

loi de Boyle Mariotte

Réalisation d'un dispositif expérimental permettant de vérifier que le produit de la pression d'un gaz par son volume est constant à température constante.

$$PV = nRT$$

P : Pression (Pa).

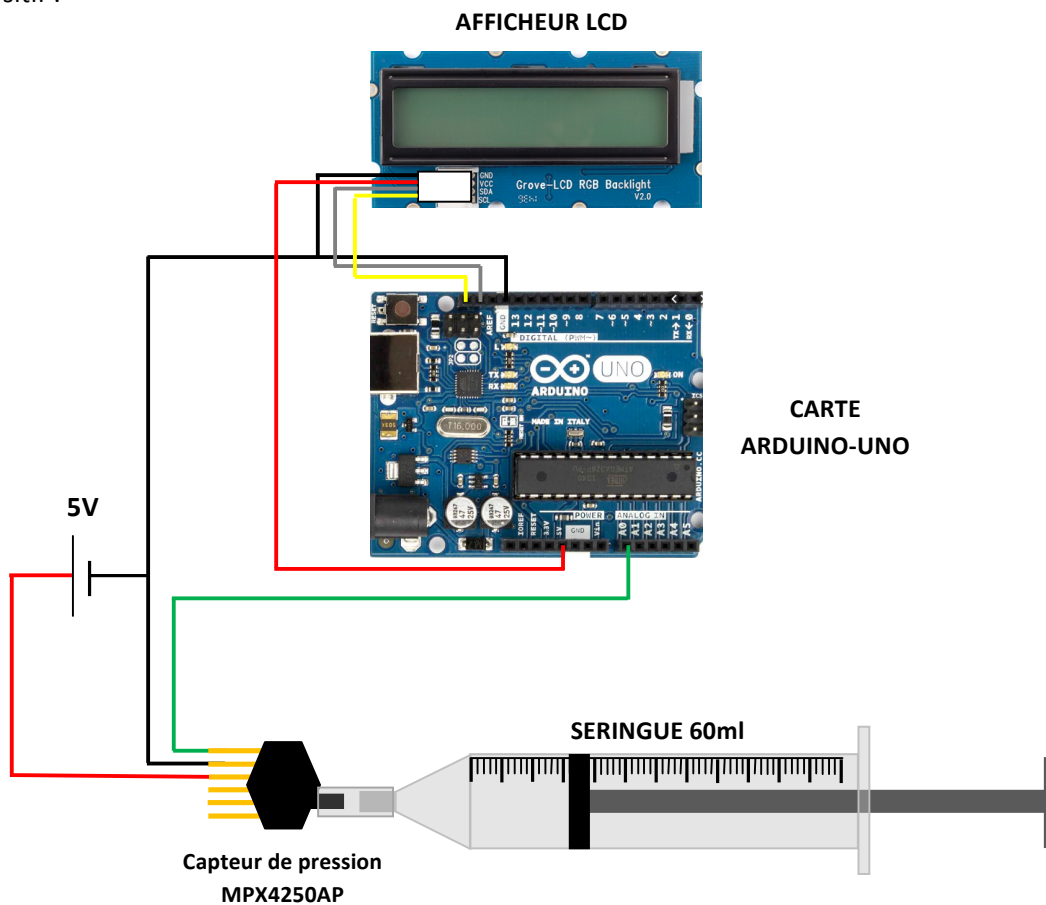
V : Volume (m^3).

n : Quantité de matière (mol).

R : Constante universelle des gaz parfaits ($8.3144598 \text{ J mol}^{-1} \text{ K}^{-1}$).

T : Température (K)

Dispositif :



Programme arduino :

```
#include <rgb_lcd.h>
```

```
rgb_lcd lcd;
```

```
const int colorR = 255;
```

```
const int colorG = 255;
```

```
const int colorB = 255;
```

```
const int pinCAPTEUR = A0;
```

```
int Vcap;
```

```
float Vp;
```

```
float P;
```

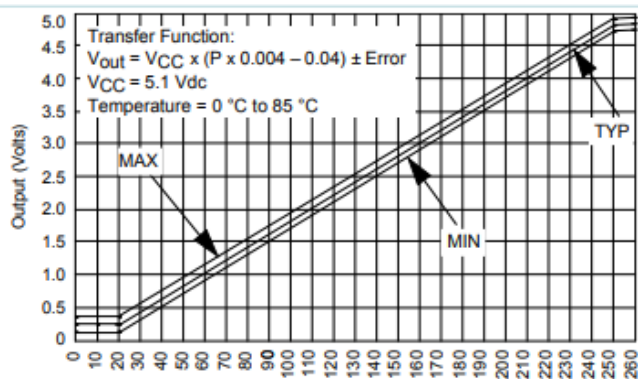
```
float erreur = 0.00; // à régler en comparant à la pression ambiante.
```

```

void setup() {
  lcd.begin(16,2);
  Serial.begin(9600);
}

void loop() {
  Vcap = analogRead(pinCAPTEUR);
  Vp = 5.00/1023*Vcap;
  P = (Vp/5.00+0.04)/0.004+erreur;
  Serial.println(P,1);
  lcd.clear();
  lcd.setCursor(1,0);
  lcd.print("P = ");
  lcd.print(P,1);
  lcd.print(" kPa");
  delay(500);
}

```



extrait du document technique du capteur de pression utilisé pour programmer la mesure de pression

<https://www.nxp.com/docs/en/data-sheet/MPX4250A.pdf>

Mesures :

Volume (ml)	Pression (kPa)	Volume (m ³)	Pression (Pa)	P (Pa) * V (m ³)
V (ml)	P (kPa)	V (m ³)	P (Pa)	V*P
15	194	0,000015	194000	2,91
16	183	0,000016	183000	2,928
17	172,3	0,000017	172300	2,9291
18	163,5	0,000018	163500	2,943
19	155,2	0,000019	155200	2,9488
20	147,6	0,00002	147600	2,952
21	140,7	0,000021	140700	2,9898
22	135,9	0,000022	135900	3,0015
23	130,5	0,000023	130500	3,0072
24	125,3	0,000024	125300	3,0175
25	120,7	0,000025	120700	3,0238
26	116,3	0,000026	116300	3,0213
27	111,9	0,000027	111900	3,0184
28	107,8	0,000028	107800	3,0189
29	104,1	0,000029	104100	3,021
30	100,7	0,00003	100700	3,0225
31	97,5	0,000031	97500	3,0176
32	94,3	0,000032	94300	3,0327
33	91,9	0,000033	91900	3,0226
34	88,9	0,000034	88900	3,0345
35	86,7	0,000035	86700	3,024
36	84	0,000036	84000	3,0266
37	81,8	0,000037	81800	3,0362
38	79,9	0,000038	79900	3,0381
39	77,9	0,000039	77900	3,04
40	76	0,00004	76000	3,034
41	74	0,000041	74000	3,0366
42	72,3	0,000042	72300	3,0358
43	70,6	0,000043	70600	3.0358

calcul de PV pour une température considérée constante à 24.7°C et un volume de 30 ml.

$$PV = nRT$$

calcul de la quantité de matière n.

$$V/1\text{mole} = R.T/P$$

$$= 8.314 * 297.85/100.7$$

$$= 24.591 \text{ l/mole}$$

$$n = 0.030/24.591 = 0.00122 \text{ mole}$$

$$PV = nRT = 0.00122 * 8.314 * 297.85$$

$$PV = 3.021$$

Amélioration du dispositif.

Estimation de l'erreur de mesure du volume.

La graduation de la seringue ne prend pas en compte la quantité d'air contenue dans les embouchures de la seringue et du capteur ainsi que l'air contenue dans le capteur lui même. Ce volume est estimé à environ 1ml.

l'ajout éventuel d'un tube de raccordement entre la seringue et le capteur doit également être pris en compte.

Volume réel

(ml)	V (ml) lu	P (kPa)	V (m ³)	P (Pa)	V*P
16	15	194	0,000016	194000	3,104
17	16	183	0,000017	183000	3,111
18	17	172,3	0,000018	172300	3,1014
19	18	163,5	0,000019	163500	3,1065
20	19	155,2	0,00002	155200	3,104
21	20	147,6	0,000021	147600	3,0996
22	21	140,7	0,000022	140700	3,0954
23	22	135,9	0,000023	135900	3,1257
24	23	130,5	0,000024	130500	3,132
25	24	125,3	0,000025	125300	3,1325
26	25	120,7	0,000026	120700	3,1382
27	26	116,3	0,000027	116300	3,1401
28	27	111,9	0,000028	111900	3,1332
29	28	107,8	0,000029	107800	3,1262
30	29	104,1	0,00003	104100	3,123
31	30	100,7	0,000031	100700	3,1217
32	31	97,5	0,000032	97500	3,12
33	32	94,3	0,000033	94300	3,1119
34	33	91,9	0,000034	91900	3,1246
35	34	88,9	0,000035	88900	3,1115
36	35	86,7	0,000036	86700	3,1212
37	36	84	0,000037	84000	3,108
38	37	81,8	0,000038	81800	3,1084
39	38	79,9	0,000039	79900	3,1161
40	39	77,9	0,00004	77900	3,116
41	40	76	0,000041	76000	3,116
42	41	74	0,000042	74000	3,108
43	42	72,3	0,000043	72300	3,1089
44	43	70,6	0,000044	70600	3,1064

calcul de PV pour une température considérée constante à 24.7°C et un volume de 31ml.

$$PV = nRT$$

calcul de la quantité de matière n.

$$V/1\text{mole} = R.T/P$$

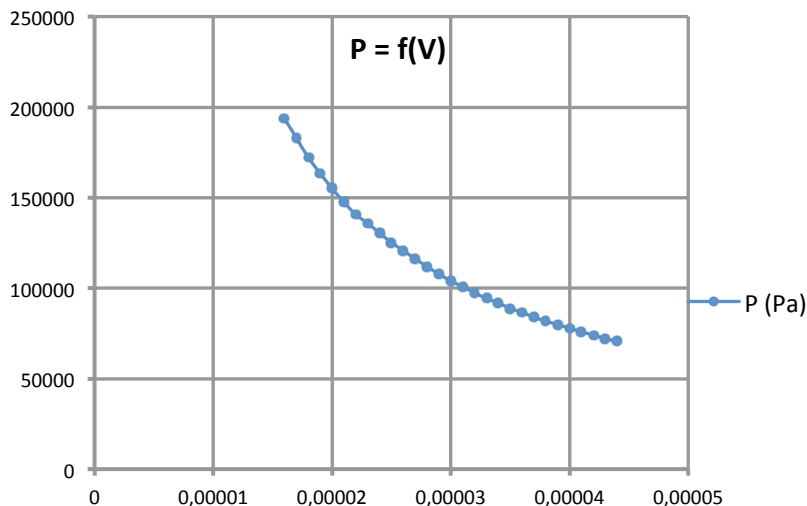
$$= 8.314 * 297.85/100.7$$

$$= 24.591 \text{ l/mole}$$

$$n = 0.031/24.591 = 0.0012606 \text{ mole}$$

$$PV = nRT = 0.0012606 * 8.314 * 297.85$$

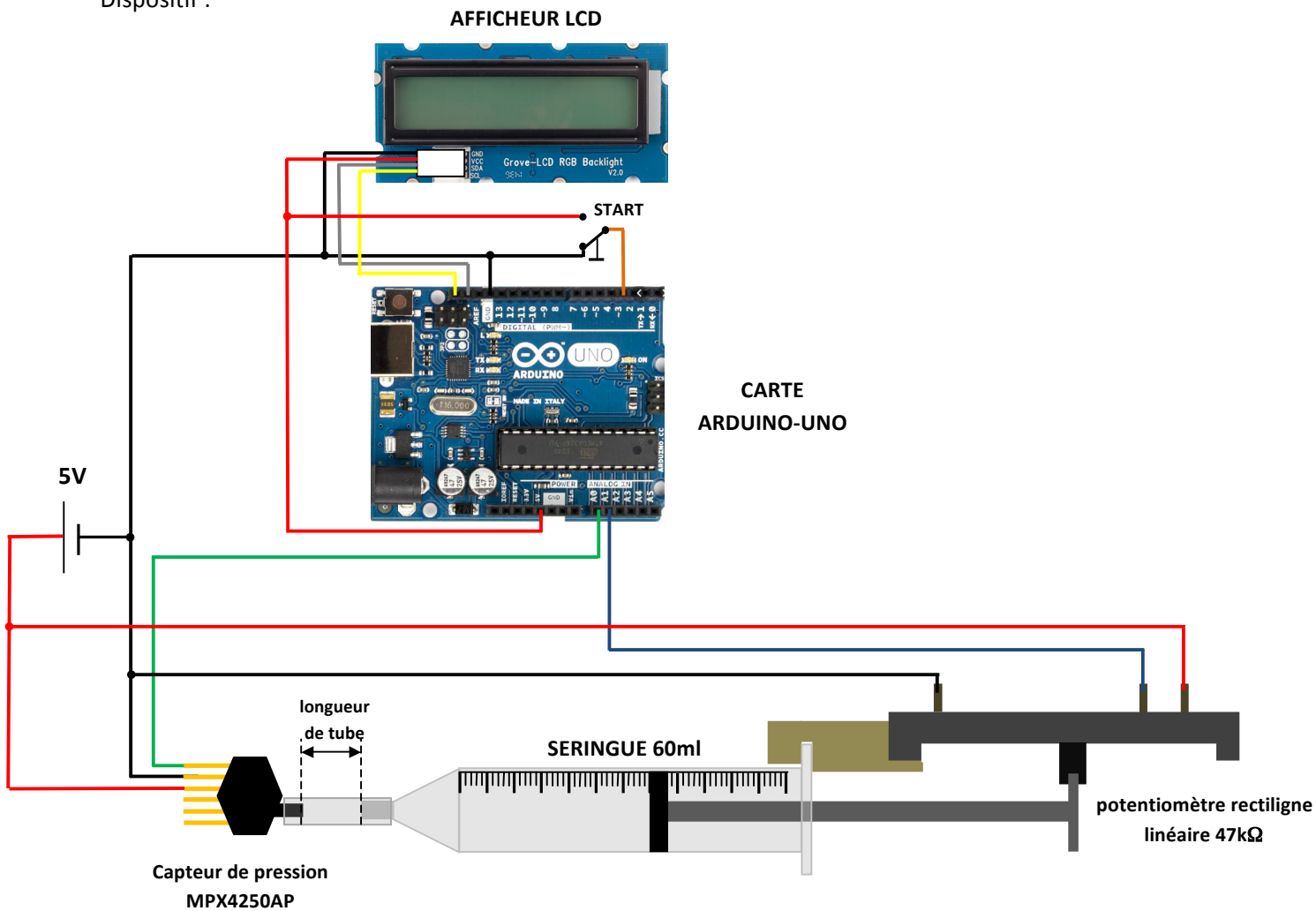
$$PV = 3.1216$$



Mesure automatique du volume :

Acquisition par bouton poussoir d'un couple de mesure volume pression

Dispositif :



Un potentiomètre à glissière linéaire de 47kΩ est fixé au corps de la seringue. Son curseur est solidaire du piston de la seringue. Ainsi la position du curseur détermine la position du piston et du volume d'air contenu dans la seringue. Le bouton "start" permet de réaliser une acquisition pas à pas du volume et de la pression.

Programme arduino :

```
#include <rgb_lcd.h>
rgb_lcd lcd;
const int colorR = 255;
const int colorG = 255;
const int colorB = 255;

const int acqui = 3;
const int pinPOT = A1;
const int pinCAPTEUR = A0;
```

```
int Vpot;
int Vcap;
float V;
```

ARDUINO : loi de Mariotte P.Langlois

pascal.langlois@ac-dijon.fr
pascal.langlois@ac-dijon.fr

```

float Vp;
float P;
float erreur = 0.00;
bool start;
float lt = 0.00; //longueur du tube de raccordement en mm

void setup() {
  lcd.begin (16,2);
  Serial.begin(9600);
  Serial.print("Volume (ml)");
  Serial.print(" ; ");
  Serial.println("pression (kPa)");
}

void loop() {

  Vpot = analogRead(pinPOT);
  Vcap = analogRead(pinCAPTEUR);
  V = (0.0267*Vpot)+17.20 + 1.00 + ((3.14*4*lt)/1000); // 17,2 quantité d'air pour Vpot = 0V
                                                    // "+1.00" air contenu dans le capteur
                                                    // "((3.14*4*lt)/1000)" air contenu en ml
                                                    //dans le tube de raccordement (Ø4mm)

  Vp = 5.00/1023*Vcap;
  P = (Vp/5.00+0.04)/0.004 + erreur;

  lcd.clear();
  lcd.setCursor (1,0);
  lcd.print ("VOLUME ");
  lcd.print (V,0);
  lcd.print (" ml");
  lcd.setCursor (0,1);
  lcd.print ("P = ");
  lcd.print (P,1);
  lcd.print (" kPa");
  delay (100);

  start = digitalRead(acqui);

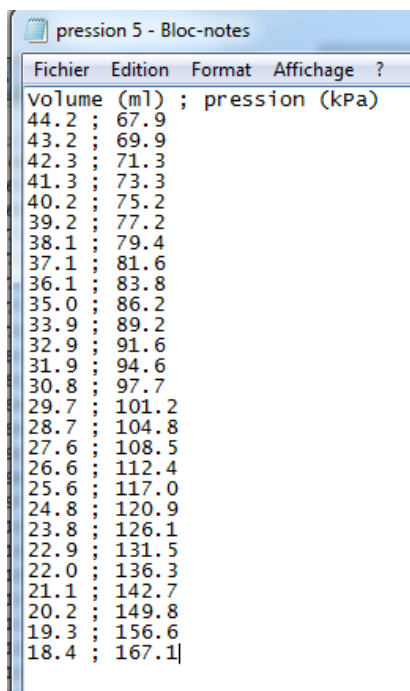
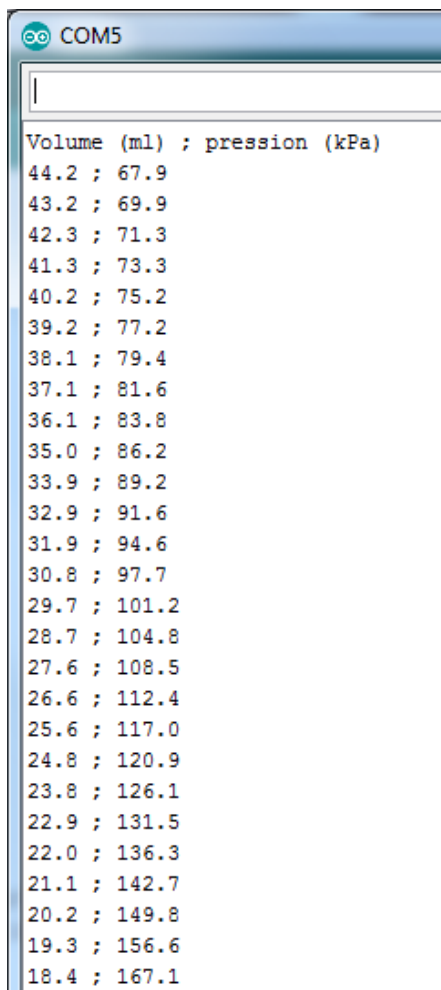
  if (start == HIGH){
    Serial.print(V,1);
    Serial.print(" ; "); //séparateur ";" à renseigner lors de l'importation du texte dans un tableur
    Serial.println(P,1);
  }
  delay (500);
}

```

Résultat d'une acquisition.

moniteur série d'arduino

Copie dans le bloc note et enregistré au format txt



Import du fichier txt dans un tableur ou dans Latis pro

