

# Régulation de température et d'humidité pour une boîte de vieillissement de fromage

## Régulation de température et d'humidité pour une boîte de vieillissement de fromage.

**MU5Ci803 : Optimisation et contrôle des procédés (2023-2024)**

Fadela ABOUBEKER | Hadi BOUDJEMIA | Manel FEKKANE | Noursine MAHJOUB | Xin YU

**Groupe B**

Une chambre de vieillissement à fromage est un élément essentiel dans le processus de maturation d'un fromage. Le vieillissement du fromage repose sur des conditions de température et d'humidité spécifiques. En général, la température se situe entre 10 et 15°C et l'humidité entre 75 et 95%. L'utilisation d'Arduino offre une solution pour la surveillance et le contrôle de ces paramètres de manière précise et efficace.

Notre projet vise à mettre en œuvre un système de régulation de température et d'humidité pour une boîte de vieillissement de fromage. Cette initiative est portée par Fadela ABOUBEKER, Hadi BOUDJEMIA, Manel FEKKANE, Noursine MAHJOUB et Xin YU. Le projet est encadré par M. Jérôme PULPYTEL et a été développé dans le cadre de l'unité d'enseignement MU5Ci803 (Optimisation et contrôle des procédés) en Ingénierie Chimique, sous la responsabilité de M. Jérôme PULPYTEL.

L'objectif principal de ce projet est de réguler la température et l'humidité à l'aide d'Arduino. Cette démarche s'inscrit dans le domaine de l'électronique et de la chimie, soulignant l'importance de la

collaboration interdisciplinaire pour relever des défis technologiques complexes.

## **Matériaux/Outils/Machines :**

- 1 microcontrôleur Arduino
- 2 breadboards
- 1 DHT22 (permet de capter la température et l'humidité). Il permet de capter à une température entre 7 et 15°C et à une humidité entre 75 et 95%
- 1 écran LCD qui montrera la température et l'humidité en temps réel
- Câbles et fils de connexion
- 2 alimentations de 12V
- 2 relais
- 1 Peltier
- 1 ventilateur
- 1 plaque d'aluminium
- Eau
- Plaque en plexiglass

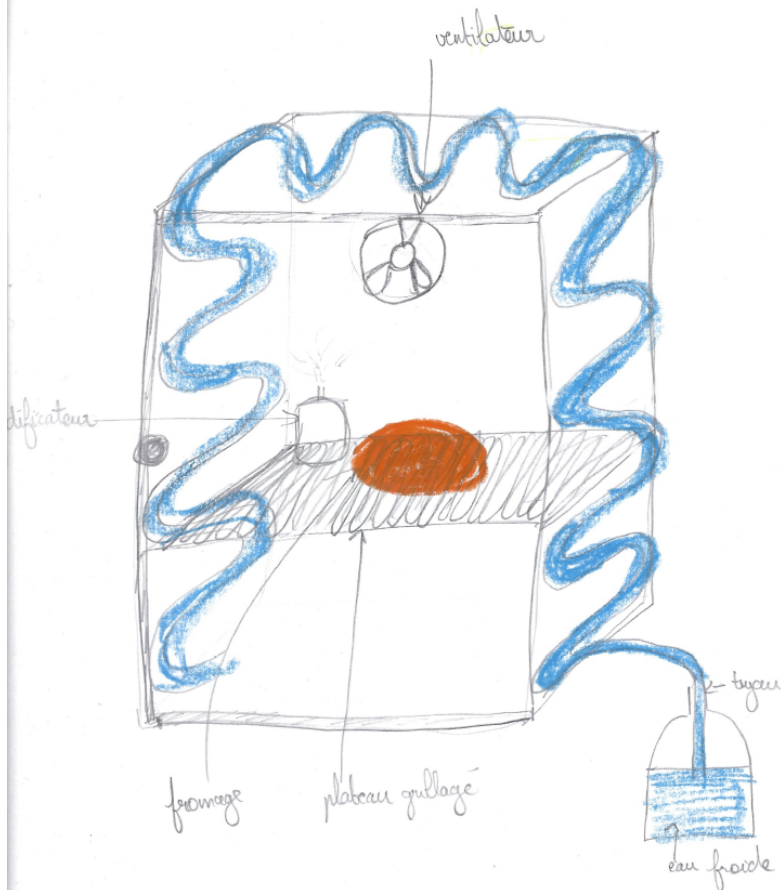
## **Description du procédé :**

Le capteur DH22 mesure la température et l'humidité. La température de la chambre doit être comprise entre 7 et 15°C.

Si la température dépasse la consigne de 15°C le Peltier est mis en route jusqu'à atteindre 11°C . Initialement, pour réguler l'humidité, nous avons pensé à utiliser le système suivant : si l'humidité est en dessous de 75% on met en route une pompe pour entrer l'air comprimé dans notre béccher d'eau afin de la faire buller et porter l'humidité à X%. Finalement nous avons utilisé un creuset rempli d'eau dans le fond de notre boîte. Cette eau en s'évaporant augmente l'humidité.

**02/11/2023**

Après de nombreuses réunions afin de discuter de comment réguler la température et l'humidité, nous avons pensé à construire le schéma suivant.



Finalement, ce schéma est irréalisable. En effet, il comporte de nombreuses incohérences (comme le fait que le circuit soit ouvert). De plus, nous voulions faire une boîte en plexiglass afin d'avoir un visuel. Or, celui-ci n'est pas conducteur de chaleur. Un circuit d'eau autour de la boîte n'aurait pas aidé au refroidissement à l'intérieur de la chambre.

**30/11/2023**

Aujourd'hui, nous avons effectué une simulation de notre projet sur Tinkercad et commencé à réaliser les branchements sur la breadboard. Malheureusement, nous n'avons pas pu les finaliser en raison d'un manque de matériel. Nous avons également discuté des aspects techniques de la régulation de l'humidité et de la température. Pour mieux visualiser la suite, nous avons convenu de fabriquer une maquette en carton.

**07/12/2023**

Nous nous sommes réunis pour fabriquer une maquette en carton de notre enceinte. Nous avons également discuté des moyens de réguler l'humidité, qui semble être notre principal défi. Nous avons opté pour un creuset rempli d'eau dans une boîte hermétique en polystyrène. Le polystyrène est un matériau isolant. Il est donc important que notre boîte soit construite dans ce matériau afin de conserver la température à l'intérieur.

**14/12/2023**

Nous avons découpé des plaques de polystyrène au cutter pour fabriquer la boîte. Pour l'esthétique, nous avons découpé une grille et des supports en plexiglas pour le présentoir. Nous les avons ensuite collés ensemble, mais la colle ne tenait pas suffisamment.

**19/12/2023**

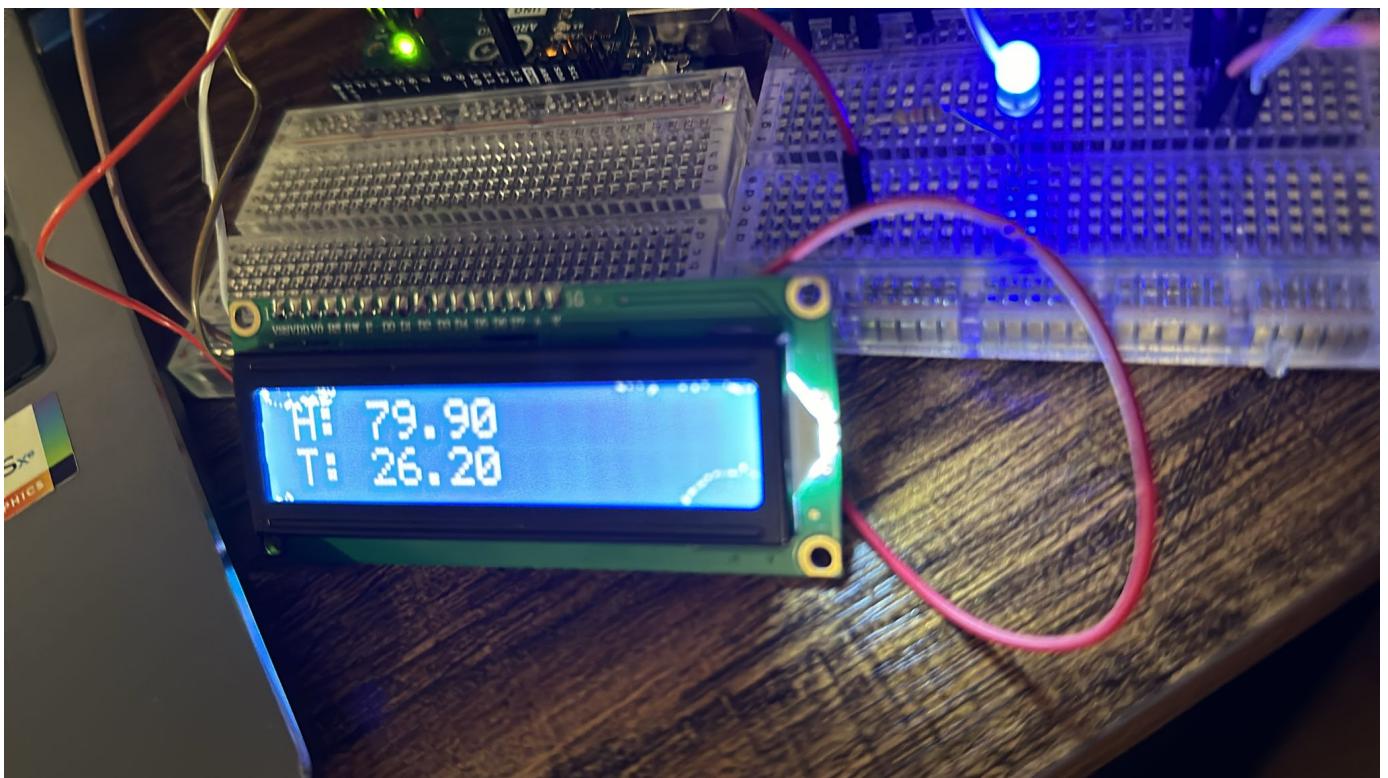
Nous avons finalement utilisé du scotch double face pour fixer les plaques de polystyrène. Nous avons ajouté une boîte en bois pour protéger les plaques de polystyrène et créer une deuxième enveloppe pour isoler l'intérieur. Nous avons rencontré un problème avec des espaces entre les plaques de polystyrène découpées au cutter. Idéalement, nous aurions dû utiliser un fil chauffant pour les couper, mais l'appareil ne fonctionnait pas.

**21/12/2023**

Nous avons utilisé de la mousse polyuréthane pour combler les trous de notre enveloppe en polystyrène, achevant ainsi la construction de l'enveloppe isolante. Il ne nous reste plus qu'à fixer la porte (pour avoir un visuel sur l'intérieur) et à tester notre système de régulation.

**Pendant les vacances :**

Nous avons réalisé les branchements de notre circuit électronique et testé le code afin de voir si la régulation fonctionne. Nous avons donc fixé la température à 25°C afin de voir si une fois la température atteinte le ventilateur s'allume. Tout semble fonctionner. Cependant il nous manque un second relais pour le Peltier. Nous n'avons donc pas pu le tester.



**19/01/2024**

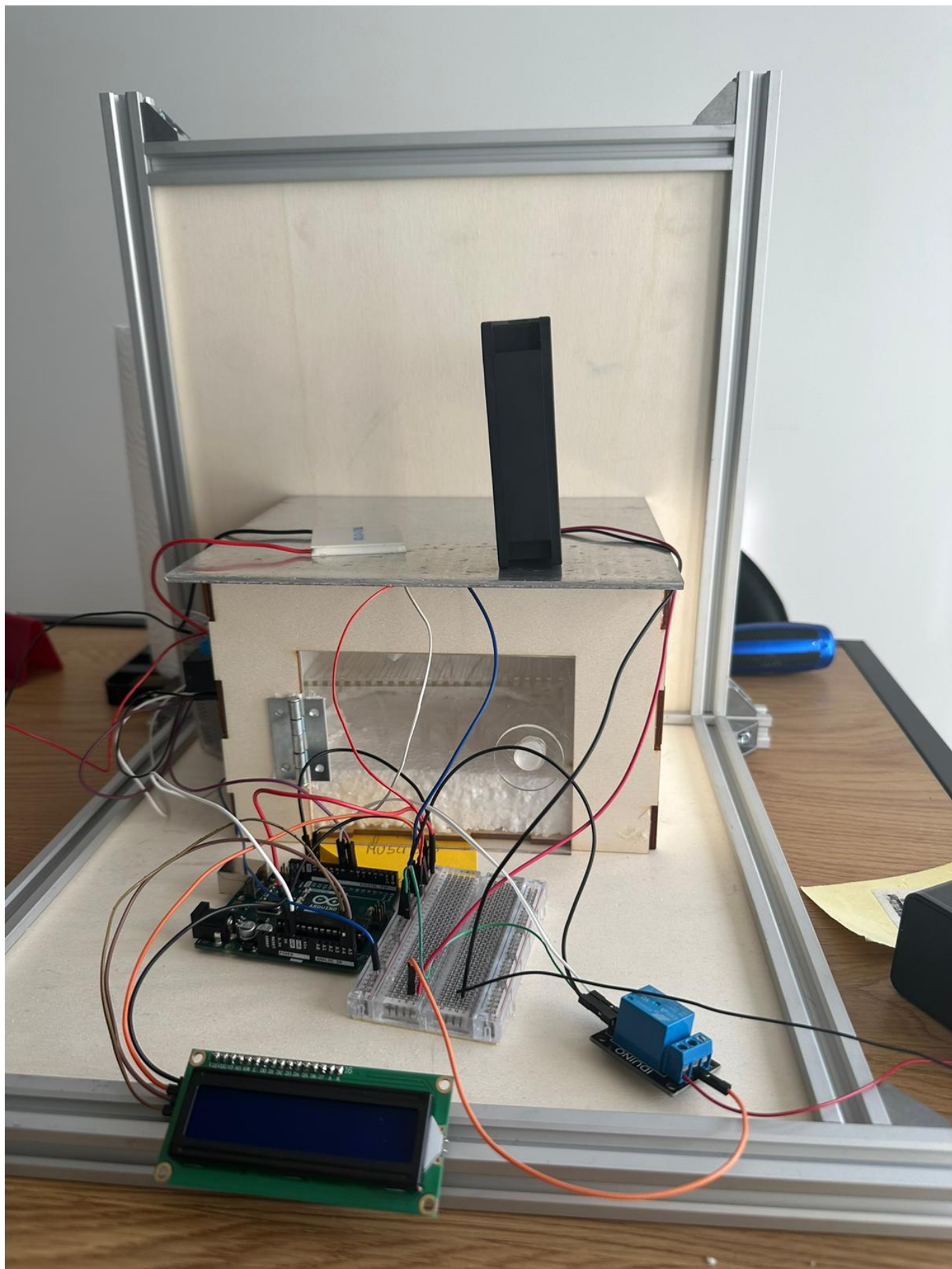
Nous avons obtenu le relais qui nous manquait. Cependant, un composant de l'alimentation ne fonctionnait plus et nous avons passé du temps à en identifier la source. Après résolution du problème, nous avons commencé à souder les composants. Nous avons également installé la porte avec une charnière fixée avec du scotch double face.

## **26/01/2024**

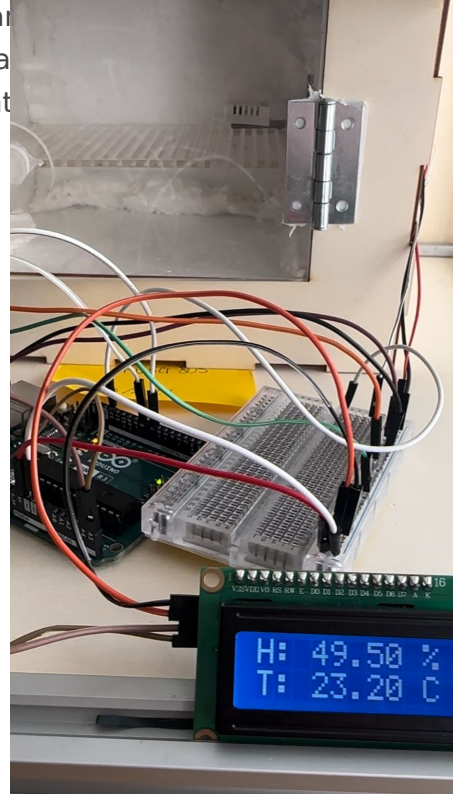
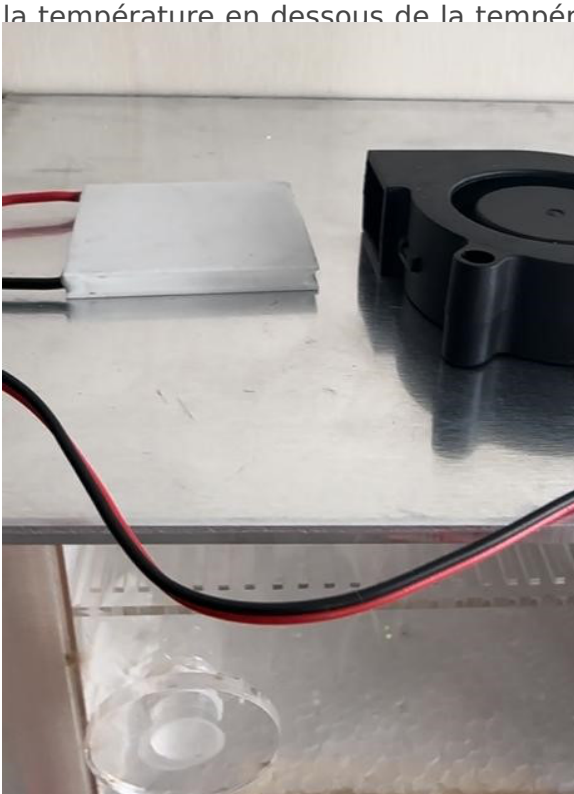
Nous avons ajouté le module Peltier à notre circuit après avoir récupéré un deuxième relais. Cependant, le relais que nous avions initialement ne fonctionnait pas correctement, restant constamment en position NC (normalement fermé). Par conséquent, lors de l'envoi du signal d'activation, il ne basculait pas vers la position NO (normalement ouvert), rendant la régulation inefficace. Nous avons donc demandé un nouveau relais afin de retester notre configuration.

Nous avons tenté de faire fonctionner simultanément les deux composants (ventilateur et Peltier) à l'aide d'un seul relais. Cependant, cela ne réussissait qu'en sens inverse, entraînant une aspiration de chaleur par le ventilateur au lieu de sa dissipation. En essayant de remédier à cela en inversant le sens d'alimentation (+ vers le -), nous avons endommagé le ventilateur. Contrairement à un ventilateur à courant alternatif, un ventilateur fonctionnant en courant continu ne peut pas opérer dans le sens inverse. Ainsi, nous avons dû récupérer un deuxième ventilateur pour poursuivre nos essais.



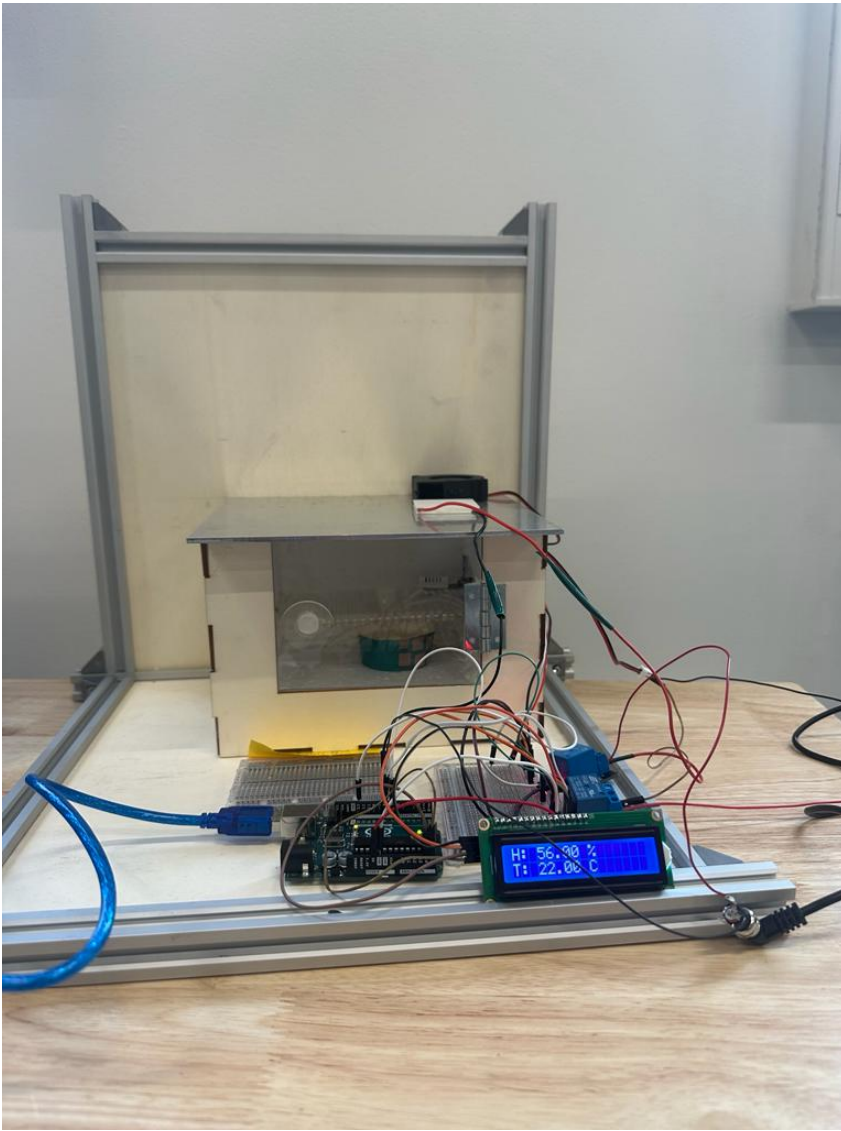


Avec l'ajout du nouveau ventilateur et du second relais, une fois que nous avons reconfiguré ce dernier, le circuit s'est mis en marche. Le ventilateur et le module Peltier fonctionnent désormais en respectant les consignes. Cependant, le système de refroidissement ne parvient pas à abaisser la température en dessous de la température ambiante (on totale auraient pu avoir une température d'entrée d'air) et



### **Le résultat final :**

Nous avons réussi à concevoir une boîte de refroidissement dotée d'un circuit fonctionnel, maintenant la température à 22°C avec un peltier de petite taille. Toutefois, en reproduisant le même circuit et le même code avec un peltier plus imposant, ou en utilisant plusieurs peltiers recouvrant complètement la surface métallique (en haut), et un ventilateur plus puissant pour dissiper la chaleur, nous aurions aisément pu atteindre une température inférieure à 15°C. Pour réguler l'humidité, nous avons ajouté un fond d'eau, provoquant son augmentation.

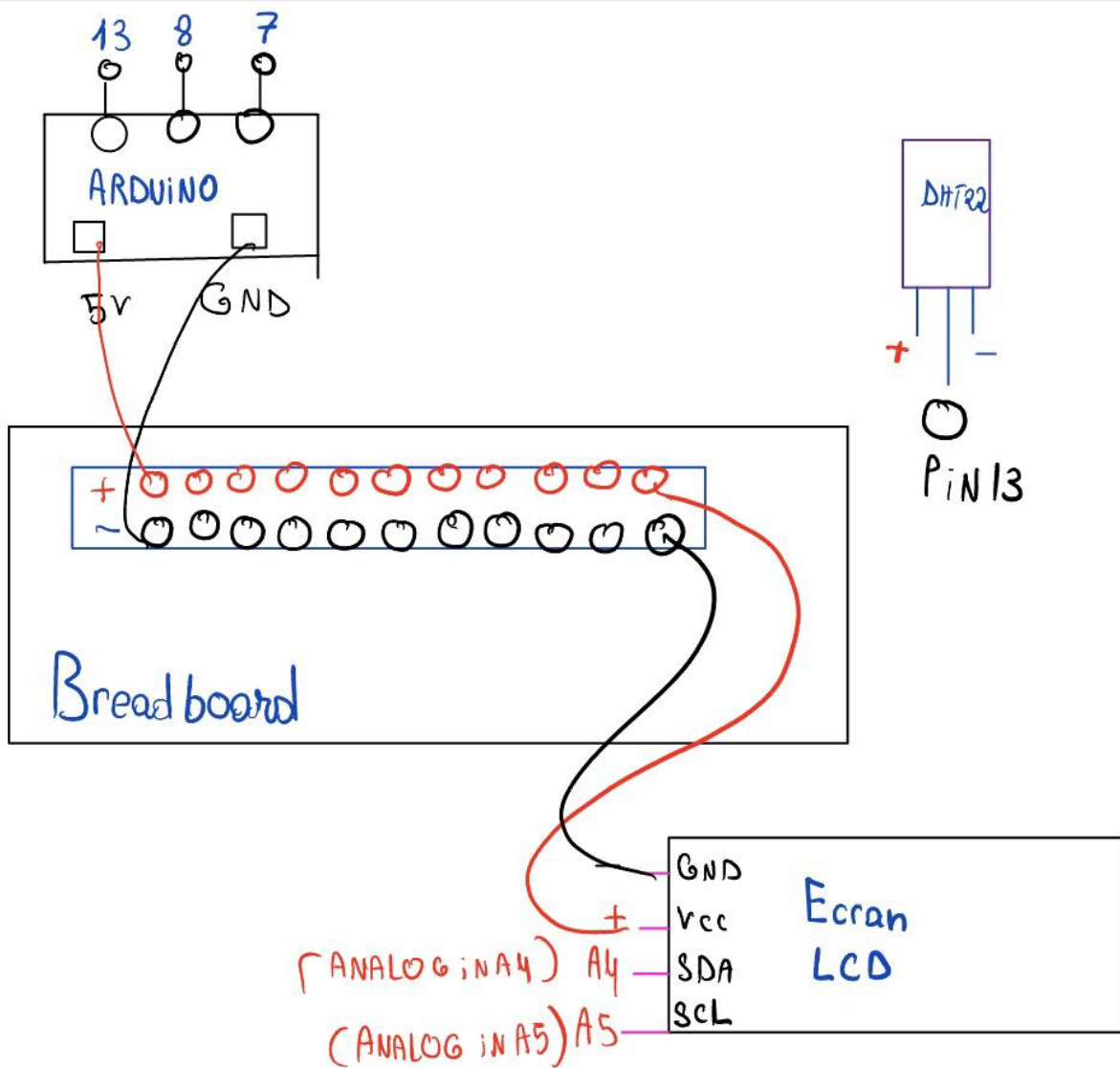


### **Circuit :**

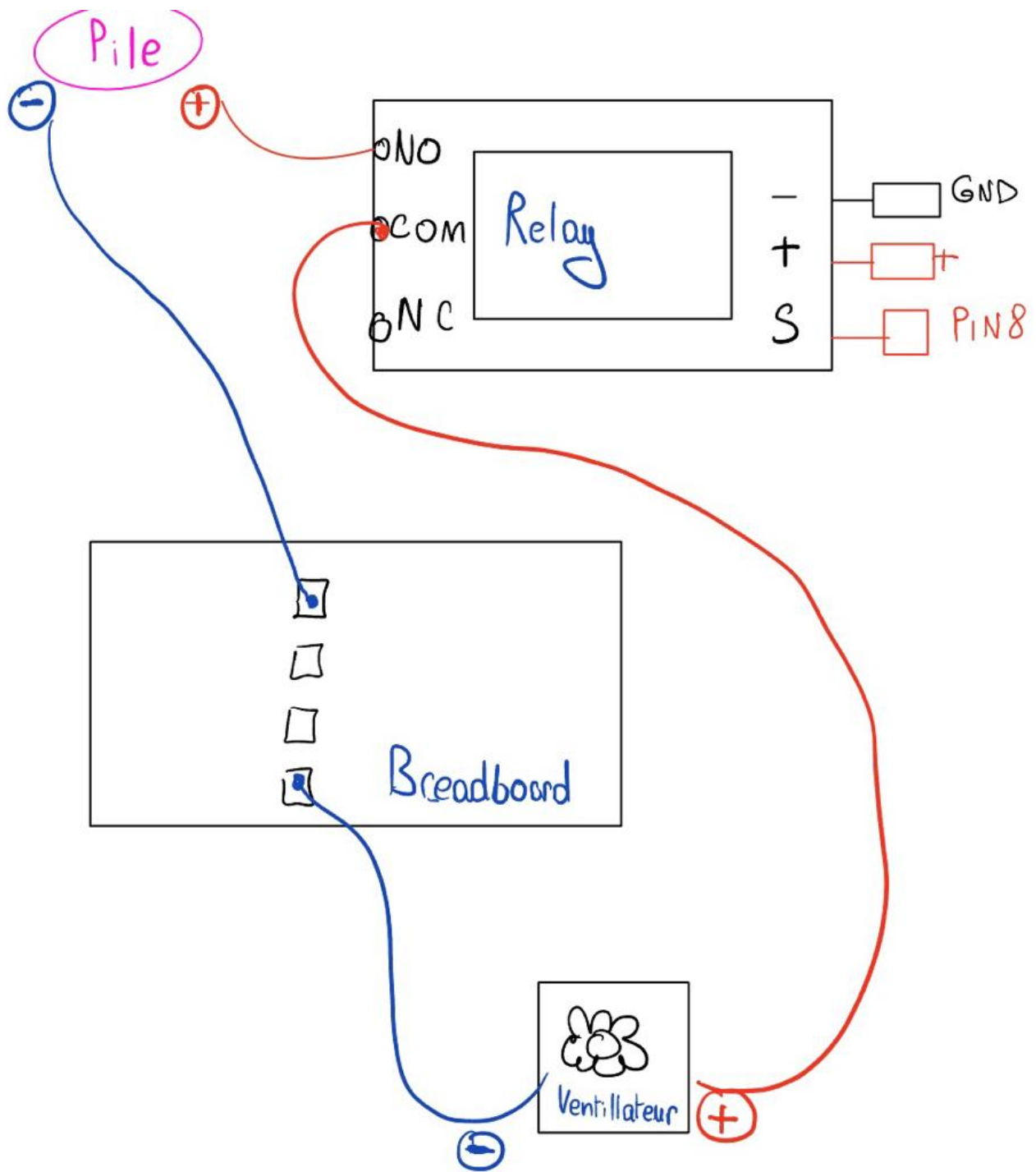
Voici un schéma détaillé de comment nous avons configuré chaque composant dans notre circuit Arduino selon les étapes :

### **Le DHT22 et l'écran LCD :**

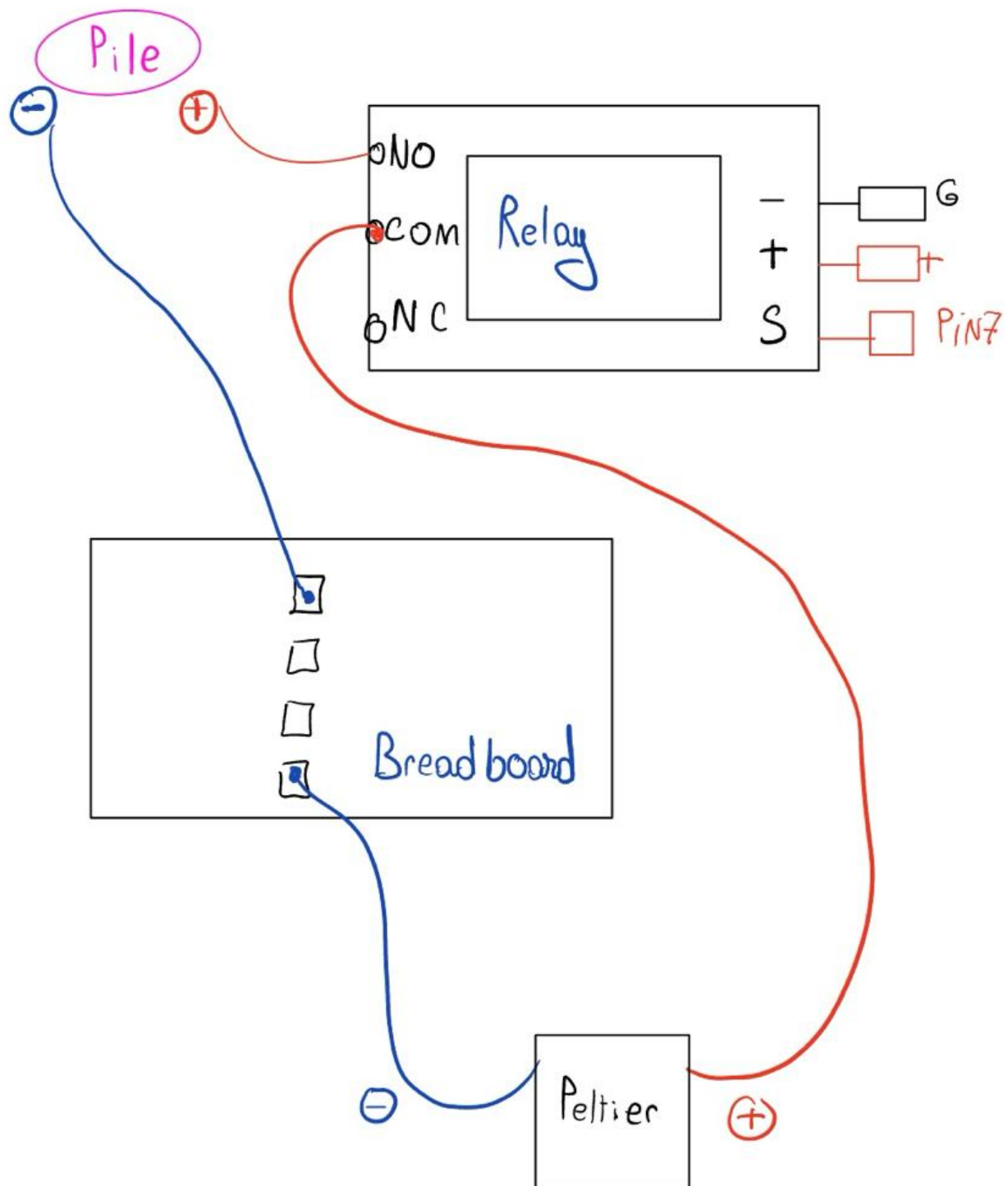




**Ventilateur avec un relais :**



Peltier avec un relais :



### Le code ARDUINO :

**Voici le code que nous avons utilisé pour faire fonctionner notre circuit :**

```
#include "Wire.h"
#include "LiquidCrystal_I2C.h"
#include <DHT.h>
```

```
#define DHTPIN 13
#define DHTTYPE DHT22
#define RELAY 8
#define PELTIER 7
#define SEUIL_TEMP 20
DHT dht(DHTPIN, DHTTYPE);

float hum;
float temp;

LiquidCrystal_I2C lcd = LiquidCrystal_I2C(0x27, 16, 2);

void setup() {
  lcd.init();
  lcd.backlight();
  dht.begin();
  pinMode(RELAY, OUTPUT);
  pinMode(PELTIER, OUTPUT);
}

void loop() {
  hum = dht.readHumidity();
  temp= dht.readTemperature();
  lcd.setCursor(0, 0);
  lcd.print("H: ");
  lcd.print(hum);
  lcd.print(" %");
  lcd.setCursor(0 ,1);
  lcd.print("T: ");
  lcd.print(temp);
  lcd.print(" C");

  if(temp >= SEUIL_TEMP)
  {
    digitalWrite(RELAY, HIGH);
    digitalWrite(PELTIER, HIGH);
  }
  else
  {
    digitalWrite(RELAY,LOW);
    digitalWrite(PELTIER,LOW);
  }
}
```

Les bibliothèques nécessaires pour le LCD et le DHT22 sont déjà disponibles.

Le fonctionnement du ventilateur et du Peltier est contrôlé par des relais que nous manipulons via la PIN correspondant au signal d'entrée.

## Conclusion :

En conclusion, malgré un bon code Arduino et un circuit électronique fonctionnant, nous n'avons pas réussi à refroidir la chambre à fromage. Cela est dû à la taille de la boîte. En effet, la boîte a un trop grand volume pour être refroidie que par un seul Peltier. Celui-ci ne refroidit que un volume équivalent à sa taille. Pour notre projet, il aurait donc fallu utiliser plusieurs Peltier (au moins 4).

Cependant, avec un creuset, l'humidité a augmenté dans la boîte. Ainsi, en attendant assez de temps, l'humidité souhaitée peut être atteinte.



---

Revision #23

Created 20 November 2023 16:48:28 by Yu Xin

Updated 1 February 2024 13:01:51 by Aboubeker Fadela