

<b>NOM :</b>	<b>CLASSE :</b>
<b>PRÉNOM :</b>	

<b>Condition :</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Travail seul ou en binôme; durée 3 heures</li> </ul>
<b>Matériel :</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• kit Arduino Sparkfun (Arduino Uno + capteur TMP36 + fils + résistances)</li> </ul>
<b>Documents :</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• le sujet du TP</li> <li>• le cours sur les convertisseurs analogique-numérique</li> </ul>

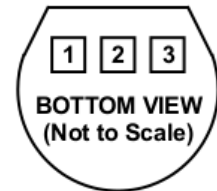
L'objectif du TP est d'afficher sur l'écran du PC la température de la salle en °C.

## 1. Le capteur TMP36

Le capteur de température TMP36 est un composant dans un boîtier TO92 à 3 broches : une alimentation, une masse, et une sortie  $V_{OUT}$ .  
La tension de sortie  $V_{OUT}$  est proportionnelle à la température en degrés Celsius :

$$V_{OUT} = 10 \text{ mV} \times T^{\circ\text{C}} + 0,5$$

(0,5 est un offset ajouté à la tension de sortie)



**PIN 1, +V<sub>S</sub>; PIN 2, V<sub>OUT</sub>; PIN 3, GND**  
brochage du TMP36

- Q1** Calculer la valeur de la tension de sortie du capteur TMP36 pour une température de 20°C.  
**Q2** Si on considère que la température, en Bretagne, est toujours comprise entre -20°C et +40°C, donner la plage de la tension de sortie du capteur.

## 2. Le convertisseur Analogique - Numérique de l'Arduino Uno

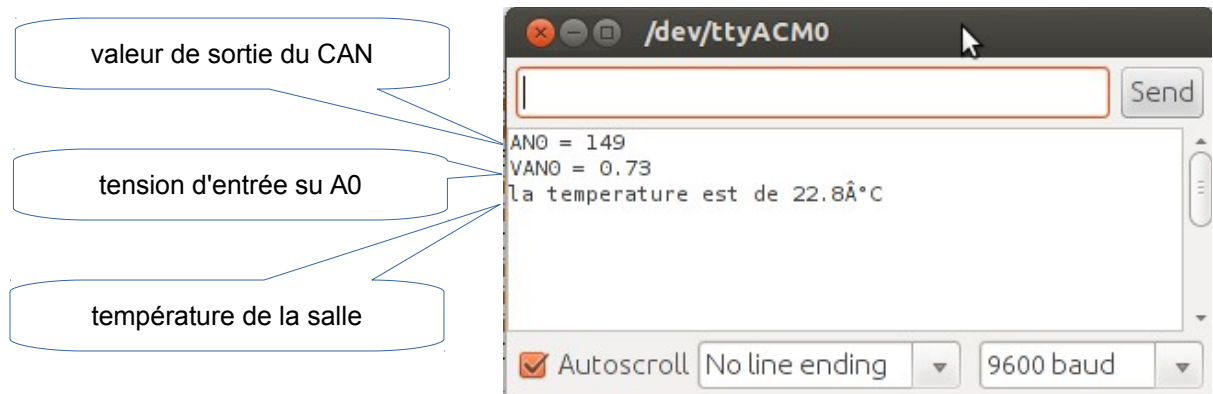
La carte Arduino Uno comporte 6 voies connectées à un convertisseur analogique-numérique 10 bits. La tension d'entrée sur chacune de ces voies doit être comprise entre 0V et  $V_{REF} = +5V$  (pleine échelle par défaut).

- Q3** Calculer le quantum du convertisseur de l'Arduino.  
**Q4** Quelle est en décimal la valeur maximale en sortie de ce convertisseur.  
**Q5** Donner la relation permettant d'exprimer AN0, le nombre en sortie du CAN, en fonction de VAN0, la tension d'entrée.  
**Q6** En déduire la relation permettant d'exprimer VAN0 en fonction de AN0.  
**Q7** Donner la relation permettant de retrouver la température T à partir de  $VAN0 = V_{OUT}$ , la tension aux bornes du capteur.  
**Q8** En déduire la relation donnant la température T en fonction de AN0 la valeur de sortie du CAN.  
**Q9** Compléter le tableau ci-dessous :

température en °C	VAN0, tension d'entrée du CAN en Volt(s)	AN0, valeur de sortie du CAN
	0V	
		1
0		
20°C		
		512
	5V	

### 3. Affichage de la température avec l'Arduino Uno

L'objectif est d'afficher sur l'écran du PC la fenêtre suivante :



L'affichage dans cette fenêtre se fait en utilisant la **librairie Serial** de l'Arduino.

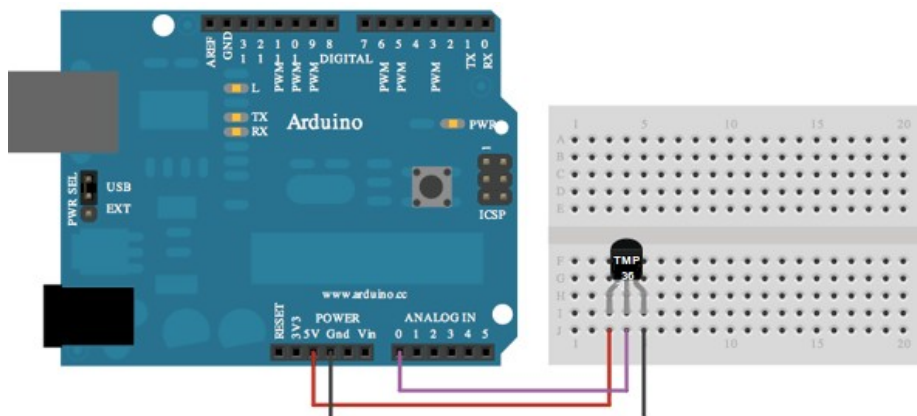
La librairie Serial est utilisée pour les communications par le port série entre la carte Arduino et un ordinateur ou d'autres composants. Toutes les cartes Arduino ont au moins un port Série ( également désigné sous le nom de UART ou USART) : Serial. Ce port série communique sur les broches 0 (RX) et 1 (TX), avec l'ordinateur via le port USB. C'est pourquoi, si vous utilisez cette fonctionnalité, vous ne pouvez utiliser les broches 0 et 1 en tant qu'entrées ou sorties numériques.

Vous pouvez utiliser le terminal série intégré à l'environnement Arduino pour communiquer avec une carte Arduino. Il suffit pour cela de **cliquer sur le bouton du moniteur série dans la barre d'outils** (icône en haut à droite de la fenêtre Arduino) puis de sélectionner le même débit de communication que celui utilisé dans l'appel de la fonction `begin()`.

**Pour utiliser la liaison série** vous devez :

- ajouter la ligne `Serial.begin(9600);` dans la fonction `setup()` ;
- envoyer les caractères à afficher en écrivant `Serial.print("AN0 = ");` dans la fonction `loop()` ;
- envoyer des valeurs décimales en écrivant `Serial.println(AN0,DEC);` dans la fonction `loop()` ; (`println` permet un passage à ligne à la fin de l'affichage). Vous pouvez aussi écrire `Serial.println(AN0,2);` où le 2 correspond aux nombres de décimales souhaitées.

**Q10** Câbler sur la platine fournie avec l'Arduino Uno le capteur TMP36 relié sur l'entrée A0. **Faire valider le câblage par le professeur.**



**Q11** Écrire un programme qui écrit sur la liaison série de l'Arduino la température de la salle. **Faire valider le bon fonctionnement par le professeur.**

**Q12** Quelle est la précision en °C de vos mesures ? (voir le quantum dans le tableau de la question 9).

#### 4. Amélioration de la précision de la mesure

On remarque alors que l'on utilise une toute petite partie de la plage de sortie du CAN qui va de 0 à 1023. Afin d'optimiser l'utilisation du CAN, nous allons modifier la valeur de la pleine échelle en choisissant  $V_{REF} = +1V$ .

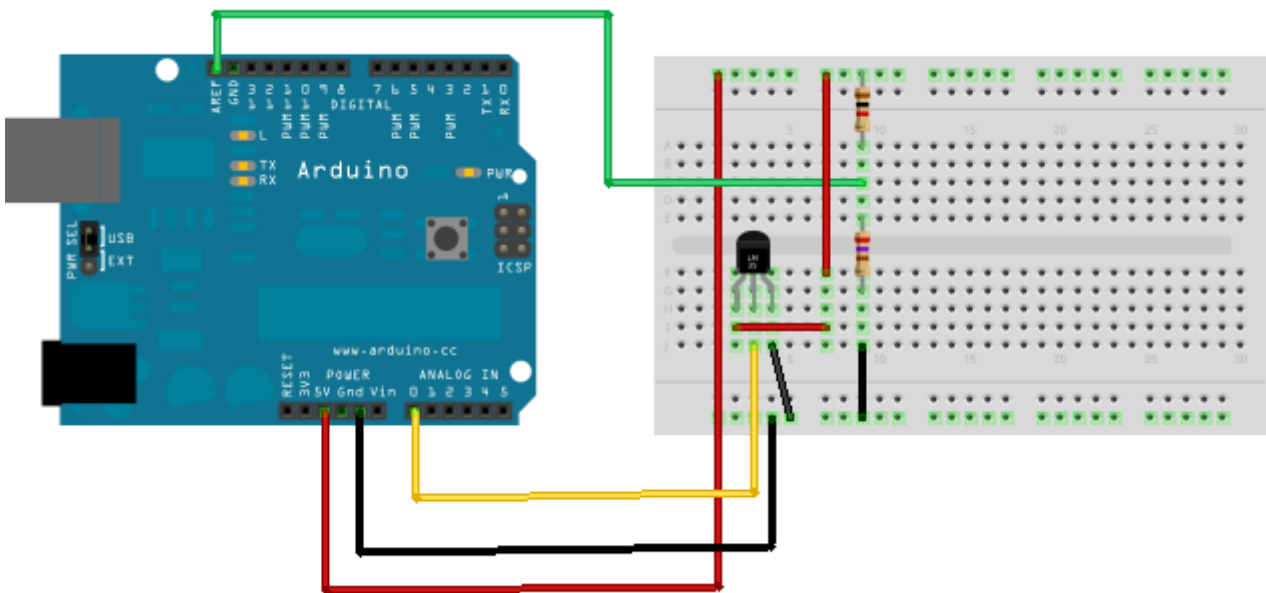
**Q13** Compléter alors le nouveau tableau ci-dessous :

température en °C	VAN0, tension d'entrée du CAN en Volt(s)	AN0, valeur de sortie du CAN
	0V	
		1
0		
20°C		
		820
	1V	

**Q14** Quelle est maintenant la nouvelle précision de vos mesures ?

Pour modifier la valeur de VREF, il faut appliquer sur la broche AREF la tension de +1V et ajouter la ligne `analogReference(EXTERNAL)` ; à votre fonction `setup()` ;

**Q15** Calculer un pont diviseur formé de deux résistances pour réaliser cette tension de +1V à partir du +5V fourni par l'Arduino. Réaliser le nouveau câblage et **faire valider par le professeur**.



**Q16** Modifier votre programme et tester. **Faire valider le bon fonctionnement par le professeur**.