Capteur de pression dans un liquide 33508

NOTICE

Scannez
et découvrez !

Pour scanner, téléchargez l'app Unitag gratuite sur unitag.io/app

Retrouvez l'ensemble de nos gammes sur : www.pierron.fr

PIERRON
ÉQUIPEMENT PÉDAGOGIQUE SCIENTIFIQUE

PIERRON - ASCO & CELDA • CS 80609 • 57206 SARREGUEMINES Cedex • France
Tél. : 03 87 95 14 77 • **Fax :** 03 87 98 45 91
E-mail : education-france@pierron.fr

1 - Introduction

Ce dispositif est particulièrement conçu pour mesurer et étudier la pression absolue **P** dans un liquide, en fonction de la hauteur **h** de liquide qui sépare le capteur de pression de la surface du liquide, et pour retrouver, par suite, le principe de l'hydrostatique :

$$P_A - P_B = \rho.g.(h_A - h_B).$$

Il comprend une sonde dont le capteur plonge dans une grande éprouvette remplie de liquide. Cette sonde est constituée par :

- une jauge millimétrée ;
- un capteur (**P-T**) de pression et de température, logé à l'extrémité inférieure de la jauge ;
- un boîtier de commande disposant d'un afficheur numérique qui indique, au choix, soit la pression absolue **P** (en hPa), soit la température **T** (en °C) de l'environnement dans lequel se trouve le capteur ;
- un couvercle, porte-jauge.

Ainsi, par exemple, pour retrouver le principe de l'hydrostatique, il suffit de plonger le capteur dans l'éprouvette remplie d'eau. En modifiant la position du capteur dans l'eau, on mesure la pression absolue **P** en fonction de **h**. Il reste alors à exploiter les mesures et la courbe **P = f(h)**.

Le capteur **P-T** est connecté à une carte Arduino™, programmée pour exploiter directement les données du capteur et les afficher sur l'écran.

La carte Arduino™ à l'intérieur du boîtier de commande possède un port mini-USB externe qui offre la possibilité de la programmer soi-même, en langage « IDE ARDUINO », si on le souhaite. Une fois qu'on a conçu le programme pour piloter l'ensemble carte-capteur-afficheur, il faut alors le « téléverser » sur la carte Arduino™. En cas de difficultés, il y a toujours la possibilité de réinitialiser le programme d'origine à partir des « ressources » sur le site www.pierron.fr.

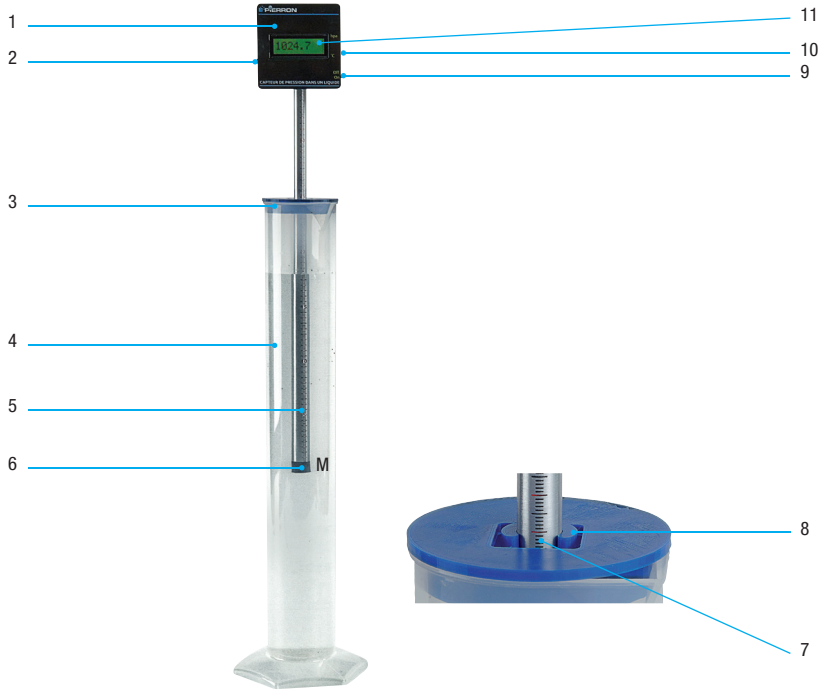
2 - Contenu de l'emballage

- Une éprouvette
- Une sonde constituée par une jauge millimétrée, un capteur (pression absolue et température) et un boîtier de commande.
- Un couvercle
- Une notice

Caractéristiques

- Alimentation : 9 V (pile non fournie)
- Plage de mesure du capteur de pression : 260 à 1 260 hPa
- Plage de mesure du capteur de température : -40 à 85 °C
- Résolution en pression : 0,1 hPa
- Résolution en température : 0,1 °C
- Afficheur : LCD 1 ligne / 8 caractères
- Éprouvette : matière : polypropylène - capacité : 1 L - haut. : 41,5 cm

Description



(1) : Boîtier de commande
(2) : Bouton Pression absolue (hPa) /Température (°C)
(3) : Couvercle, porte-jauge
(4) : Éprouvette
(5) : Jauge graduée au millimètre
(6) : Capteur étanche M (Pression/Température)
(7): Échancrure
(8) : Clips de fixation de la jauge
(9) : Interrupteur Marche / Arrêt
(10) : Port mini-USB
(11) : Afficheur Pression/Température

Par la suite, le terme « *sonde* » désigne l'ensemble constitué par le boîtier de commande *(1)*, la jauge *(5)* et le capteur *(6)*.

Description

Le boîtier de commande *(1)* comporte :

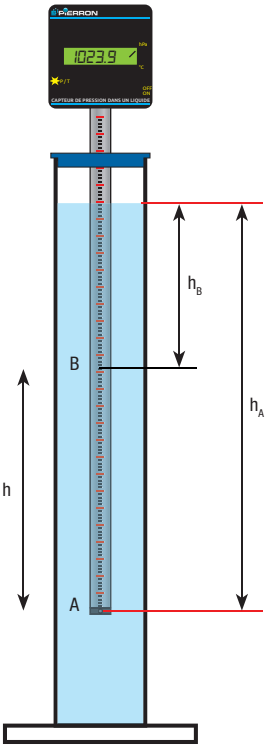
- un interrupteur Marche / Arrêt *(9)* ;
- un afficheur *(11)* indiquant soit la pression absolue en hPa, soit la température en °C ;
- un bouton *(2)* : à chaque appui, on change de mode « *Pression* » / « *Température* » ;
- un port mini-USB pour assurer la liaison de la carte Arduino™ avec un ordinateur, via un câble mini-USB/USB (non fourni).

Avant d'utiliser le dispositif, il convient d'ouvrir la trappe de l'afficheur, et d'introduire une pile 9 V (non fournie) en respectant strictement les polarités indiquées et de refermer évidemment la trappe.

Expérimentation

1 - Matériel

- ❏ L'ensemble du dispositif
- ❏ De l'eau
- ❏ Une pile 9 V (non fournie)



2 - Objectif

Il s'agit de mesurer la pression absolue $\mathbf{P_M}$ en un point **M** d'un liquide (par exemple, l'eau) en fonction de la hauteur $\mathbf{h_M}$ de liquide (de **M** jusqu'à la surface) afin de retrouver le principe de l'hydrostatique :

$$P_A - P_B = \rho.g.(h_A - h_B) = \rho.g.h$$

où : $\mathbf{P_A}$ et $\mathbf{P_B}$ représente respectivement la pression au point **A** et au point **B** ;

ρ la masse volumique du liquide ($1{,}000.10^3$ kg.m^{-3} pour l'eau) ;

g est l'intensité de la pesanteur terrestre (9,81 N.kg^{-1}) ;

$\mathbf{h_A}$ la hauteur de liquide du point **A** à la surface ;

$\mathbf{h_B}$ la hauteur de liquide du point **B** à la surface ;

h la dénivellation entre **A** et **B**.

3 - Mode opératoire

Si on souhaite que l'ensemble du dispositif expérimental soit à la température ambiante, il y a lieu de laisser à l'avance, environ 1,5 L d'eau à la température de la salle de T.P.

3.1. Conditions initiales

- Poser la sonde à plat sur le plan de travail.
- Mettre l'afficheur *(11)* sous tension en mettant l'interrupteur *(9)* en positon **ON**.
- Choisir la fonction « *Température* » en appuyant une fois sur le bouton *(2)* et relever la température $\mathbf{T_0}$.
- Choisir la fonction « *Pression* » en appuyant une nouvelle fois sur le bouton *(2)* et relever la pression atmosphérique $\mathbf{P_0}$; ce qui correspond aussi à celle pour une hauteur $\mathbf{h_0} = 0{,}00$ m.
- Relever ces deux valeurs dans un tableau du type $(\mathbf{h_M}, \mathbf{P_M})$ pour la suite de l'expérimentation.

3.2. Capteur dans l'éprouvette

- Placer l'éprouvette *(4)* sur un plan de travail horizontal et la remplir d'eau sur une hauteur d'environ 40 cm.
- Clipper la jauge *(5)* dans le couvercle *(3)*.

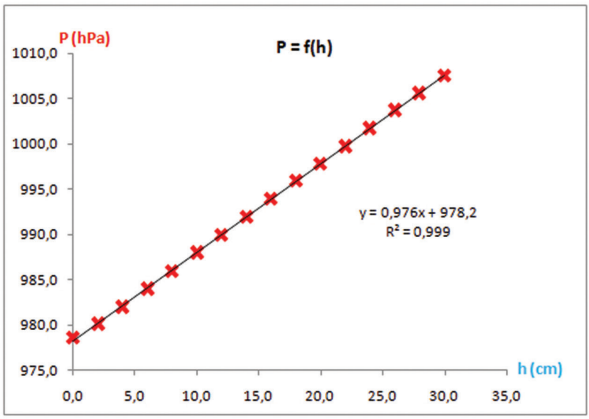
Veiller à ce que la graduation de la jauge *(5)* ne frotte pas sur les deux clips *(8)* : la diriger vers l'échancrure *(7)* du couvercle, afin de ne pas l'endommager à la longue, lorsqu'elle coulisse dans le couvercle.

- Placer le couvercle *(3)* avec la sonde ainsi en place, sur l'ouverture de l'éprouvette.
- Vérifier que l'afficheur *(11)* est bien sur la fonction « *Pression* » (sinon, utiliser le bouton *(2)*).
- Positionner, par exemple, le capteur **M** *(6)* (situé à l'extrémité de la jauge *(5)*) dans l'eau, à 2,0 cm de la surface ($\mathbf{h_M} = 2{,}0$ cm).
- Mesurer la pression $\mathbf{P_M}$ correspondante. Relever le couple de valeurs (**h**, **P**) dans le tableau de mesures.
- Faire ainsi une série de mesures (**h**, **P**) en modifiant la hauteur $\mathbf{h_M}$ d'eau en descendant la sonde et en l'immobilisant dans la position choisie, par exemple de 2,0 cm en 2,0 cm.
- Compléter le tableau.
- Étudier **P = f(h)** et retrouver le principe de l'hydrostatique.

Illustration (exemple de résultats obtenus)

- Conditions initiales : P_0 = 978,6 hPa ; T_0 = 20,4 °C.

n	h(cm)	P(hPa)
0	0,0	978,6
1	2,0	980,1
2	4,0	982,0
3	6,0	984,0
4	8,0	985,9
5	10,0	988,0
6	12,0	989,9
7	14,0	991,9
8	16,0	993,9
9	18,0	995,9
10	20,0	997,8
11	22,0	999,7
12	24,0	1001,7
13	26,0	1003,7
14	28,0	1005,6
15	30,0	1007,5



Les résultats obtenus montrent que la courbe est une droite qui passe par le point (**0**, $\mathbf{P_0}$) et dont le coefficient directeur est égal à $9{,}76.10^3$ Pa/m (attention à bien travailler dans les unités du S.I.).

Cette courbe admet pour équation : $\mathbf{P = 9{,}76.10^3.h + P_0}$

Si on compare ces résultats expérimentaux avec la théorie où :

$P = \rho.g.h + P_0 = 10^3.9{,}81.h + P_0 = 9{,}81.10^3.h + P_0$

On vérifie la théorie avec un écart relatif inférieur à 1 %.

Par ailleurs, on peut exploiter ces mesures pour vérifier la relation fondamentale de l'hydrostatique :

$$P_A - P_B = \rho.g.(h_A - h_B)$$

par exemple, sous la forme :

$$P_{15} - P_n = \rho.g.(h_{15} - h_n)$$

La relation se trouve vérifiée de façon très satisfaisante : tableau ci-contre.

			Mesures	Théorie	Ecart relatif
n	h (m)	P (Pa)	P15-Pn	1000*9,81*(0,30-hn)	%
0	0,000	97860	2890	2943	1,8
1	0,020	98010	2740	2747	0,2
2	0,040	98200	2550	2551	0,0
3	0,060	98400	2350	2354	0,2
4	0,080	98590	2160	2158	0,1
5	0,100	98800	1950	1962	0,6
6	0,120	98990	1760	1766	0,3
7	0,140	99190	1560	1570	0,6
8	0,160	99390	1360	1373	1,0
9	0,180	99590	1160	1177	1,5
10	0,200	99780	970	981	1,1
11	0,220	99970	780	785	0,6
12	0,240	100170	580	589	1,5
13	0,260	100370	380	392	3,2
14	0,280	100560	190	196	3,2
15	0,300	100750			

4 - Complément sur la programmation

Comme indiqué dans la présentation, le dispositif permet d'aborder le thème « Programmation », selon diverses démarches laissées à l'appréciation de l'expérimentateur.

Pour réaliser un programme qui récupère la température et la pression données par le capteur, il vous faudra utiliser la bibliothèque **LPS35HW** disponible à l'adresse suivante :

https://github.com/pierron-asco-celda/33508-CAPTEUR-PRESSION-LIQUIDE

L'accès au capteur se fera par le bus I2C à l'adresse suivante : **0x5c**.

- la ligne SDA (données) est connectée à la broche A4 de la carte Arduino™;
- la ligne SCL (horloge) est connectée à la broche A5 de la carte Arduino™.

Exemple de lignes de code donnant accès aux données du capteur :

```
#include "LPS35HW.h"
Lps35hw capteur(0x5c) ;
float pression = capteur.get_pressure();
float temperature = capteur.get_temperature();
```

Pour utiliser l'afficheur en parallèle, il sera nécessaire d'utiliser la bibliothèque **LiquidCrystal** disponible dans l'IDE Arduino™ (dans la rubrique *Gestionnaire de bibliothèque*, rechercher « *LiquidCrystal* » et cliquer sur *Installer*)
Les lignes de code à intégrer au programme seront les suivantes :

```
#include <LiquidCrystal.h>
const int rs = 3, en = 4, d4 = 5, d5 = 6, d6 = 7, d7 = 8;
LiquidCrystal lcd(rs, en, d4, d5, d6, d7);
```

En cas de difficultés, il y a toujours possibilité de télécharger le programme d'origine à partir des « ressources » sur le site www.pierron.fr.

1 - Entretien

Aucun entretien particulier n'est nécessaire au fonctionnement de votre appareil.
Toutes les opérations de maintenance ou de réparation doivent être réalisées par PIERRON - ASCO & CELDA. En cas de problème, n'hésitez pas à contacter le Service Clients.

2 - Garantie

Les matériels livrés par PIERRON - ASCO & CELDA sont garantis, à compter de leur livraison, contre tous défauts ou vices cachés du matériel vendu. Cette garantie est valable pour une durée de 2 ans après livraison et se limite à la réparation ou au remplacement du matériel défectueux. La garantie ne pourra être accordée en cas d'avarie résultant d'une utilisation incorrecte du matériel.
Sont exclus de cette garantie : la verrerie de laboratoire, les lampes, fusibles, tubes à vide, produits, pièces d'usure, matériel informatique et multimédia.
Certains matériels peuvent avoir une garantie inférieure à 2 ans, dans ce cas, la garantie spécifique est indiquée sur le catalogue ou document publicitaire.
Le retour de matériel sous garantie doit avoir notre accord écrit.
Vices apparents : nous ne pourrons admettre de réclamation qui ne nous serait pas parvenue dans un délai de quinze jours après livraison au maximum. À l'export, ce délai est porté à un mois.
La garantie ne s'appliquera pas lorsqu'une réparation ou intervention par une personne extérieure à notre Société aura été constatée.

ÉQUIPEMENT PÉDAGOGIQUE SCIENTIFIQUE

PIERRON - ASCO & CELDA
CS 80609 • 57206 SARREGUEMINES Cedex • France
Tél. : 03 87 95 14 77
Fax : 03 87 98 45 91
E-mail : education-france@pierron.fr