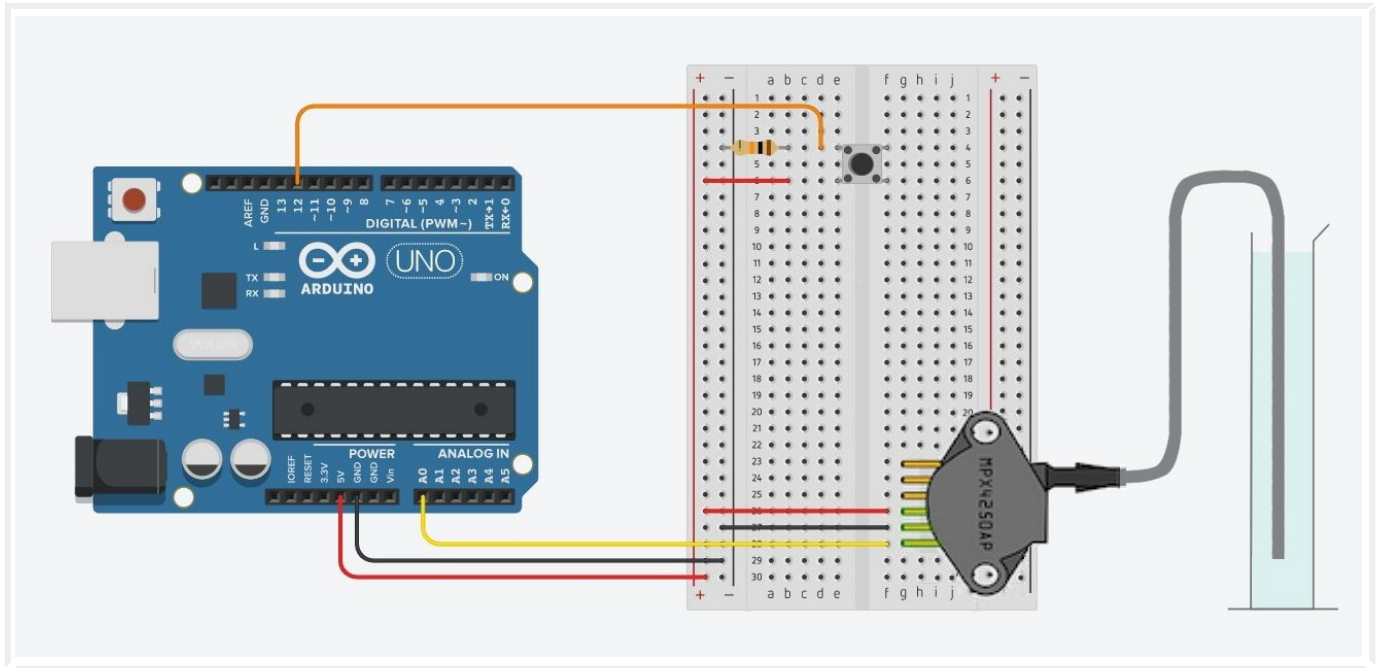


# *Pression – Statique des fluides*

## *(Principe fondamental de la statique des fluides)*



### Liste des composants :

- . 1 capteur de pression MPX4250AP
- . 1 résistance de 10 kΩ (résistance du circuit du bouton poussoir)
- . 1 bouton poussoir
- . 1 Eprouvette de 500 mL
- . 1 plaque d'essais
- . Fils de connexion

### Objectif

L'objectif de cette activité est de déterminer la profondeur d'immersion dans une colonne d'eau d'un tuyau relié à un capteur de pression MPX4250AP en appliquant le principe fondamental de la statique des fluides

### Énoncé du principe fondamental de la statique des fluides

La statique des fluides constitue l'étude des fluides au repos.

Les fluides se déforment sous l'effet de forces très faibles, un fluide n'a pas de forme propre.

On distingue les liquides et les gaz :

- Le liquide prend la forme du récipient qui le contient, mais il est incompressible ( $\rho$  varie peu avec P et T).
- Le gaz occupe tout le volume mis à sa disposition et il est compressible ( $\rho$  varie beaucoup avec P et T)

La pression est la même en tout point d'un même plan horizontal d'un fluide homogène au repos.

La différence de pression (en Pa) entre deux points A et B (Cf. schéma ci-dessous) d'un fluide homogène au repos est égale à :

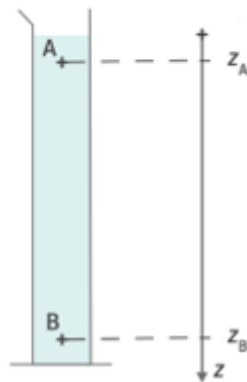
$$P_B - P_A = \rho g (Z_B - Z_A)$$

Où : . B est en-dessous de A,

.  $\rho$  = masse volumique du fluide en  $\text{kg.m}^{-3}$ ,

.  $g$  = champ de pesanteur ( $g = 9,81 \text{ m.s}^{-2}$ ),

.  $Z_B - Z_A$  = distance entre les plans horizontaux passant par A et B en m.



### . Descriptif de l'activité

Après avoir positionné le tuyau au niveau du point A, constituant l'origine du repère ( $Z_A=0$ ), et mesuré la pression  $P_A$  de ce point, on déplacera l'extrémité du tuyau (Point B) dans la colonne d'eau. Le microcontrôleur mesurera en continu la pression du point B et calculera la distance (en m) entre les 2 points :

$$Z_B = \frac{(P_B - P_A)}{\rho g}$$

Avec  $\rho_{\text{eau}} = 1000 \text{ kg/m}^3$

On a donc :

$$Z_B = \frac{1000 \Delta P(\text{en kPa})}{9,81 \times 1000} = \frac{\Delta P(\text{en kPa})}{9,81}$$

### Remarque :

La sensibilité du capteur de pression MPX4250AP est de 20 mV/kPa.

La résolution par défaut du convertisseur analogique/numérique de l'Arduino étant de l'ordre de 5 mV, il est possible de mesurer des différences de pression de 0,25 kPa, soit une différence de profondeur d'immersion (dz) d'environ 0,025 m (2,5 cm).

La précision de la mesure de  $\Delta z$  ( $Z_B - Z_A$ ) sera donc de  $\pm 2,5$  cm.

## **. Le programme**

Voici le code de l'activité :

```
Pression_statique_fluides

// Déclaration des constantes et variables

const int PinSensor=0;
const int PinButton= 12;

int ValSensor = 0;
float tension = 0.0;
float Pression = 0.0;
float PRef = 0.0;
float Dz=0.0;
float OldDz = 0.0;

int ValButton = 0;
int OldValButton = 0;
int State = 0;
int OldState = 0;
boolean BtnAppui = false;

// Initialisation des entrées et sorties

void setup() {
  Serial.begin(9600);
  pinMode(PinButton, INPUT);
  Serial.print("Placer le tuyau a la position de reference ");
  Serial.println("et appuyez sur le bouton poussoir.");
  while (BtnAppui==false){
    ValButton = digitalRead(PinButton);
    if ((ValButton == HIGH)&&(OldValButton == LOW)){
      BtnAppui=true;
      delay (200);
    }
  }
  OldValButton = ValButton;
  ValSensor = analogRead(PinSensor);
  tension = (ValSensor/1023.0)*5.0;
  PRef = (tension / 0.02) + 10;
  Serial.println("Appuyez sur le bouton poussoir pour commencer les mesures.");
}
```

```

// Fonction principale en boucle

void loop() {
  ValButton = digitalRead(PinButton);
  delay(10);

  if ((ValButton == HIGH) && (OldValButton == LOW))
  {
    State=1-State;
  }
  OldValButton = ValButton;

  if (State==1)
  {
    if (OldState == 0)
    {
      Serial.println("Mesure de la pression en cours.");
      Serial.println("");
      Serial.println ("Pression (en kPa), Profondeur (cm):");
      OldState=1;
    }
    ValSensor = analogRead(PinSensor);
    tension = (ValSensor/1023.0)*5.0;
    Pression = (tension / 0.02) + 10;
    Dz = 100*(Pression-PPref)/9.81;

    if (abs(OldDz - Dz)>2)
    {
      Serial.print(Pression,1);
      Serial.print(" ; ");
      Serial.println(Dz,0);
      OldDz = Dz;
    }
    delay(500);
  }
  else
  {
    if (OldState == 1){
      Serial.println("Fin des mesures.");
      OldState = 0;}
  }
}

```

### Déroulement du programme :

– 1. Déclaration des constantes et variables :

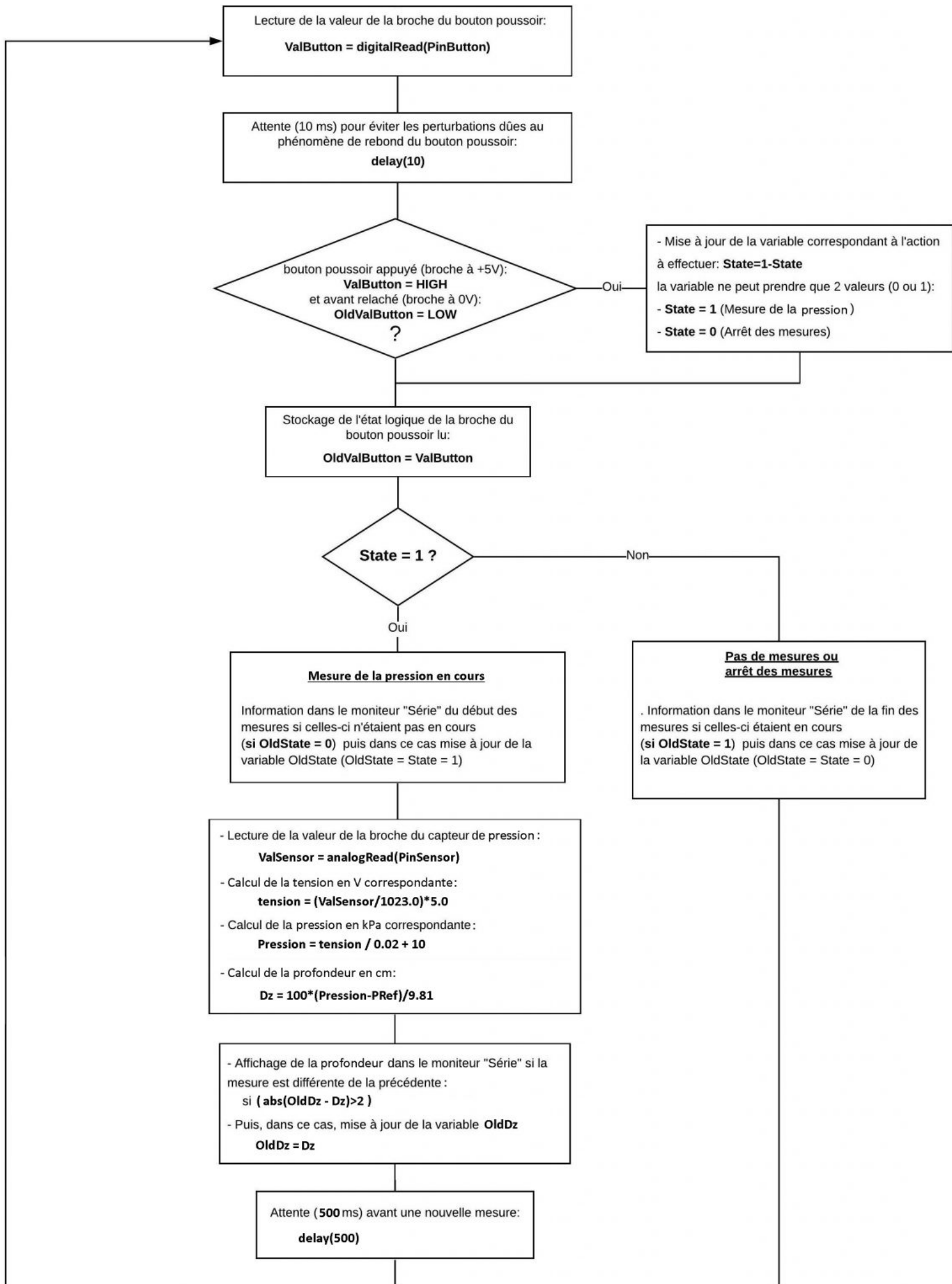
- . **const int PinSensor = 0** (broche du capteur de pression)
- . **const int PinButton = 12** (broche du bouton poussoir)
- . **int ValSensor = 0** (variable nombre entier pour stocker la valeur de la broche du capteur)
- . **float tension = 0.0** (variable nombre décimal pour stocker le résultat du calcul de la tension de la broche du capteur)
- . **float Pression = 0.0** (variable nombre décimal pour stocker le résultat du calcul de la pression)

- . **float Pref = 0.0** (variable nombre décimal pour stocker la valeur de la pression du point de référence)
- . **float Dz=0.0** (variable nombre décimal pour stocker la valeur de la profondeur en cm)
- . **float OldDz = 0.0** (variable nombre décimal pour stocker l'ancienne valeur de la profondeur en cm)
- . **int ValButton = 0** (variable nombre entier pour stocker la valeur de la broche du bouton poussoir)
- . **int OldValButton = 0** (variable nombre entier pour stocker la valeur précédente de la broche du bouton poussoir)
- . **int State = 0** (variable nombre entier correspondant à l'action à effectuer)
- . **int OldState = 0** (variable nombre entier correspondant à l'action effectuée précédemment)
- . **boolean BtnAppui = false** (variable booléenne indiquant un appui sur le bouton poussoir)

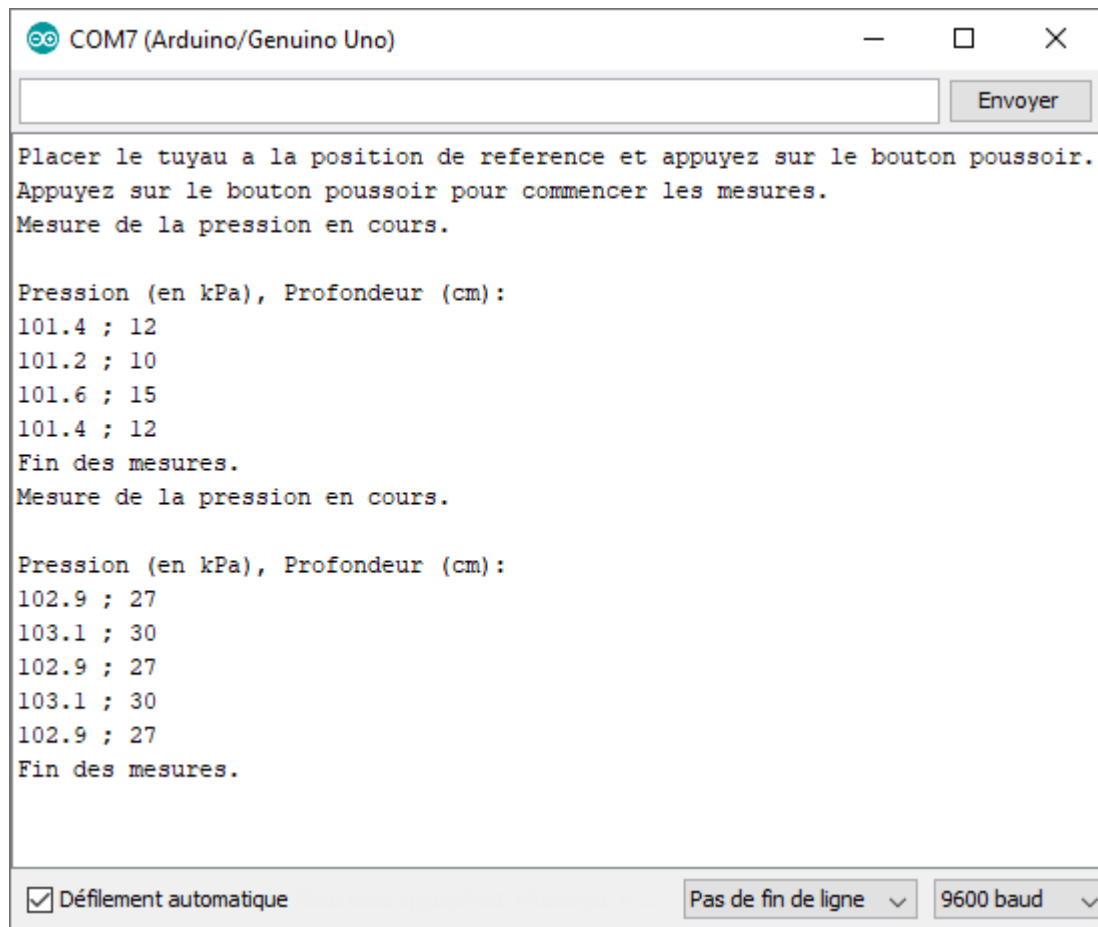
– 2. Initialisation des entrées et sorties :

- . **Initialisation de la liaison série à un débit de 9600 bauds**
- . **Initialisation de la broche du bouton poussoir en entrée**
- . **Mesure de la pression au point de référence ( $Z_A=0$ )**

– 3. Fonction principale en boucle



## Résultats dans le moniteur série :



The screenshot shows the 'COM7 (Arduino/Genuino Uno)' serial monitor window. It contains two sets of data. The first set shows measurements at a depth of 12 cm with pressure values around 101.2 to 101.6 kPa. The second set shows measurements at a depth of 30 cm with pressure values around 102.9 to 103.1 kPa. The interface includes a text input field, an 'Envoyer' button, and settings for automatic scrolling, line ending, and baud rate.

```
COM7 (Arduino/Genuino Uno)
```

Placer le tuyau a la position de reference et appuyez sur le bouton poussoir.  
Appuyez sur le bouton poussoir pour commencer les mesures.  
Mesure de la pression en cours.

Pression (en kPa), Profondeur (cm):  
101.4 ; 12  
101.2 ; 10  
101.6 ; 15  
101.4 ; 12  
Fin des mesures.  
Mesure de la pression en cours.

Pression (en kPa), Profondeur (cm):  
102.9 ; 27  
103.1 ; 30  
102.9 ; 27  
103.1 ; 30  
102.9 ; 27  
Fin des mesures.

☒ Défilement automatique    Pas de fin de ligne    9600 baud

Pour la première mesure, la profondeur réelle par rapport à l'origine du repère était de 12 cm. Et pour la deuxième, elle était de 30 cm.

Les mesures ne sont donc pas très précises mais l'ordre de grandeur est respecté.