

Niveau : première enseignement de spécialité	Mouvement et interactions partie 2. Description d'un fluide au repos
Loi fondamentale de la statique des fluides.	Dans le cas d'un fluide incompressible au repos, utiliser la relation fournie exprimant la loi fondamentale de la statique des fluides : $P_2 - P_1 = \rho g(z_1 - z_2).$ <i>Tester la loi fondamentale de la statique des fluides.</i>

Dossier TP Plug'Uino® : Loi de la statique des fluides Programmation en langage Arduino



1. Résumé de l'activité

Cette activité expérimentale a pour but de tester le modèle de la loi fondamentale de la statique des fluides, à partir de mesures de pression obtenues à l'aide d'un capteur de pression différentiel relié à un microcontrôleur.

Programmation et d'exploitation des résultats avec le langage Microcontrôleur type Arduino et un tableur

2. Thème du programme abordé

Niveau : première enseignement de spécialité	Mouvement et interactions partie 2. Description d'un fluide au repos
Loi fondamentale de la statique des fluides.	Dans le cas d'un fluide incompressible au repos, utiliser la relation fournie exprimant la loi fondamentale de la statique des fluides : $P_2 - P_1 = \rho g(z_1 - z_2)$. <i>Tester la loi fondamentale de la statique des fluides.</i>

3. Matériel mis en œuvre

- Une interface Plug'Uino® Réf. 650 003
- Un capteur de pression différentiel (0 - 50 hPa) Réf. 651 059
- Une éprouvette graduée en plastique TPX 100 mL Réf. 521 018

4. Présentation de l'expérience réalisée

À l'aide d'un microcontrôleur, on mesure la différence de pression entre la surface et différentes profondeurs.

Les mesures successives sont traitées à l'aide d'un tableur-grapheur ou avec un script Python, l'objectif étant de tester la loi de la statique des fluides :

$$\Delta P = P_2 - P_1 = \rho g(z_1 - z_2)$$

Le microcontrôleur est particulièrement adapté pour réaliser de nombreuses mesures en un temps limité, ce qui permet d'obtenir une mesure qui moyenne les légères fluctuations des valeurs fournies par le capteur

Branchement du capteur de pression sur la broche analogique : A1

Branchement d'une LED sur la broche digitale D2 (facultatif)

5. Programmation

Le programme Arduino fonctionnel, permettant d'effectuer les mesures du signal aux bornes du capteur. Remarque : pour lisser les éventuelles fluctuations, la valeur affichée résulte d'une moyenne de 20 valeurs mesurées tous les dixièmes de seconde.

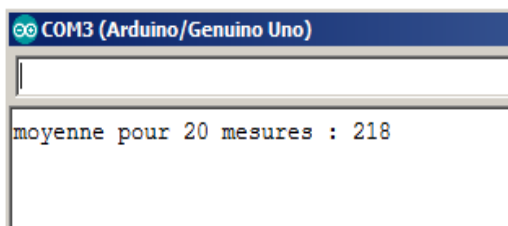
```

Loi_hydrostatique $
//
//      Sciencéthic
//      Loi de l'hydrostatique
//      Mesure de pression

void setup()          // Initialisation du programme
{
    Serial.begin(9600); // Initialise la vitesse de communication entre la carte Plug'Uino et le PC
                        // à 9600 bps
}
void loop()           // Boucle principale répétée à l'infini
{
    int mesure = 0;    // initialisation de la variable mesure
    int total_mesures = 0; // initialisation de la variable somme des mesures
    for (int compteur = 0; compteur < 20; compteur = compteur + 1) //boucle effectuant 20 mesures
    {
                                                //séparées de 100 ms
        mesure = analogRead(A1);                // enregistrement de la mesure
        total_mesures = mesure + total_mesures; // cumul des mesures
        delay(500);                             //délai entre deux mesures;
    }
    Serial.print("moyenne pour 20 mesures : ");
    Serial.println(total_mesures / 20);          // calcul de la valeur moyenne et affichage
}

```

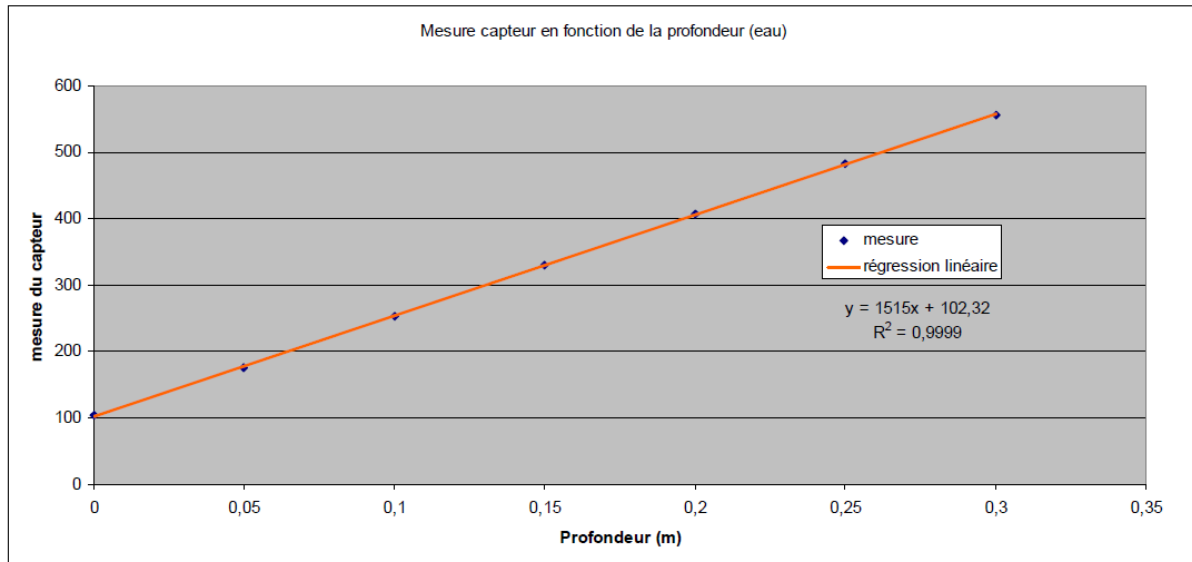
6. Résultats obtenus et traitement :



L'entrée analogique sur laquelle est branché le capteur de pression différentiel mesure des tensions analogiques comprises entre 0 et 5 volts et numérisées sur 10 bits (soit 1024 valeurs possibles) pour ΔP variant entre 0 et 50 hPa.

La conversion de cette valeur en une pression peut se faire à partir de la loi modélisant la réponse du capteur ($\Delta P = a \cdot \text{mesure} + b$).

Exemple de mesures obtenues et traitées :



7. Exploitation

7.1. Programmation

En fonction des capacités des élèves, on peut proposer plusieurs déclinaisons :

- à un niveau **d'initiation**, enlever certains commentaires du programme et demander aux élèves à quoi correspond cette ligne ;
- à un niveau **plus avancé**, effacer certaines lignes et demander aux élèves de programmer eux-mêmes ces lignes (par exemple, la ligne où la mesure est effectuée) ;
- à un niveau **expert**, demander aux élèves de programmer le microcontrôleur : dans un premier temps, pour renvoyer une mesure unique ; dans un second temps, pour acquérir une série de mesures pour le calcul d'une moyenne.

7.2. Résultats des mesures

On peut compléter l'analyse sur les points suivants :

- régression linéaire sur le tracé $P=f(z)$ et détermination de la masse volumique du fluide
- détermination de la relation modélisant la réponse du capteur (étalonnage) en utilisant un pressiomètre.

8. Pistes d'exploration possibles

- Modifier le fluide (huile, éthanol ...)

9. Points de vigilance