

# Introduction à l'électronique digitale

## Microcontrôleurs

### **TP n. 4 Capteurs 2: Magnétomètre et Thermomètre**



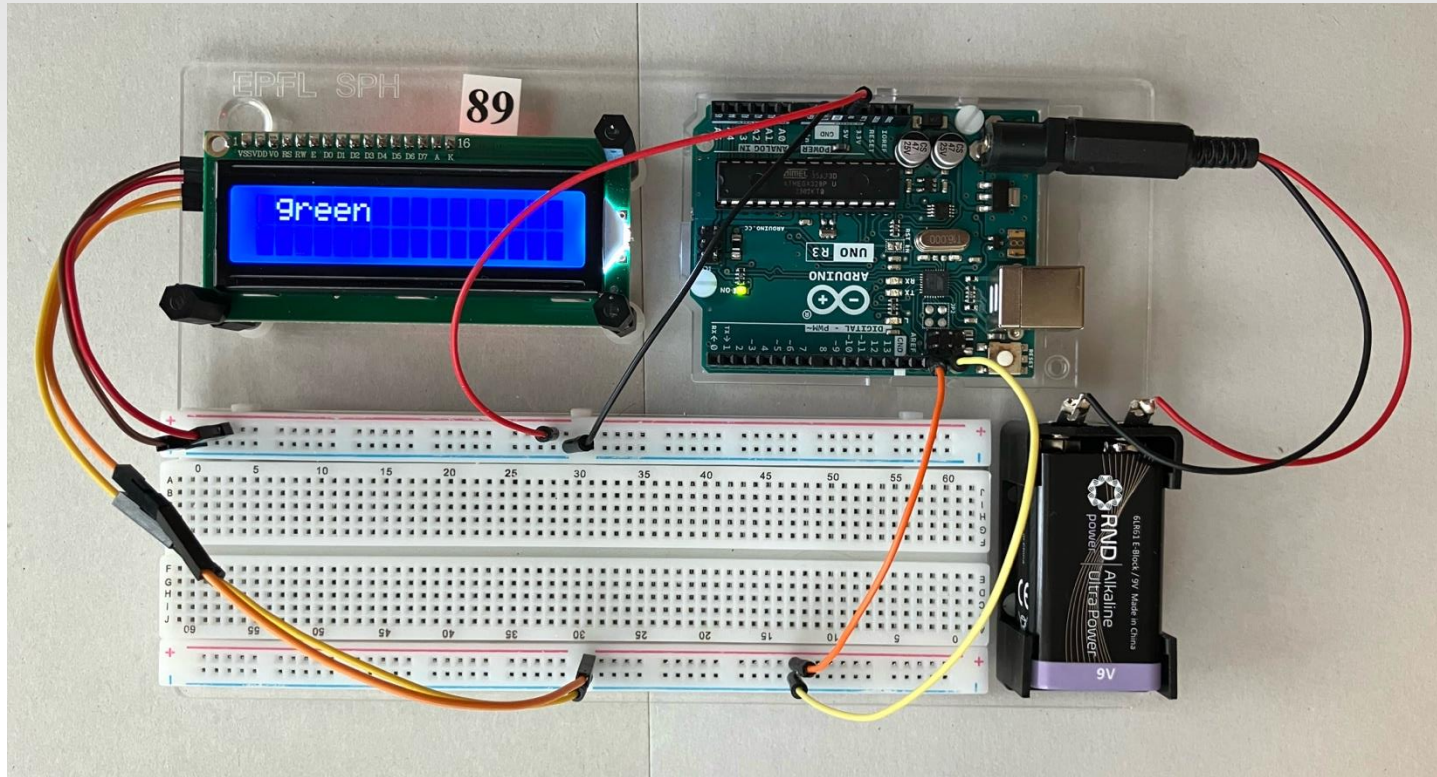
Section de Physique

D. Mari, C. Meinen

# Brancher le système de capteurs LSM9SD1 (avec interface I2C)



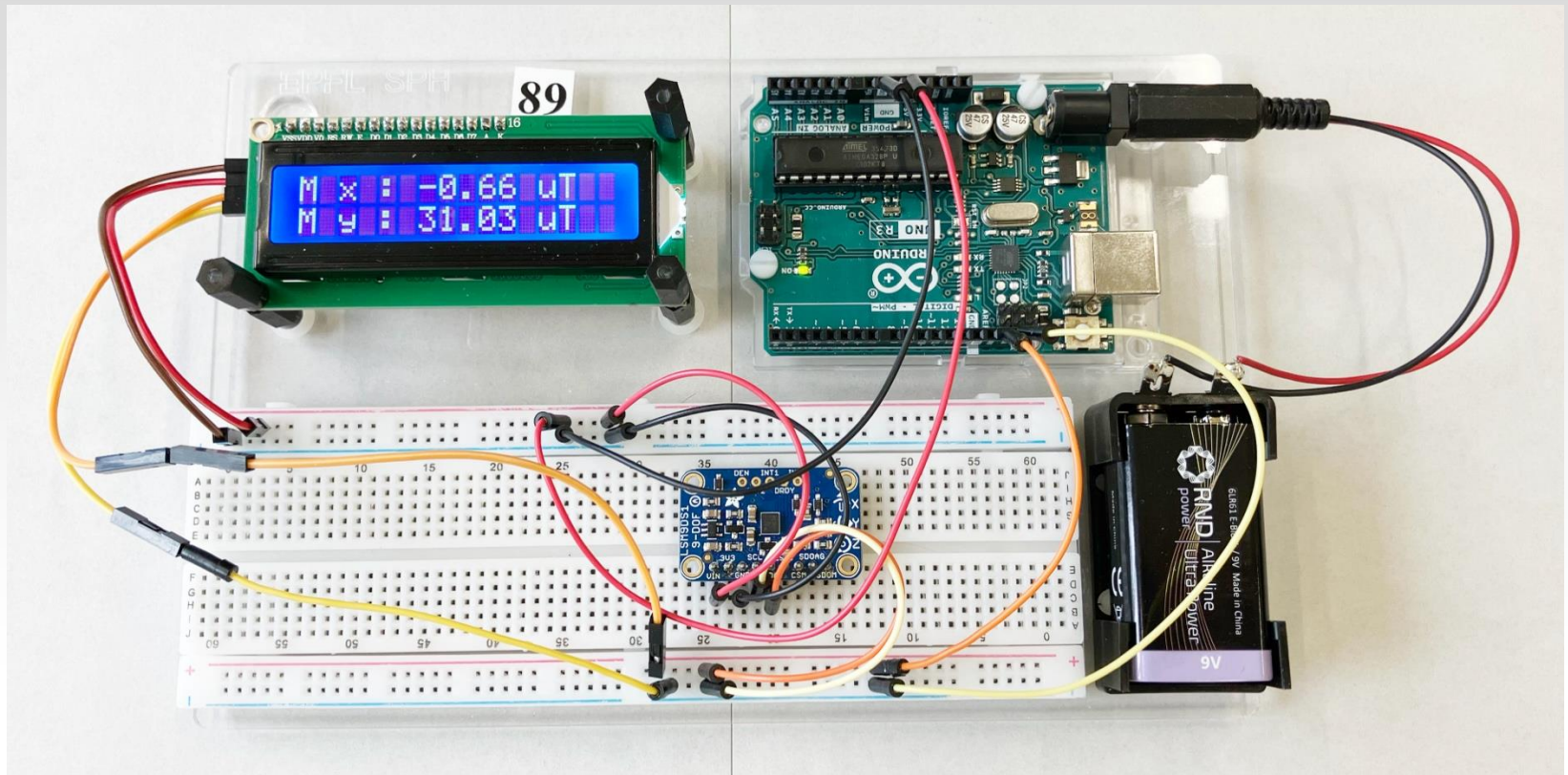
# Brancher l'écran LCD sur I2C



Conseil : utiliser deux pistes pour l'alimentation  
et 2 pistes pour SCL et SDA



# Magnétomètre 3 axes



Se familiariser avec le programme  
Magnetic.ino

Afficher le champ magnétique selon x,y,z

# Magnetic.ino

```
1  #include <Wire.h>
2  #include <SPI.h>
3  #include <Adafruit_LSM9DS1.h>
4  #include <Adafruit_Sensor.h>
5  #include <LiquidCrystal_I2C.h>
6
7  LiquidCrystal_I2C lcd(0x27, 16, 2);
8  Adafruit_LSM9DS1 lsm = Adafruit_LSM9DS1();
9
10 sensors_event_t a, m, g, temp;
11
12 void setupSensor()
13 {
14     // 1.) Set the accelerometer range
15     lsm.setupAccel(lsm.LSM9DS1_ACCEL_RANGE_2G);
16     //lsm.setupAccel(lsm.LSM9DS1_ACCEL_RANGE_4G);
17     //lsm.setupAccel(lsm.LSM9DS1_ACCEL_RANGE_8G);
18     //lsm.setupAccel(lsm.LSM9DS1_ACCEL_RANGE_16G);
19
20     // 2.) Set the magnetometer sensitivity
21     lsm.setupMag(lsm.LSM9DS1_MAGGAIN_4GAUSS);
22     //lsm.setupMag(lsm.LSM9DS1_MAGGAIN_8GAUSS);
23     //lsm.setupMag(lsm.LSM9DS1_MAGGAIN_12GAUSS);
24     //lsm.setupMag(lsm.LSM9DS1_MAGGAIN_16GAUSS);
25
26     // 3.) Setup the gyroscope
27     lsm.setupGyro(lsm.LSM9DS1_GYROSCALE_245DPS);
28     //lsm.setupGyro(lsm.LSM9DS1_GYROSCALE_500DPS);
29     //lsm.setupGyro(lsm.LSM9DS1_GYROSCALE_2000DPS);
30 }
```

Charger les librairies

- Adafruit LSM9DS1
- Adafruit Unified Sensor
- Adafruit BusIO
- LiquidCrystal I2C

Range 4 Gauss

# Magnetic.ino

```
Serial.println("LSM9DS1 data read demo");

// Try to initialise and warn if we couldn't detect the chip
if (!lsm.begin())
{
    Serial.println("Oops ... unable to initialize the LSM9DS1. Check your wiring!");
    while (1);
}
Serial.println("Found LSM9DS1 9DOF");
setupSensor();
lcd.init();
lcd.backlight();
}
```

```
void loop() {
    lsm.read();
    lsm.getEvent(&a, &m, &g, &temp);

    lcd.setCursor(0, 0);
    lcd.print("M x : ");
    lcd.setCursor(6, 0);
    lcd.print(m.magnetic.x);
    lcd.setCursor(11,0);
    lcd.print(" uT");

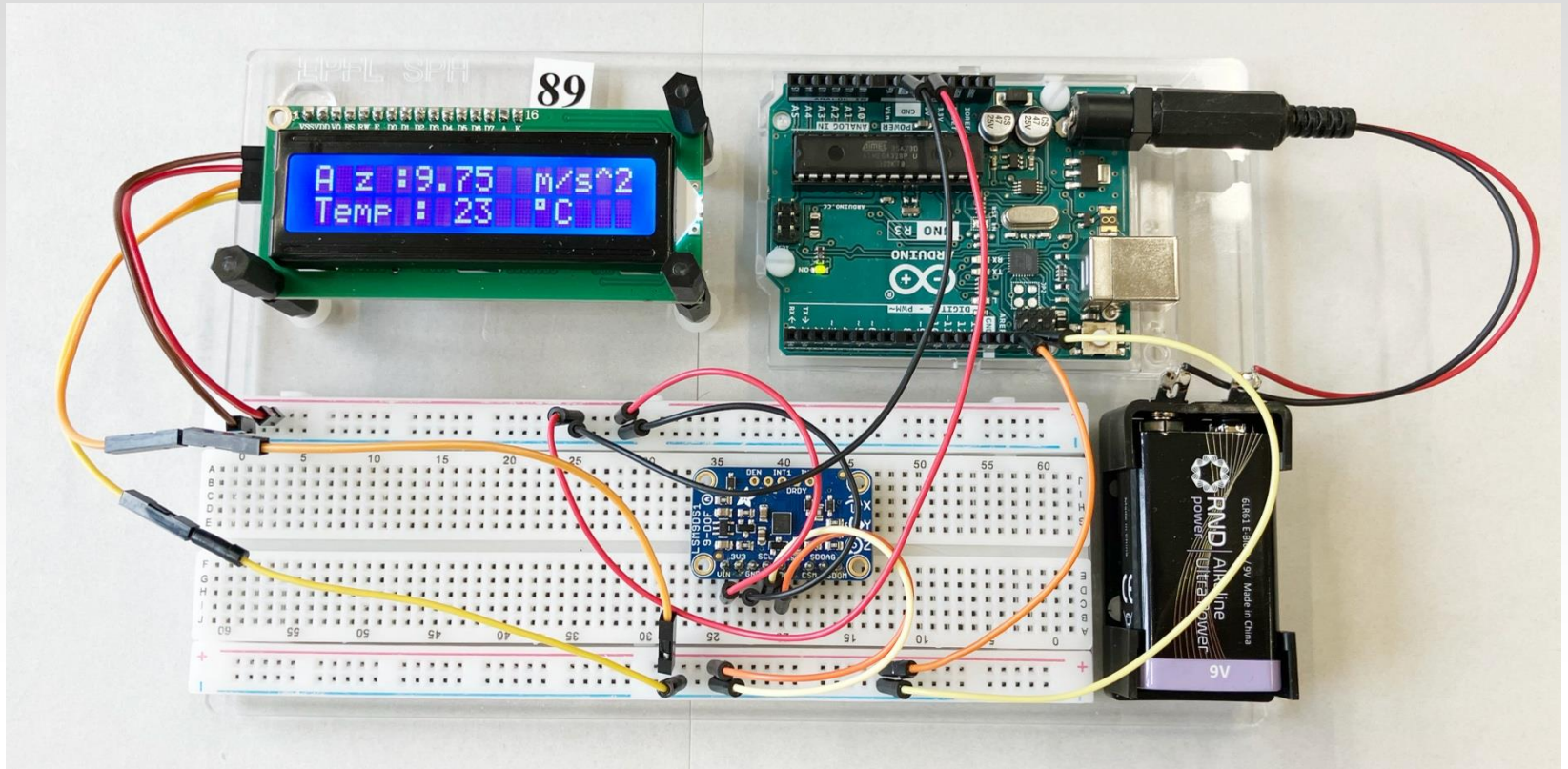
    lcd.setCursor(0,1);
    lcd.print("M z : ");
    lcd.setCursor(6, 1);
    lcd.print(m.magnetic.z);
    lcd.setCursor(11,1);
    lcd.print(" uT");
    delay(500);
}
```

# Magnétomètre 3 axes: exercices

Exercices suggérés:

- Peut-on mesurer le champ magnétique terrestre ?
- Prendre un aimant et mesurer le champ (ne pas s'approcher trop du capteur car risque de saturation). Adapter l'échelle de mesure.
- Vérifier que le magnétomètre mesure bien les lignes de champ magnétique (faire un petit schéma qui rend compte des mesures 3D)
- Y a-t-il une rémanence du champ magnétique ?

# Mesure de la température



Se familiariser avec le programme  
gravite\_temperature.ino

Afficher la température



# gravite\_temperature.ino

```
53 void loop() {  
54     lsm.read();  
55     lsm.getEvent(&a, &m, &g, &temp);  
56     degree = temp.temperature/16 + 25 + 11; //Fabricant : output 0 at 25°C + offset and 1 degree is 000F in hexadecimal  
57  
58     lcd.setCursor(0, 0);  
59     lcd.print("A z : ");  
60     lcd.setCursor(5, 0);  
61     lcd.print(a.acceleration.z);  
62     lcd.setCursor(9,0);  
63     lcd.print("  m/s^2");  
64  
65     lcd.setCursor(0,1);  
66     lcd.print("Temp : ");  
67     lcd.setCursor(7, 1);  
68     lcd.print(degree);  
69     lcd.setCursor(10,1);  
70     lcd.print(" \337C");  
71     delay(500);  
72 }
```

# Mesure de température

## exercices

Exercices suggérés:

- Mesure t-on la bonne température à l'ambient? Sinon programmer la correction nécessaire (noter que 1 ° C correspond à 000F en hexadecimal → échelle et que 0 correspond à 25 ° C
- Quelle est la précision, reproductibilité du thermomètre ?
- Mesurer votre propre température ou celle d'un objet