

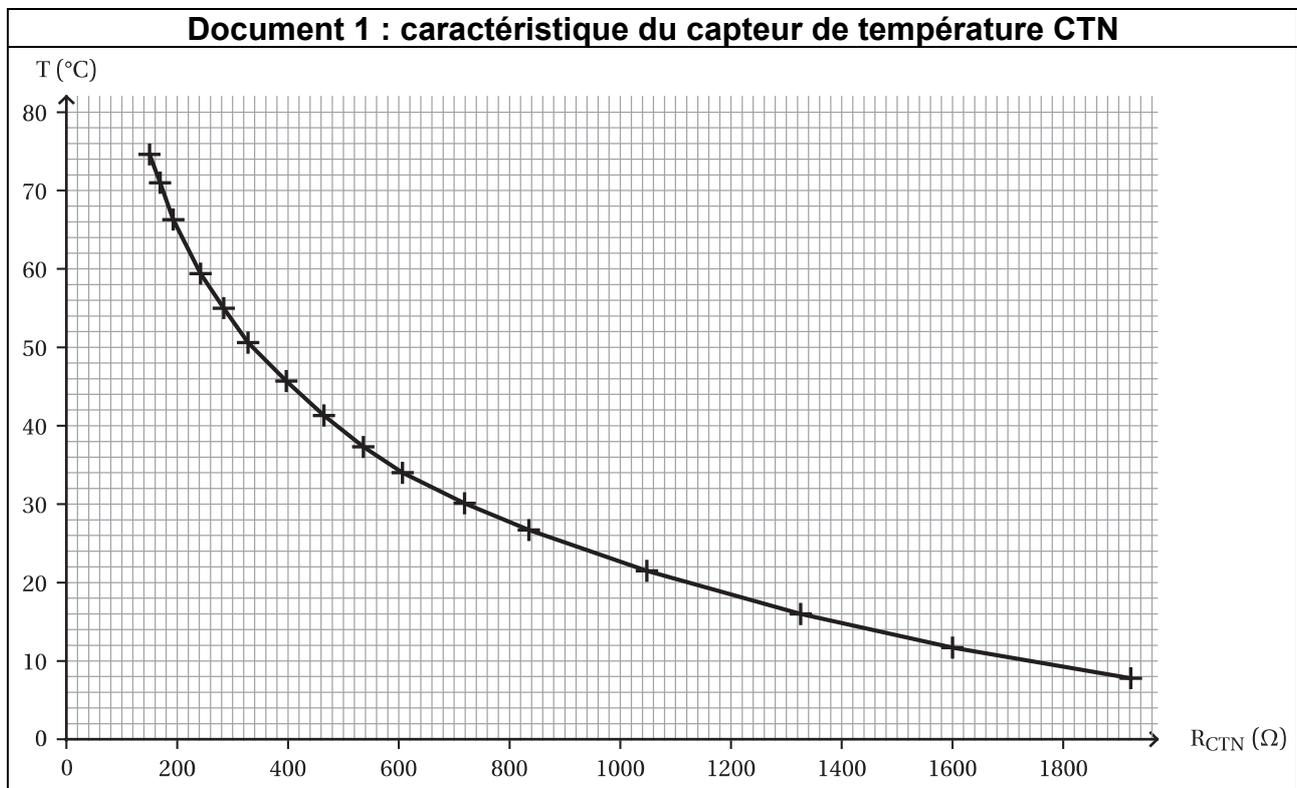
Exercice 3 : fermentation du jus de raisin (5 points)

Pour la production des vins rouges, le jus reste plongé dans la cuve pendant une durée d'environ 15 jours. Cette étape est exothermique, la température est maintenue entre **28 °C et 30 °C** par un système de régulation.

On va s'intéresser dans cette partie à l'étape de fermentation qui nécessite une régulation en température.

Étude du capteur de température

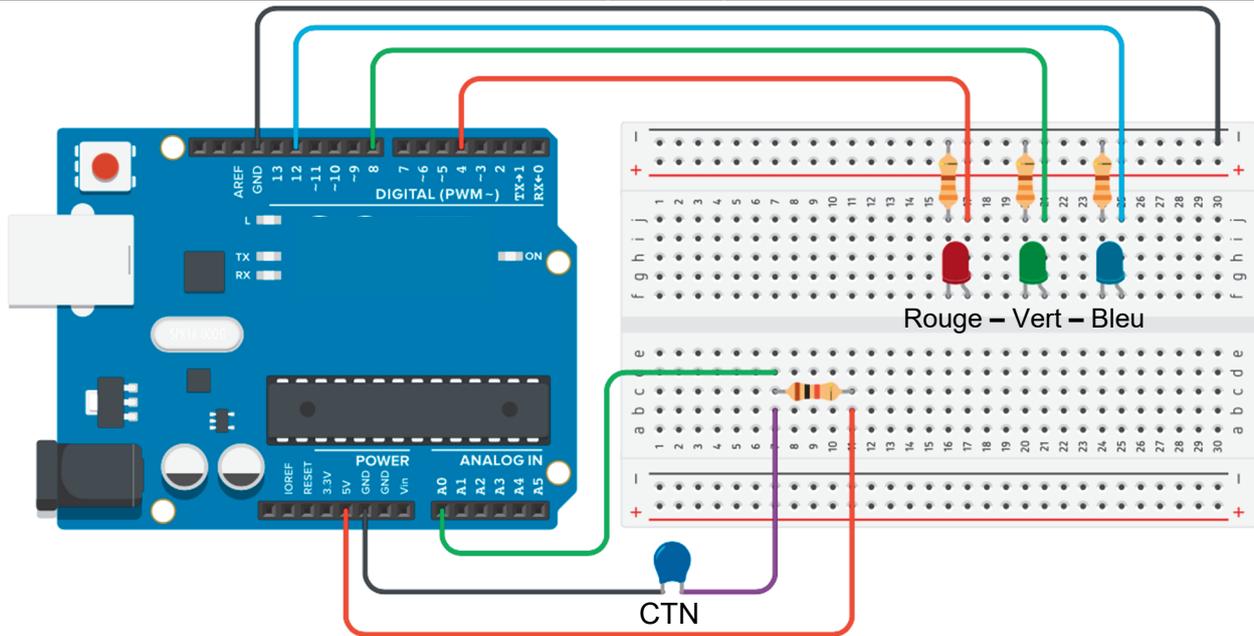
Pour mesurer la température du jus de raisin lors de l'étape de fermentation, on utilise au laboratoire un capteur de température : une thermistance CTN (la valeur de la résistance diminue lorsque la température augmente). Un montage utilisant un microcontrôleur sera utilisé pour mesurer la température. Le système de mesure utilise trois DEL : une DEL rouge indique une température trop élevée, une DEL bleue indique une température trop faible et une DEL verte indique une température correcte.



1. Indiquer les valeurs minimale et maximale de résistance R_{CTN} de la CTN pour le bon déroulement de la fermentation du jus de raisin.

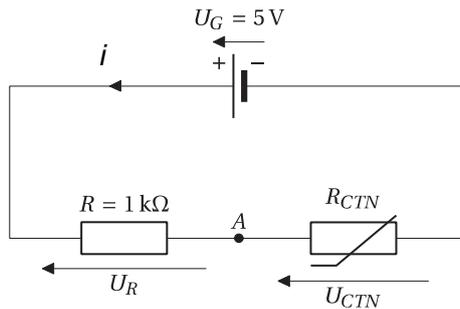
Document 2 : dispositif de mesure de température à l'aide d'un microcontrôleur

Schéma du dispositif expérimental



```
1 // Déclaration des entrées et sorties
2 void setup()
3 {
4   pinMode(A0, INPUT);
5   pinMode(4, OUTPUT);
6   pinMode(8, OUTPUT);
7   pinMode(12, OUTPUT);
8 }
9
10 void loop()
11 {
12   if(analogRead(A0) > (447)) // Si l'état 447 est dépassé
13   {
14     digitalWrite(12, HIGH);
15     digitalWrite(4, LOW);
16     digitalWrite(8, LOW);
17   }
18
19   else if(analogRead(A0) < (427)) // Si l'état 427 n'est pas atteint
20   {
21     digitalWrite(12, LOW);
22     digitalWrite(4, HIGH);
23     digitalWrite(8, LOW);
24   }
25
26 // Si l'état lu est entre 427 et 447
27 else if(analogRead(A0) >= (427) && analogRead(A0) <= (447))
28 {
29   digitalWrite(12, LOW);
30   digitalWrite(4, LOW);
31   digitalWrite(8, HIGH);
32 }
33 }
```

Document 3 : schéma de câblage du capteur CTN



Si R_{CTN} varie alors U_{CTN} varie également suivant la relation : $U_{CTN} = 5 \times \frac{R_{CTN}}{1000 + R_{CTN}}$

2. Identifier l'entrée analogique de la carte du microcontrôleur du document 2 permettant de mesurer la tension aux bornes de la CTN.
3. Sachant que l'entrée analogique du microcontrôleur est codée sur 10 bits, déterminer le nombre de valeurs binaires différentes possibles.

Document 4 : quantum d'un convertisseur analogique-numérique (CAN)

$$q = \frac{\Delta U}{2^N - 1}$$

- N : nombre de bits (bit)
- ΔU : plage de conversion en volt (V)
- q : quantum en volt (V)

4. Sachant que la tension maximale de l'entrée analogique a une valeur de 5,0 V, en déduire le quantum du CAN (résolution de l'entrée).
5. Vérifier que la valeur de la tension correspondant à une température $T = 28^\circ\text{C}$ vaut 2,19 V et que celle correspondant à une température $T = 30^\circ\text{C}$ vaut 2,09 V.
6. Donner la signification des lignes 14, 15 et 16 du programme téléversé dans le microcontrôleur.
7. Indiquer la couleur de la DEL allumée dans le cas où l'état lu par le microcontrôleur a pour valeur 400.
8. En déduire l'état correspondant à une tension de 2,09 V à l'aide de la méthode de votre choix.

Étude de la boucle de régulation

On souhaite maintenant réguler la température du jus de raisin lors de la fermentation. Pour cela, on place au laboratoire le jus de raisin dans un bain thermostaté équipé d'une résistance chauffante. La température ambiante du laboratoire est de 20°C .

9. Préciser les trois critères de performance d'une boucle de régulation.
10. Indiquer la grandeur réglée, la grandeur réglante et une grandeur perturbatrice parmi les 5 propositions suivantes :
 - couleur de la DEL allumée ;
 - puissance de la résistance chauffante ;
 - température ambiante ;
 - température du bain thermostaté ;
 - tension d'alimentation du microcontrôleur.