



# TABLES DES MATIERES

**ITRODUCTION ..... 2**

**OBJECTIF ..... 2**

**OUTILS ET COMPOSANTS ..... 2**

1) PROTEUS ISIS (SIMULATION DU CIRCUIT) : ..... 2

2) PROTEUS ARES (ROUTAGE PCB) : ..... 3

3) MIKROC PRO FOR PIC : ..... 3

4) LISTE DES COMPOSANTS : ..... 4

**CYCLE DE FONCTIONNEMENT : ..... 4**

1) ALIMENTATION DU SYSTEME : ..... 4

2) LECTURE DU CAPTEUR LM35 : ..... 4

3) CONVERSION ANALOGIQUE-NUMERIQUE (CAN) : ..... 4

4) CALCUL DE LA TEMPERATURE : ..... 4

5) AFFICHAGE SUR L’ECRAN LCD : ..... 5

6) MISE A JOUR CONTINUE : ..... 5

**SCHEMA ELECTRONIQUE..... 6**

**SIMULATION ..... 6**

**DISPOSITION DU CIRCUIT IMPRIME ..... 7**

1) CONCEPTION DU CIRCUIT (PCB LAYOUT) : ..... 7

2) VISUALISEUR 3D : ..... 8

**PROGRAMMATION MIKROC ..... 9**

**CONCLUSION..... 10**

**BIBLIOGRAPHIE & REFERENCES.....ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.**

**GTIHUB..... 10**

Université IBN ZOHR Faculté des sciences		Rapport projet PCB
Conception matérielle et circuits programmables		2024/2025
M1 : Ingénierie Informatique et Systèmes Embarqués		

## INTRODUCTION

Le thermomètre numérique est un dispositif électronique conçu pour mesurer et afficher la température ambiante dans un environnement donné. Il permet une surveillance précise et continue de la température, ce qui est essentiel dans de nombreux domaines tels que l'agriculture, la domotique, les laboratoires, les systèmes de chauffage, ou encore la conservation de produits sensibles à la température.

Ce type d'appareil utilise généralement un capteur analogique de température (comme le LM35) capable de fournir une tension proportionnelle à la température. Cette tension est ensuite traitée par un microcontrôleur (dans notre cas, le PIC16F877A), qui effectue la conversion analogique-numérique et affiche la température sur un écran LCD.

Le thermomètre numérique permet une lecture directe et fiable de la température, sans nécessiter d'étalonnage complexe. Il peut aussi être intégré dans des systèmes de contrôle plus vastes, par exemple pour déclencher des alarmes ou des ventilateurs si une certaine température est dépassée.

## OBJECTIF

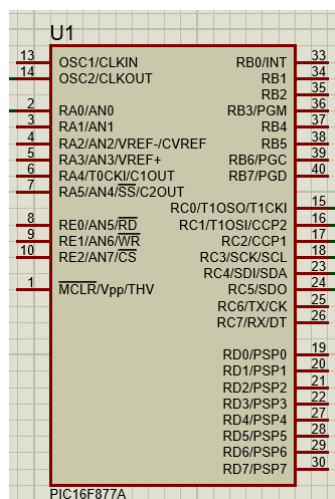
L'objectif principal de ce projet est de concevoir et réaliser un système électronique capable de mesurer la température ambiante à l'aide d'un capteur analogique (LM35) et d'afficher cette température en temps réel sur un écran LCD 16x2.

## OUTILS ET COMPOSANTS

### 1) Proteus ISIS (Simulation du circuit) :

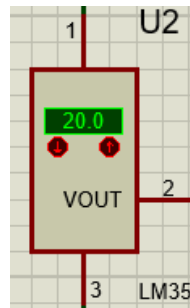
Utilisé pour simuler le montage électronique comprenant :

- Le microcontrôleur **PIC16F877A**:



Université IBN ZOHR Faculté des sciences		Rapport projet PCB
Conception matérielle et circuits programmables		2024/2025
M1 : Ingénierie Informatique et Systèmes Embarqués		

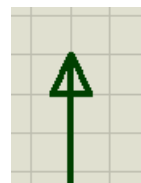
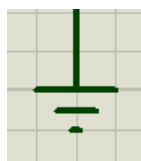
- Le capteur de température **LM35**:



- L'écran **LCD 16x2**:



- Les connexions et l'alimentation:



## 2) Proteus ARES (Routage PCB) :

- Utilisé pour créer le **schéma de circuit imprimé (PCB)** à partir du schéma ISIS.
- Permet de générer les pistes, les plans de masse, et la disposition des composants.

## 3) MikroC PRO for PIC :

- Environnement de développement intégré (IDE) pour programmer le **PIC16F877A**.
- Outils inclus :
  - Éditeur de code en langage C

Université IBN ZOHR Faculté des sciences		Rapport projet PCB
Conception matérielle et circuits programmables		2024/2025
M1 : Ingénierie Informatique et Systèmes Embarqués		

- Compilateur pour générer le fichier **.hex**
- Bibliothèques intégrées pour LCD, ADC, etc.
- Génération automatique des fichiers nécessaires à la simulation dans Proteus.

#### 4) Liste des composants :

Composant	Référence	Rôle
Microcontrôleur	PIC16F877A	Cerveau du système, lit les données du capteur LM35 et contrôle le LCD.
Capteur de température	LM35	Capteur analogique qui fournit une tension proportionnelle à la température.
Écran LCD	LCD 16x2 (HD44780)	Affiche la température mesurée en temps réel.
Potentiomètre	5k $\Omega$	Réglage fin du contraste de l'afficheur LCD.
Alimentation	5V	Fournit la tension nécessaire à tous les composants.
Fils de connexion	-	Relient les composants entre eux dans le schéma ou la maquette.

## CYCLE DE FONCTIONNEMENT :

### 1) Alimentation du système :

- Le circuit est alimenté en 5V. Le microcontrôleur, le capteur LM35 et le LCD reçoivent la tension nécessaire pour fonctionner.

### 2) Lecture du capteur LM35 :

- Le capteur LM35 mesure la température ambiante et génère une tension analogique proportionnelle (10 mV/°C).

Par exemple : 250 mV correspond à 25°C.

### 3) Conversion analogique-numérique (CAN) :

- Le microcontrôleur PIC16F877A lit la tension produite par le LM35 via l'entrée analogique RA0.
- Le convertisseur CAN intégré convertit cette tension en une valeur numérique comprise entre 0 et 1023 (résolution 10 bits).

### 4) Calcul de la température :

Université IBN ZOHR Faculté des sciences		Rapport projet PCB
Conception matérielle et circuits programmables		2024/2025
M1 : Ingénierie Informatique et Systèmes Embarqués		

- Le programme effectue une conversion mathématique pour transformer la valeur numérique en température (en °C).
- Formule utilisée :

$$\text{Température (°C)} = (\text{ADC\_Value} * 5.0 / 1023.0) * 100$$

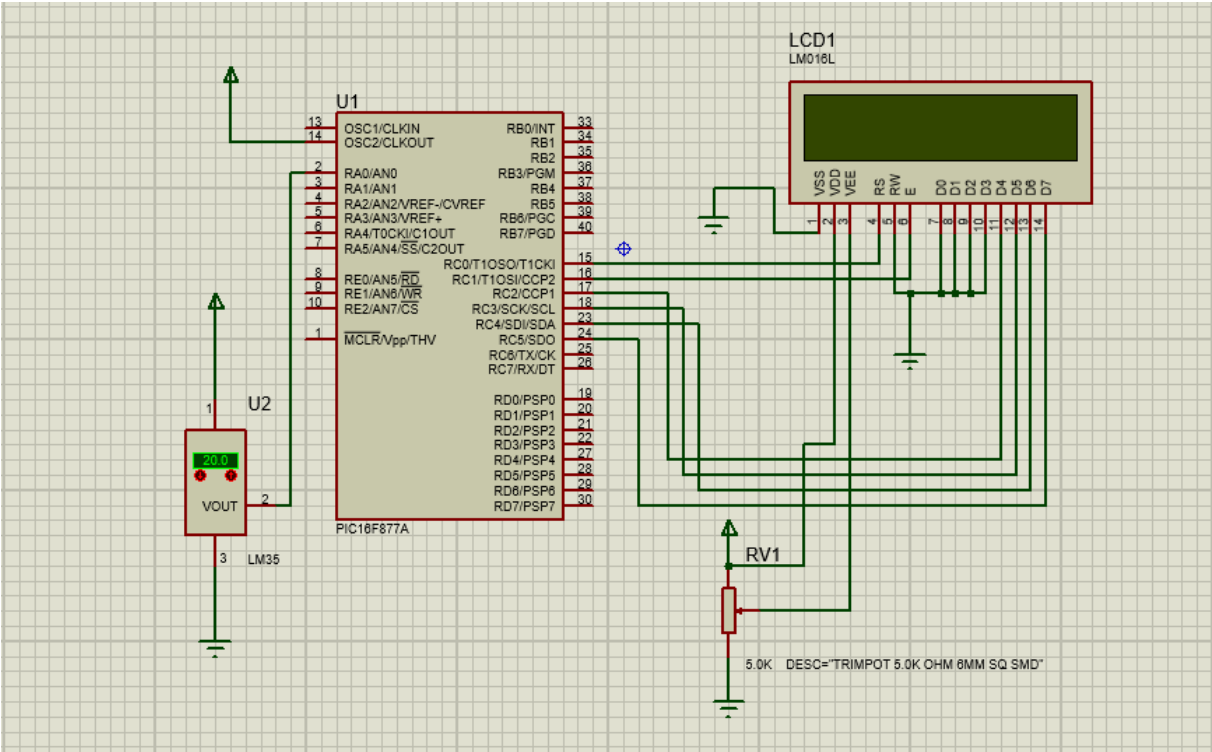
#### 5) Affichage sur l'écran LCD :

- La température calculée est convertie en chaîne de caractères et affichée sur l'écran LCD 16x2.
- Exemple d'affichage : **Temp : 25.00 C**

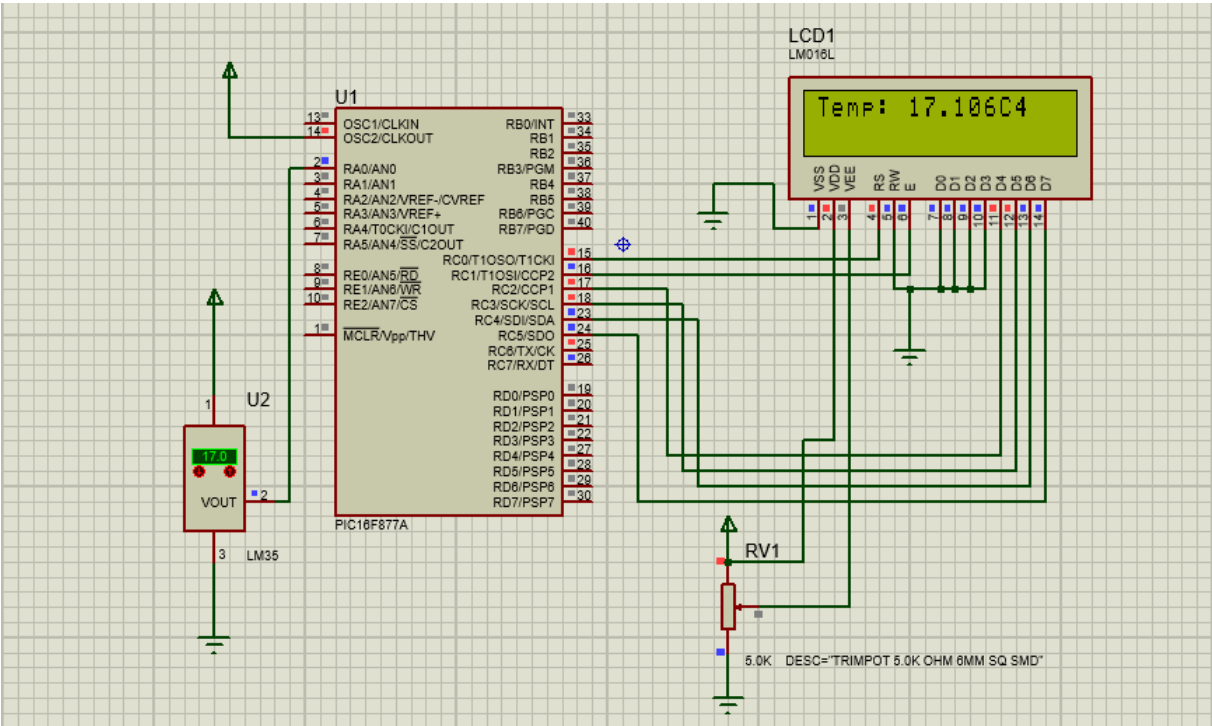
#### 6) Mise à jour continue :

- Le système répète ce cycle en continu (toutes les 1 seconde), ce qui permet une mise à jour en temps réel de la température.

Schéma électronique



SIMULATION

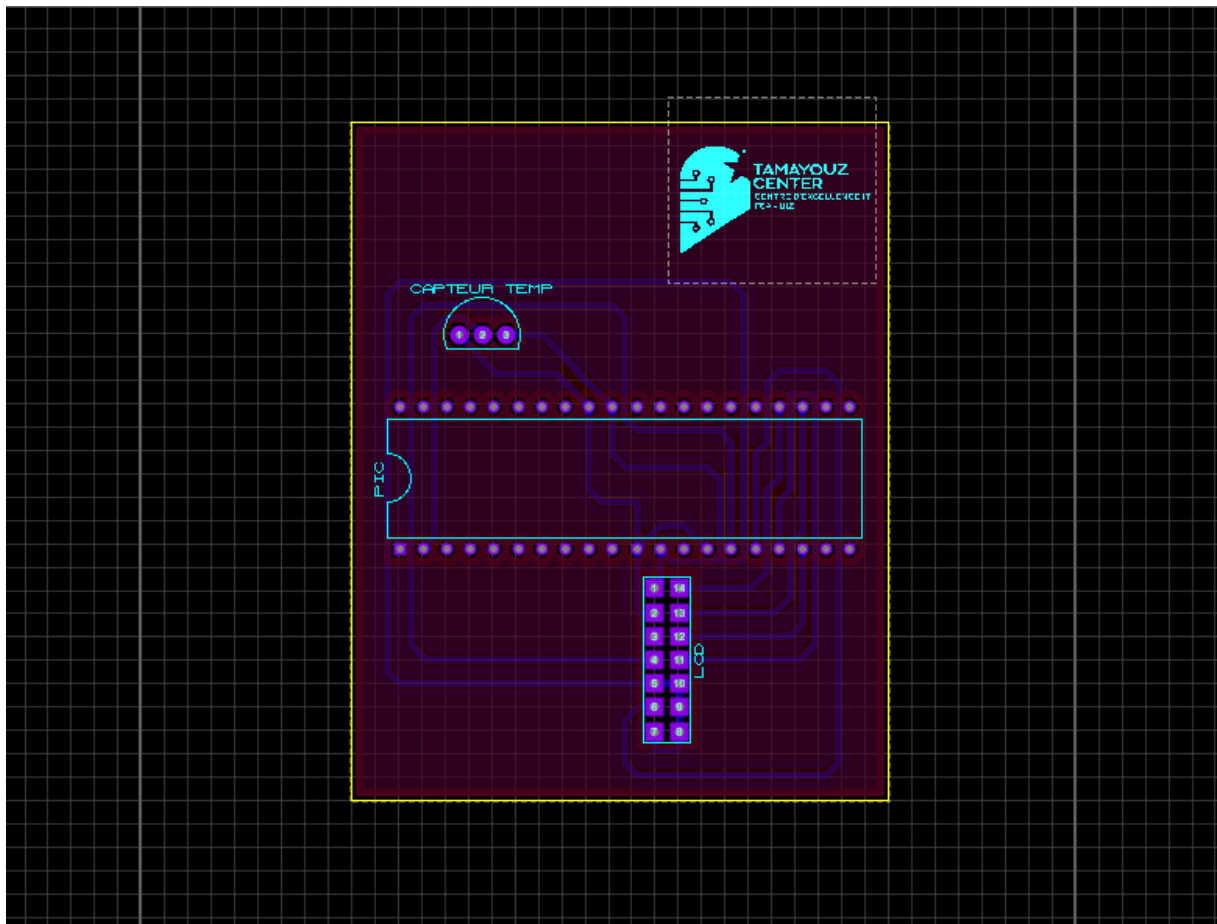


Université IBN ZOHR Faculté des sciences		Rapport projet PCB
Conception matérielle et circuits programmables		2024/2025
M1 : Ingénierie Informatique et Systèmes Embarqués		

## DISPOSITION DU CIRCUIT IMPRIME

### 1) Conception du circuit (PCB Layout) :

- Après avoir terminé le schéma électrique sous Proteus ISIS, nous avons converti ce schéma en fichier PCB à l'aide de Proteus ARES
- Dans ARES, nous avons :
  - Importé automatiquement tous les composants présents dans le schéma ISIS
  - Placés manuellement les composants sur la carte en respectant une disposition logique et compacte, afin de minimiser les longueurs des pistes
- Une fois les composants correctement positionnés :
  - Nous avons lancé le routage automatique (auto-router) pour générer automatiquement les pistes reliant les broches
- Si nécessaire :
  - Nous avons ajusté certaines pistes manuellement pour améliorer la lisibilité du circuit, éviter les croisements et optimiser l'organisation générale

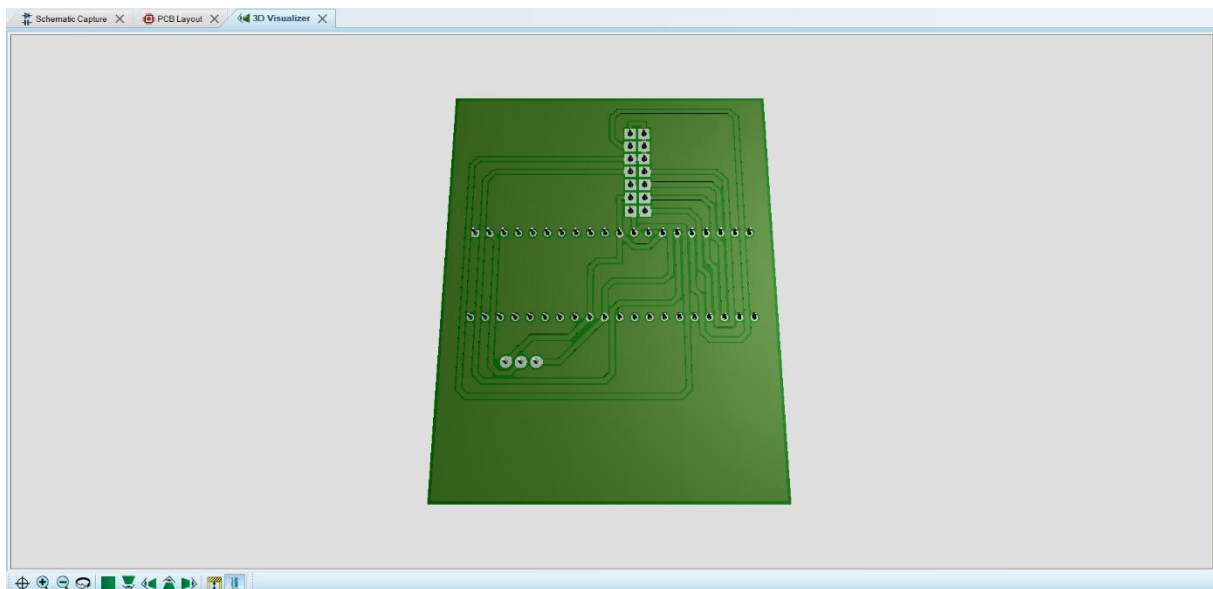
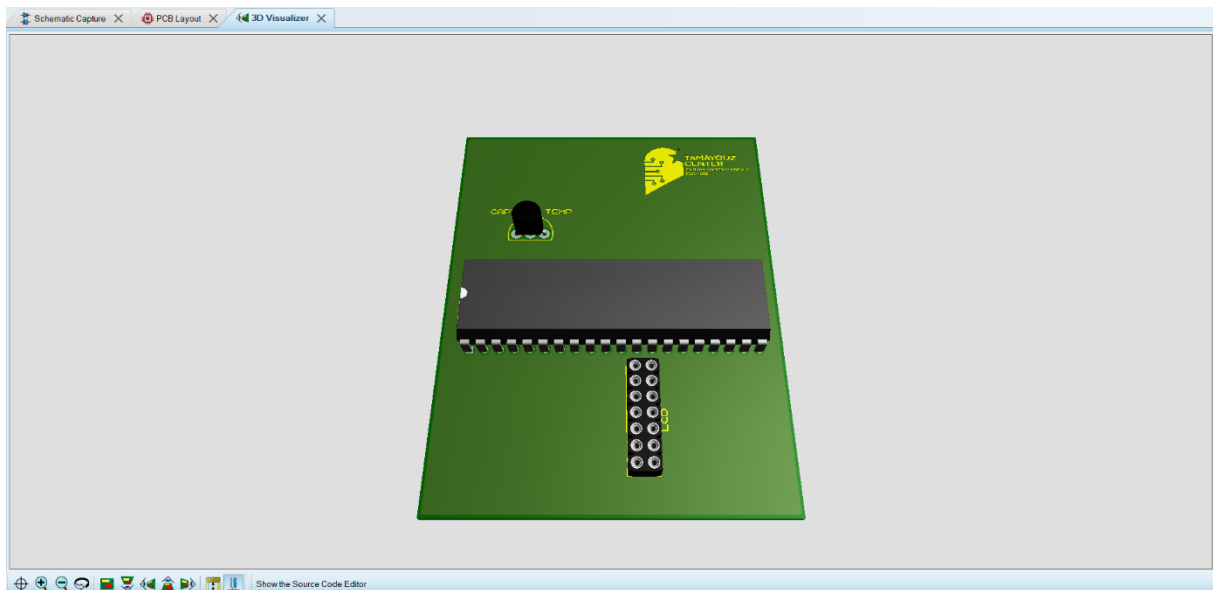




Université IBN ZOHR Faculté des sciences		Rapport projet PCB
Conception matérielle et circuits programmables		2024/2025
M1 : Ingénierie Informatique et Systèmes Embarqués		

## 2) Visualiseur 3D :

- Une fois le tracé des pistes achevé, nous avons tiré parti de la vue en trois dimensions proposées par Proteus ARES
- Cette représentation 3D s'est avérée très précieuse pour contrôler l'aspect final du circuit imprimé avant sa réalisation physique



Université IBN ZOHR Faculté des sciences		Rapport projet PCB
Conception matérielle et circuits programmables		2024/2025
M1 : Ingénierie Informatique et Systèmes Embarqués		

- **Visualiseur 3D** : La visionneuse 3D transforme votre configuration 2D en 3D, incluant l'épaisseur de la carte, les modèles de composants et le rendu de la sérigraphie, des soudures et des pistes/vias. Les composants sont renseignés en fonction de leur état d'installation lors de l'utilisation de variantes d'assemblage, offrant ainsi une visualisation précise du produit assemblé dans chaque cas. Plusieurs vues prédéfinies de la carte sont disponibles, ainsi qu'une commande de retournement. Le zoom et la navigation par survol s'effectuent à la souris.

## PROGRAMMATION MikroC

CODE
<pre>//Configuration des broches du LCD (affectation aux broches du port C) sbit LCD_RS at RC0_bit; sbit LCD_EN at RC1_bit; sbit LCD_D4 at RC2_bit; sbit LCD_D5 at RC3_bit; sbit LCD_D6 at RC4_bit; sbit LCD_D7 at RC5_bit;  //Configuration des directions (entrée/sortie) des broches LCD sbit LCD_RS_Direction at TRISC0_bit; sbit LCD_EN_Direction at TRISC1_bit; sbit LCD_D4_Direction at TRISC2_bit; sbit LCD_D5_Direction at TRISC3_bit; sbit LCD_D6_Direction at TRISC4_bit; sbit LCD_D7_Direction at TRISC5_bit;  //Déclaration des variables char txt[16];          // Chaîne de caractères pour afficher la température unsigned int adc_value; // Valeur lue par le convertisseur analogique/numérique (ADC) float temperature;     // Température en degrés Celsius  void main() {     ADCON1 = 0x80;      // Configure AN0 (RA0) comme entrée analogique     TRISA = 0xFF;       // Configure tout le port A en entrée (pour capteur LM35)     TRISC = 0x00;       // Configure tout le port C en sortie (pour le LCD)      Lcd_Init();         // Initialise le LCD     Lcd_Cmd(_LCD_CLEAR); // Efface l'écran du LCD     Lcd_Cmd(_LCD_CURSOR_OFF); // Désactive le curseur clignotant      while(1) {         adc_value = ADC_Read(0); // Lire la valeur analogique sur AN0         temperature = (adc_value * 5.0 / 1023.0) * 100.0; // Conversion en °C selon la formule du LM35          FloatToStr(temperature, txt); // Convertit la température (float) en texte         Lcd_Cmd(_LCD_CLEAR);          // Efface l'écran du LCD         Lcd_Out(1, 1, "Temp: ");      // Affiche "Temp: " sur la première ligne     } }</pre>

Université IBN ZOHR Faculté des sciences		Rapport projet PCB
Conception matérielle et circuits programmables		2024/2025
M1 : Ingénierie Informatique et Systèmes Embarqués		

```

Lcd_Out(1, 7, txt);    // Affiche la température convertie
Lcd_Out(1, 13, "C");  // Affiche le symbole °C

Delay_ms(1000); // Attendre 1 seconde avant la prochaine lecture
}
}

```

## CONCLUSION

Ce projet de système de mesure et d’affichage de la température, a permis de mettre en œuvre plusieurs notions fondamentales de l’électronique et de la programmation embarquée

Grâce à l’environnement de développement **mikroC PRO** for **PIC** et aux outils de simulation et conception **Proteus ISIS** et **ARES**, nous avons pu concevoir, simuler, coder et visualiser notre circuit de manière complète et efficace

Ce projet peut facilement être intégré dans diverses applications telles que :

- La surveillance de température ambiante dans des entrepôts ou serres,
- Des systèmes domotiques ou industriels,
- Ou encore comme support pédagogique pour l’apprentissage de l’électronique

## Bibliographie & Références

Datasheet du capteur LM35 – Texas Instruments. (s.d.). Récupéré sur <https://www.ti.com/lit/ds/symlink/lm35.pdf>

Datasheet du PIC16F877A – Microchip Technology Inc. (s.d.). Récupéré sur <https://ww1.microchip.com/downloads/en/DeviceDoc/39582b.pdf>

MikroElektronika – mikroC PRO for PIC Compiler Manual. (s.d.). Récupéré sur <https://download.mikroe.com/documents/compilers/mikroc/pic/mikroc-pro-for-pic-help.pdf>

## GTIHUB

- Scannez le QR Code ci-dessous pour accéder directement au dépôt GitHub contenant le code source, les schémas de simulation Proteus (ISIS & ARES) ainsi que la documentation complète du projet.

