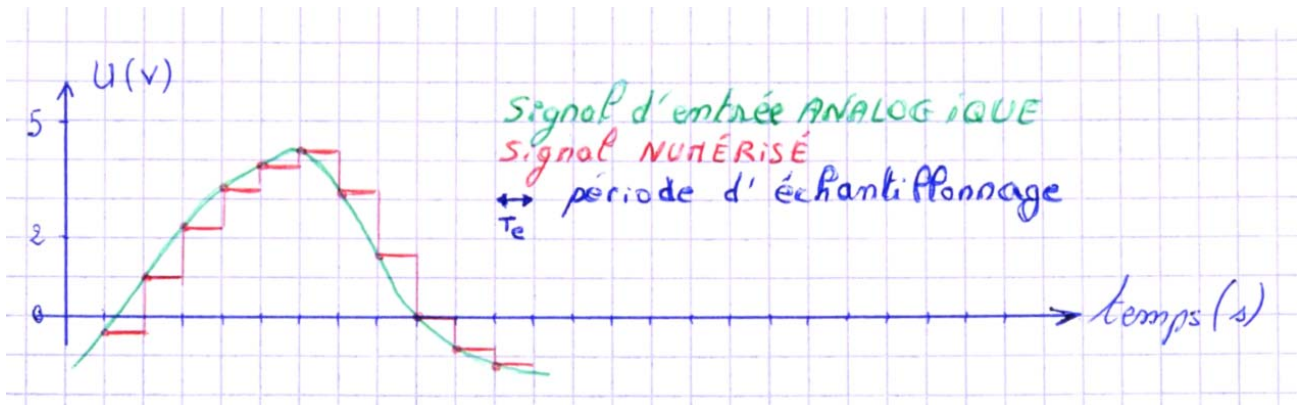
Les lois de la physique (partie C) nous donnent la relation entre  $R_{th}$  et  $U_{th}$ .

Les grandeurs physiques  $R_{th}$  et  $U_{th}$  sont donc des images de la température. Si nous pouvons mesurer l'une de ces deux grandeurs, alors nous pourrions en déduire la valeur de la température.

Nous avons vu que mesurer  $U_{th}$  avec un voltmètre est très simple. Cependant, le microcontrôleur est capable de mesurer et d'afficher rapidement cette tension électrique  $U_{th}$  entre sa masse et ses entrées analogiques A0 à A7.

Pour cela, le microcontrôleur mesure  $U_{th}$  à intervalle de temps régulier, bloque cette donnée, l'exploite éventuellement, puis refait une mesure, la bloque à nouveau, l'exploite éventuellement etc. à une fréquence très rapide appelée fréquence d'échantillonnage : en physique, cette fonction s'appelle un échantillonneur bloqueur.

La **tension analogique**  $U_{th}$  (**signal continu**) et ainsi remplacée par une **tension numérisée (signal discontinu)**.



Une autre caractéristique importante d'un microcontrôleur est le nombre de bits utilisé pour coder les valeurs des tensions mesurées. Le microcontrôleur (ATmega328P utilisé ici) code l'amplitude de la tension en « mots » de **10 bits**.

Un « **bit** » (de l'anglais *binary digit*) est un chiffre binaire (**0** ou **1**).

Avec un mot de **2 bits**, on peut écrire : 00, 01, 10 et 11 soit 4 valeurs. ( $4=2^2$ )

Avec un mot de **3 bits**, on peut écrire : 000, 001, 010, 011, 100, 101, 110, 111 soit 8 valeurs. ( $8=2^3$ ) etc.

Avec un mot de **10 bits**, on peut écrire  $2^{10} = 1024$  valeurs.

**EXPERIENCE** : Alimenter votre microcontrôleur et mesurez avec un voltmètre la tension électrique entre sa borne notée « 5V » et sa masse notée « GND ». Note la valeur mesurée  $U_G = U_{max} = \dots\dots \text{ V}$  c'est la tension maximale du microcontrôleur.

Avec un microcontrôleur Arduino™ de type Nano,

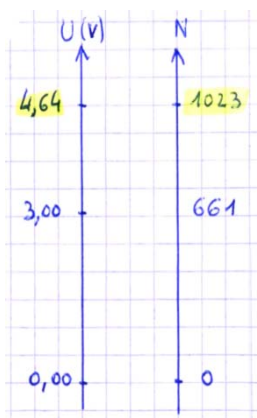
La tension minimale  $U_{min} = 0,00 \text{ V}$  sur une entrée analogique est codée par le nombre **N=0**

La tension maximale  $U_{max} = 4,64 \text{ V}$  sur une entrée analogique est codée par le nombre **N=1023**

Il y a une **relation de proportionnalité** entre la tension analogique  $U$  et la valeur numérique  $N$  mesurée par le microcontrôleur au niveau des entrées analogiques.

Par exemples :

- Si la tension mesurée au niveau de l'entrée analogique A1 vaut  $U = 3,00 \text{ V}$  alors, le nombre  $N$  correspondant à cette tension est  $N = 1023 * 3,00 / 4,64 = 661$ .
- Si la valeur numérique lue par le microcontrôleur au niveau d'une entrée analogique est  $N = 224$ , alors la valeur de la tension électrique correspondante est  $U = 4,64 * 224 / 1023 = 1,02 \text{ V}$ .



**Partie E : Programmation de l'alarme à incendie**

ANA - REA - VAL

- D'après la courbe d'étalonnage (partie A), quelle est la valeur de la résistance  $R_{th}$  lorsque la température est égale à 35 °C ?
- D'après les résultats des lois de la physique (partie C), en déduire la valeur de la tension  $U_{th}$  aux bornes de la thermistance lorsque la température est égale à 35 °C ?
- D'après la partie D, en déduire la valeur numérique N mesurée par le microcontrôleur lorsque la température est égale à 35°C ?

Voici un exemple de programme (réalisé avec le logiciel mBlock Version3) à téléverser dans le dispositif pour faire fonctionner l'alarme.

D'après les calculs précédents, par quel nombre N faut-il remplacer le nombre 500 dans ce programme pour que l'alarme se déclenche à partir de 35 °C ?

```

Arduino - générer le code
répéter indéfiniment
  si la valeur sur la broche Analogique 1 < 500 alors
    mettre l'état logique de la broche 5 à bas
    mettre l'état logique de la broche 2 à haut
    jouer un son sur la broche 13 : note 650 fréquence un demi
    mettre l'état logique de la broche 2 à bas
    jouer un son sur la broche 13 : note 750 fréquence un demi
  sinon
    mettre l'état logique de la broche 5 à haut
    mettre l'état logique de la broche 2 à bas
  
```

**ANALYSE DU PROGRAMME :**

D'après le programme proposé ci-dessus et le schéma du dispositif d'alarme page 6, décrivez en quelques lignes ce qu'il va se passer lorsque vous téléverserez ce programme dans le dispositif :

ÉCRIVEZ AVEC MBLOCK LE PROGRAMME CI-DESSUS (CORRIGE AVEC LA BONNE VALEUR DE N) ET TELEVERSEZ-LE DANS LE DISPOSITIF.

VERIFIEZ LE BON FONCTIONNEMENT DE L'ALARME AVEC DE L'EAU CHAUDE OU UN SECHE-CHEVEUX PAR EXEMPLE.