Partie B : régulation de la température du jus d'orange (5 points)

En industrie, après le pressage des oranges, le jus doit être stocké dans de bonnes conditions.

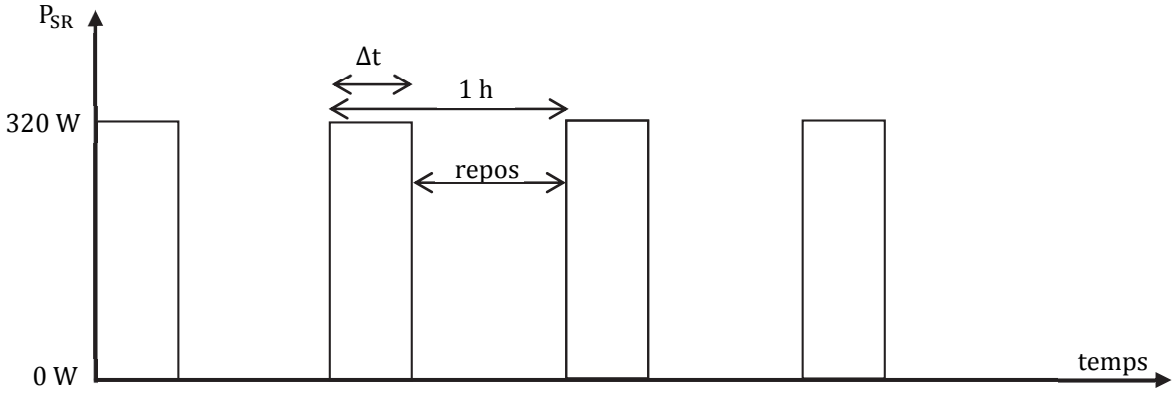
Pour conserver le jus d'orange, deux options sont possibles : soit par un traitement à chaud, soit à froid. Le refroidissement du jus d'orange sera privilégié pour préserver tous les bénéfices de la vitamine C, qui serait dégradée par la chaleur.

On refroidit d'abord le jus d'orange à 4 °C puis on le stocke dans une cuve réfrigérée.

Ainsi la température du jus d'orange est maintenue à 4 °C grâce à un système de refroidissement.
On considère que la température ambiante est de 20 °C.

Document 8 : fonctionnement du système de refroidissement (SR) au cours du temps

Puissance thermique évacuée par le système de refroidissement (SR) en fonction du temps.

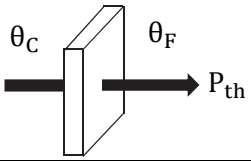


Sur 1 h, le système de refroidissement ne fonctionne que pendant une durée Δt, sinon il est à l'arrêt.

Document 9 : calcul d'une puissance thermique à travers une paroi

La puissance thermique P_{th} au travers d'une paroi de résistance thermique R_{th} soumise de part et d'autre à des températures θ_C et θ_F ($\theta_C > \theta_F$) est telle que :

$$\theta_C - \theta_F = R_{th} \times P_{th}$$



B1. Préciser les valeurs des températures θ_C et θ_F de part et d'autre de la paroi de la cuve de stockage. Expliquer alors l'impact sur l'évolution de la température du jus d'orange dans la cuve sans système de refroidissement.

B2. La résistance thermique de la paroi de la cuve vaut $R_{th} = 0{,}17\ K \cdot W^{-1}$.
Calculer la valeur de la puissance thermique P_{th} traversant la paroi de la cuve.

B3. Montrer qu'en une heure, le transfert thermique Q_{th} reçu par le jus d'orange dans la cuve vaut $3{,}4 \times 10^5$ J.

B4. En déduire la valeur du transfert thermique reçu Q_{SR}, que doit évacuer le système de refroidissement pendant une heure.

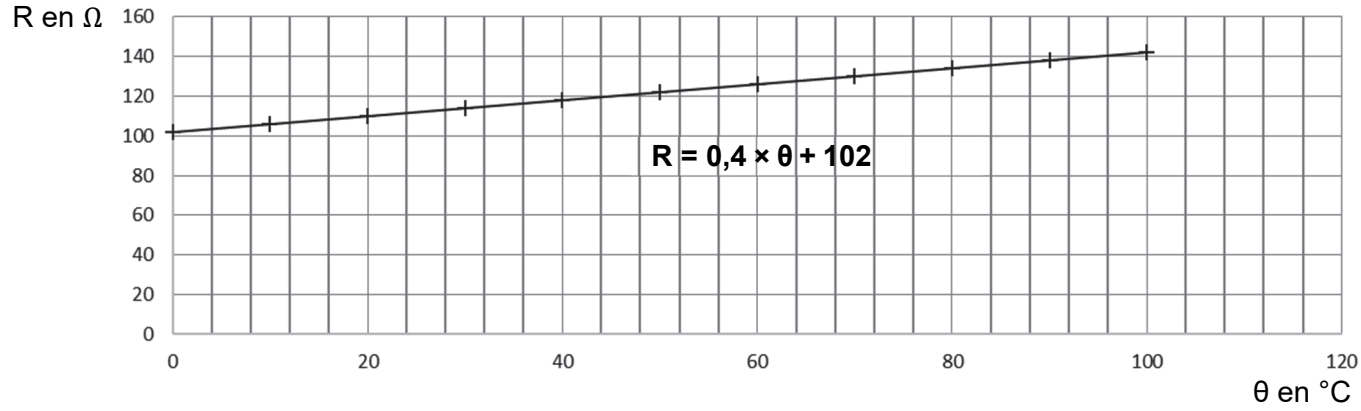
B5. Déterminer alors, en minutes, la valeur de la durée de fonctionnement Δt du système de refroidissement sachant que sa puissance P_{SR} est de 320 W.

B6. En été, la température ambiante augmente. Comment est modifiée la valeur Δt de la durée de fonctionnement du système de refroidissement ? Justifier.

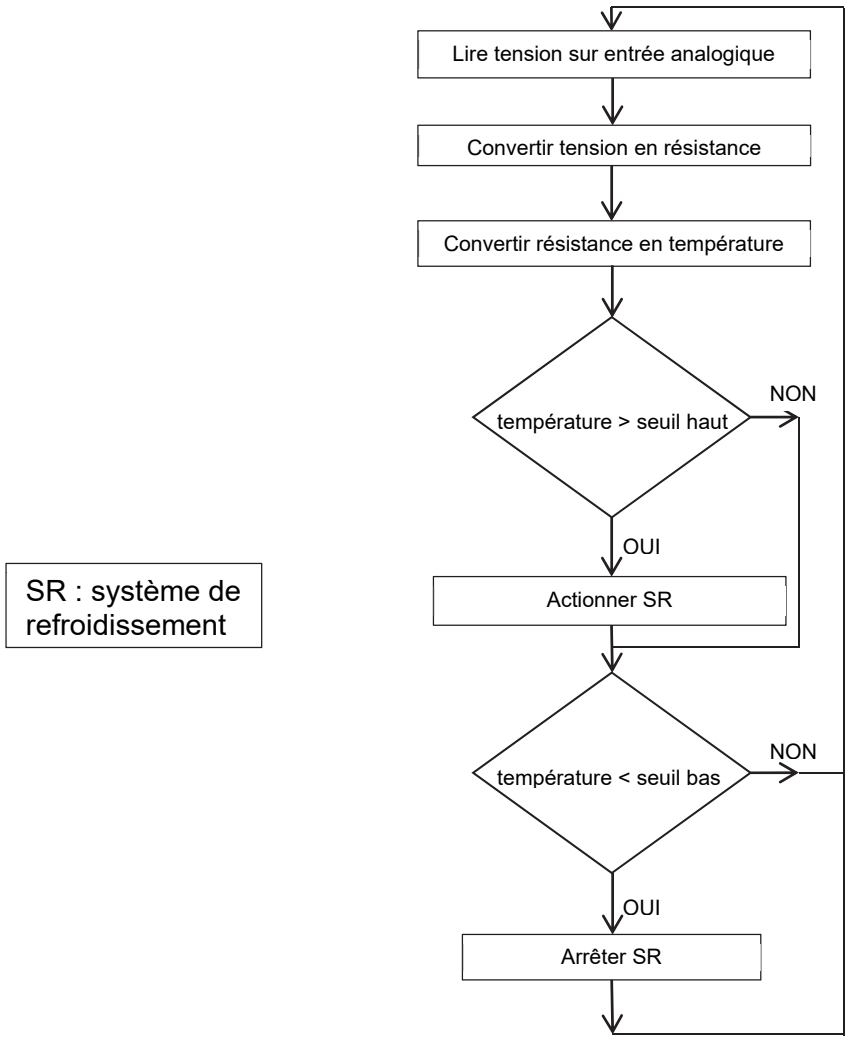
Le fonctionnement du système de refroidissement est piloté par un régulateur de température. Le capteur de température utilisé est une sonde en platine Pt100, reliée à un microcontrôleur qui commande la mise en route et l'arrêt du système de refroidissement. Ce système reçoit ainsi les commandes LOW (Arrêt) ou HIGH (Marche) selon la valeur de la température de la cuve de stockage.
Les recommandations sanitaires précisent de conserver un jus de fruit frais à des températures comprises entre 1 °C et 4 °C.

B7. Donner le nom de ce type de régulation en le justifiant.

Document 10 : évolution de la résistance R de la sonde Pt100 en fonction de la température θ



Document 11 : algorigramme de régulation



SR : système de refroidissement

Document 12 : programme de régulation de température de la machine thermique

```
1  // initialisation des variables
2  float temperature;               //la grandeur température est un réel
3  float R;                         //la grandeur R est un réel
4  float TensionThermistance;       //la grandeur TensionThermistance est un réel
5  boolean BoutonON_OFF_SR = LOW;   //initialisation du système de refroidissement à un état
6                                   //bas, le système de refroidissement ne fonctionne pas
7
8  void setup()
9  {
10   Serial.begin(115200);          //initialisation du port série
11   pinMode(8,OUTPUT);             //la broche 8 du microcontrôleur est utilisée en sortie
12 }
13
14 void loop()
15 {
16   TensionThermistance=(5/1023)*analogRead(A1); //la tension aux bornes de la thermistance
17                                   //est lue sur la broche A1 du microcontrôleur
18
19   R=200*TensionThermistance/(5-TensionThermistance); //calcul de la résistance R de
20                                                      //la thermistance
21
22   temperature= À COMPLÉTER (Voir question 3.8.);     //calcul de la température
23
24   //Si on mesure un niveau supérieur au seuil haut, actionner le système de
25   //refroidissement
26   if(temperature>4)
27          {
28            BoutonON_OFF_SR = HIGH;
29          }
30   À COMPLÉTER (Voir question 3.10.)
31
32
33
34
35
36
37 digitalWrite(8,BoutonON_OFF_SR); //écriture sur le port de sortie pour
38                                   //commander le système de refroidissement
39   delay(10000);                   //attente de 10s = 10000ms avant une nouvelle mesure
40 }
41
42
```

B8. Sur votre copie, écrire la ligne 22 du programme associé à l'algorigramme permettant de passer de la résistance à la température.

B9. Donner les numéros de lignes du programme correspondant à la condition de mise en marche du système de refroidissement.

B10. Sur votre copie, écrire les lignes du programme portant sur la comparaison de la température avec le seuil bas à partir de la ligne 30.