

BMP180, mesure de température et pression atmosphérique avec un Arduino ou ESP8266

Cadre : Co-intervention MATH-ATELIER SN.

Lieu : Salle de TP E24 et E25 SN et MULTIMEDIA

Progression : suivant l'étape de la progression (sur ATRIUM) : Séance n°4

Ressources :

- Logiciels (Fritzing, Arduino, documentation technique et langage C Arduino)
-
- Matériels : Un Arduino UNO avec ses câbles et ses divers composants associés (plaquette lab, résistances, leds, et les divers capteurs de la station météo)

Compétences visées :

Activités	Compétences
A1.2 – Préparation, intégration, assemblage, interconnexion des matériels	C3-2 – Réaliser l'intégration matérielle ou logicielle d'un équipement
A2.5 – Réalisation des activités de câblage et de raccordement en suivant des procédures détaillées	C4-2 – Repérer les supports de transmission et d'énergie, implanter, câbler et raccorder les appareillages et les équipements d'interconnexion
A2.7 – Mise en place, configuration, paramétrage, test, validation et mise en service des appareils, matériels et logiciels	C4-4 – Installer, configurer les éléments du système et vérifier la conformité du fonctionnement

Sujet : Etude du capteur de pression

Objectif

Etudier le capteur de pression BP180 avec l'ESP8266 ou l'Arduino uno

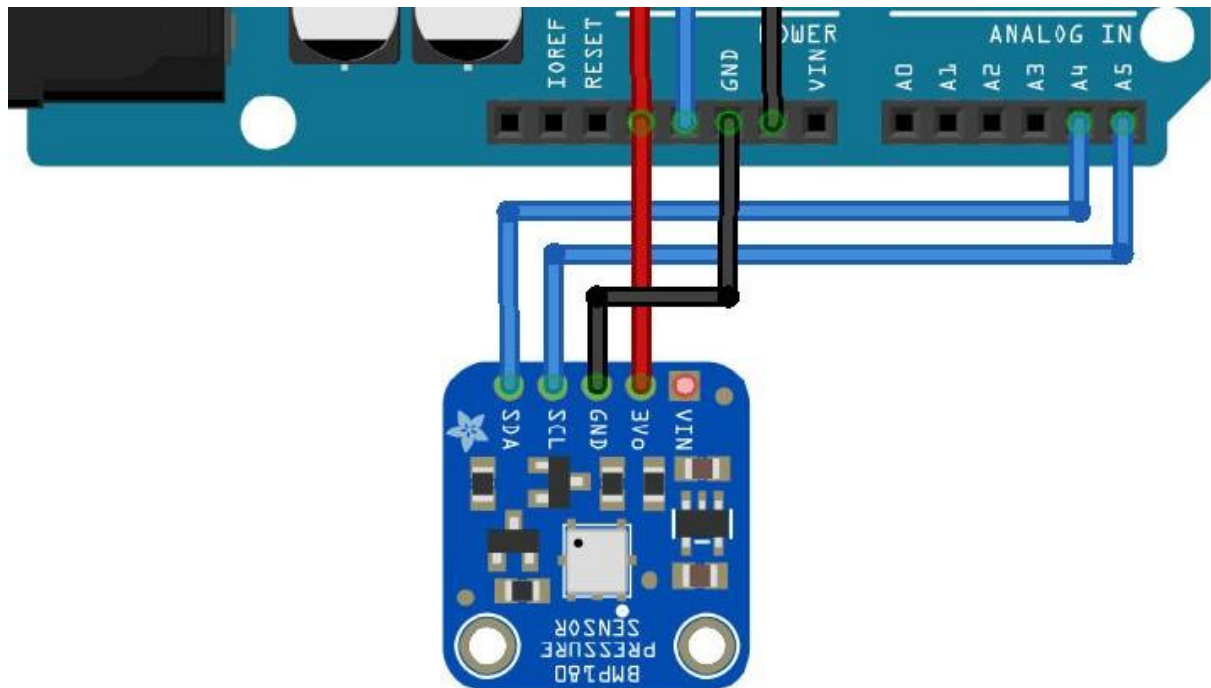
Référentiel d'activité professionnelle (RAP) SN :

- Les capteurs en 1ere SN (taxonomie 3)
- Les logiciels (taxonomie 3)
- Langages de programmation
- Les micro-ordinateurs (taxonomie 3)
- Les organigrammes

Math :

- Calcul de fréquence
- Colorimétrie et spectre de la lumière
- Loi d'Ohm
- Analyse de données Excel

- Schéma de câblage du capteur :



- [BMP180](#)

Table des matières

- [Branchement du BMP180 sur un Arduino](#)
- [Caractéristiques techniques du BMP180 :](#)
- [Recommandations importantes](#)
- [3 méthodes pour lire la température et la pression atmosphérique sur le BMP180](#)
- [Pour aller plus loin](#)

Le BMP180 est un capteur qui permet de mesurer la pression atmosphérique et la température à l'aide de votre Arduino ou de votre Raspberry Pi très simplement. Le BMP180 est la nouvelle génération du capteur Bosch BMP085. Aucune modification n'a été apportée au niveau de firmware ce qui permet de continuer à utiliser les bibliothèques et les exemples déjà existants. Le BMP180 renvoie la pression atmosphérique absolue en Pascal (Pa).

Il faudra faire une petite conversion d'unité pour présenter la valeur mesurée ou utiliser les fonctions de conversion disponibles dans certaines bibliothèques. Vous pouvez acheter le BMP180 pour moins de 4€.

Branchement du BMP180 sur un Arduino

Le plus facile est de se procurer le BMP180 déjà soudé sur un PCB avec une interface I2C. Dans la version I2C, le câblage du BMP180 est très simple. Le tableau suivant récapitule le câblage en fonction de quelques cartes Arduino.

Broche du BMP180	Fonction de la broche	Connection Arduino
DA (ou SDA)	Donnée I2C	N'importe quel Pin identifié SDA ou Uno, Redboard, Pro / Pro mini A4 Mega, Due 20 Leonardo, Pro Micro 2 ESP8266 D2 , GPIO-4
CL (ou SCL)	Horloge I2C	N'importe quel Pin identifié SCL ou Uno, Redboard, Pro / Pro mini A5 mega, Due 21 Leonardo, Pro Micro 3 ESP8266 D1, GPIO-5
– ou GND	Masse	GND
+ ou VCC	3,3 Volts	3.3V

Caractéristiques techniques du BMP180 :



- Dimension du PCB : 10 x 12 x 2 mm (11mm de hauteur avec le connecteur droit soudé)
- Alimentation : de 3 à 5 Volts
- Faible consommation : 5 μ A pour 1 mesure par seconde
- Plage de mesure de la pression atmosphérique : de 300-1100 hPa (jusqu'à 9000m au dessus de niveau de la mer)
- Précision de mesure : 0,03hPa – 0,25m d'altitude
- Fonctionnement : de -40°C à +85°C
- La fiche technique complète est disponible [ici](#)

Recommandations importantes

Le BMP180 doit être au contact de l'air ambiant pour réaliser les mesures. Si vous devez intégrer le capteur dans un boîtier, n'oubliez pas de prévoir des trous pour réaliser une circulation d'air. Voici quelques recommandations importantes pour réaliser des mesures correctes et protéger le BMP180.

- N'exposez pas excessivement le BMP180 dans le flux d'air d'un ventilateur sous peine d'avoir des mesures erronées ou très fluctuantes.
- La mesure de la pression atmosphérique dépend de la température. Evitez de placer le BMP180 devant une source de chaleur, encore moins devant une source produisant des changements rapides (chauffage, fenêtre en plein soleil...).
- Le BMP180 est sensible à l'humidité et n'est pas prévu pour un contact direct avec de l'eau.
- De même il est sensible à la lumière. Il faudra le protéger au maximum de la lumière ambiante. Ne placez pas le capteur devant le trou de ventilation de votre boîtier par exemple.
- Le BMP180 accepte une tension d'alimentation comprise entre 1,8 et 3,6 Volts. Le mieux est d'utiliser la sortie 3,3V de votre Arduino sans jamais dépasser 3,6V (d'après Sparkfun).

3 méthodes pour lire la température et la pression atmosphérique sur le BMP180

Sans utilisation de librairie externe

Créez un nouveau projet et collez le code ci-dessous initialement développé par Leo Nutz. Il n'utilise aucune librairie externe pour communiquer et réaliser les conversions de mesures. Moins pratique mais aussi un peu plus compact qu'une librairie externe ce qui peut s'avérer très utile dans un projet Arduino.

```
/*****
Capteur de pression atmosphérique et de température BMP180 /BMP085
Programme de test pour Arduino sans librairie externe
www.projetsdiy.fr

Version originale de Leo Nutz, www.ALTDuino.de

*****/

#include <Wire.h>

#define ADDRESS_SENSOR 0x77 // Adresse du capteur

int16_t ac1, ac2, ac3, b1, b2, mb, mc, md; // Store sensor PROM values
from BMP180
```

```
uint16_t ac4, ac5, ac6; // Store sensor PROM values
from BMP180
// Ultra Low Power      OSS = 0, OSD = 5ms
// Standard              OSS = 1, OSD = 8ms
// High                  OSS = 2, OSD = 14ms
// Ultra High Resolution OSS = 3, OSD = 26ms
const uint8_t oss = 3; // Set oversampling setting
const uint8_t osd = 26; // with corresponding
oversampling delay

float T, P; // Variables globales pour la
température et la pression

void setup()
{
  Serial.begin(9600);
  while(!Serial){}; // On attend que le port série
soit disponible
  delay(5000);
  Wire.begin(); // Active le bus I2C
  init_SENSOR(); // Initialise les variables
  delay(100);
}

void loop()
{
  int32_t b5;

  b5 = temperature(); // Lit et calcule la
température (T)

  Serial.print("Temperature: ");
  Serial.print(T, 2);
  Serial.print("*C, ");

  P = pressure(b5); // Lit et calcule la pression
(P)

  Serial.print("Pression: ");
  Serial.print(P, 2);
  Serial.print(" mbar, ");
  Serial.print(P * 0.75006375541921, 2);
  Serial.println(" mmHg");
  Serial.println("");

  delay(1000); // Delai entre chaque mesure
}

/*****
  Initialise les variables du capteur
  *****/
void init_SENSOR()
{
  ac1 = read_2_bytes(0xAA);
  ac2 = read_2_bytes(0xAC);
  ac3 = read_2_bytes(0xAE);
  ac4 = read_2_bytes(0xB0);
  ac5 = read_2_bytes(0xB2);
  ac6 = read_2_bytes(0xB4);
  b1 = read_2_bytes(0xB6);
```

```

b2 = read_2_bytes(0xB8);
mb = read_2_bytes(0xBA);
mc = read_2_bytes(0xBC);
md = read_2_bytes(0xBE);

Serial.println("");
Serial.println("Données de calibration du capteur :");
Serial.print(F("AC1 = ")); Serial.println(ac1);
Serial.print(F("AC2 = ")); Serial.println(ac2);
Serial.print(F("AC3 = ")); Serial.println(ac3);
Serial.print(F("AC4 = ")); Serial.println(ac4);
Serial.print(F("AC5 = ")); Serial.println(ac5);
Serial.print(F("AC6 = ")); Serial.println(ac6);
Serial.print(F("B1 = ")); Serial.println(b1);
Serial.print(F("B2 = ")); Serial.println(b2);
Serial.print(F("MB = ")); Serial.println(mb);
Serial.print(F("MC = ")); Serial.println(mc);
Serial.print(F("MD = ")); Serial.println(md);
Serial.println("");
}

/*****
  Calcul de la pression
  *****/
float pressure(int32_t b5)
{
  int32_t x1, x2, x3, b3, b6, p, UP;
  uint32_t b4, b7;

  UP = read_pressure(); // Lecture de la pression
  renvoyée par le capteur

  b6 = b5 - 4000;
  x1 = (b2 * (b6 * b6 >> 12)) >> 11;
  x2 = ac2 * b6 >> 11;
  x3 = x1 + x2;
  b3 = ((ac1 * 4 + x3) << 0x00000001) + 2 >> 2;
  x1 = ac3 * b6 >> 13;
  x2 = (b1 * (b6 * b6 >> 12)) >> 16;
  x3 = (x1 + x2) + 2 >> 2;
  b4 = (ac4 * (uint32_t)(x3 + 32768)) >> 15;
  b7 = ((uint32_t)UP - b3) * (50000 >> 0x00000001);
  if(b7 < 0x80000000) { p = (b7 << 1) / b4; } else { p = (b7 / b4) << 1; }
  // ou p = b7 < 0x80000000 ? (b7 * 2) / b4 : (b7 / b4) * 2;
  x1 = (p >> 8) * (p >> 8);
  x1 = (x1 * 3038) >> 16;
  x2 = (-7357 * p) >> 16;
  return (p + ((x1 + x2 + 3791) >> 4)) / 100.0f; // Retourne la pression en
mbar
}

/*****
  Lecture de la température (non compensée)
  *****/
int32_t temperature()
{
  int32_t x1, x2, b5, UT;

  Wire.beginTransmission(ADDRESS_SENSOR); // Début de transmission avec
l'Arduino
  Wire.write(0xf4); // Envoi l'adresse de registre

```

```

Wire.write(0x2e); // Ecrit la donnée
Wire.endTransmission(); // Fin de transmission
delay(5);

UT = read_2_bytes(0xf6); // Lecture de la valeur de la
TEMPERATURE

// Calcule la vrai température
x1 = (UT - (int32_t)ac6) * (int32_t)ac5 >> 15;
x2 = ((int32_t)mc << 11) / (x1 + (int32_t)md);
b5 = x1 + x2;
T = (b5 + 8) >> 4;
T = T / 10.0; // Retourne la température in
celsius
return b5;
}

/*****
Lecture de la pression
*****/
int32_t read_pressure()
{
    int32_t value;
    Wire.beginTransmission(ADDRESS_SENSOR); // Début de transmission avec
l'Arduino
    Wire.write(0xf4); // Envoi l'adresse de registre
    Wire.write(0x34 + (oss << 6)); // Ecrit la donnée
    Wire.endTransmission(); // Fin de transmission
    delay(osd);
    Wire.beginTransmission(ADDRESS_SENSOR);
    Wire.write(0xf6);
    Wire.endTransmission();
    Wire.requestFrom(ADDRESS_SENSOR, 3);
    if(Wire.available() >= 3)
    {
        value = (((int32_t)Wire.read() << 16) | ((int32_t)Wire.read() << 8) |
((int32_t)Wire.read())) >> (8 - oss);
    }
    return value; // Renvoie la valeur
}

/*****
Lecture d'un byte sur la capteur BMP
*****/
uint8_t read_1_byte(uint8_t code)
{
    uint8_t value;
    Wire.beginTransmission(ADDRESS_SENSOR);
    Wire.write(code);
    Wire.endTransmission();
    Wire.requestFrom(ADDRESS_SENSOR, 1);
    if(Wire.available() >= 1)
    {
        value = Wire.read();
    }
    return value;
}

/*****
Lecture de 2 bytes sur la capteur BMP
*****/

```

```
uint16_t read_2_bytes(uint8_t code)
{
    uint16_t value;
    Wire.beginTransaction(ADDRESS_SENSOR);
    Wire.write(code);
    Wire.endTransmission();
    Wire.requestFrom(ADDRESS_SENSOR, 2);
    if(Wire.available() >= 2)
    {
        value = (Wire.read() << 8) | Wire.read();    // Récupère 2 bytes de
données
    }
    return value;    // Renvoie la valeur
}
```

Avec la librairie Adafruit_BMP085

La librairie d'Adafruit (Adafruit_BMP085) n'a pas été mise à jour. Elle est toujours basée sur le BMP085. Contrairement à la librairie de Sparkfun, l'estimation de l'altitude est (presque) correcte.

```
#include <Wire.h>
#include <Adafruit_BMP085.h>

/*****
  This is an example for the BMP085 Barometric Pressure & Temp Sensor

  Designed specifically to work with the Adafruit BMP085 Breakout
  ----> https://www.adafruit.com/products/391

  These displays use I2C to communicate, 2 pins are required to
  interface
  Adafruit invests time and resources providing this open source code,
  please support Adafruit and open-source hardware by purchasing
  products from Adafruit!

  Written by Limor Fried/Ladyada for Adafruit Industries.
  BSD license, all text above must be included in any redistribution
  *****/

// Connect VCC of the BMP085 sensor to 3.3V (NOT 5.0V!)
// Connect GND to Ground
// Connect SCL to i2c clock - on '168/'328 Arduino Uno/Duemilanove/etc
thats Analog 5
// Connect SDA to i2c data - on '168/'328 Arduino Uno/Duemilanove/etc thats
Analog 4
// EOC is not used, it signifies an end of conversion
// XCLR is a reset pin, also not used here

Adafruit_BMP085 bmp;

void setup() {
    Serial.begin(9600);
    if (!bmp.begin()) {
        Serial.println("Could not find a valid BMP085 sensor, check wiring!");
        while (1) {}
    }
}
```

```
}  
}  
  
void loop() {  
  Serial.print("Temperature = ");  
  Serial.print(bmp.readTemperature());  
  Serial.println(" *C");  
  
  Serial.print("Pressure = ");  
  Serial.print(bmp.readPressure());  
  Serial.println(" Pa");  
  
  // Calculate altitude assuming 'standard' barometric  
  // pressure of 1013.25 millibar = 101325 Pascal  
  Serial.print("Altitude = ");  
  Serial.print(bmp.readAltitude());  
  Serial.println(" meters");  
  
  // you can get a more precise measurement of altitude  
  // if you know the current sea level pressure which will  
  // vary with weather and such. If it is 1015 millibars  
  // that is equal to 101500 Pascals.  
  Serial.print("Real altitude = ");  
  Serial.print(bmp.readAltitude(101500));  
  Serial.println(" meters");  
  
  Serial.println();  
  delay(500);  
}
```

Avec la librairie Sparfun

La librairie Sparkfun est [disponible ici](#). Deux exemples sont livrés dont l'un intègre une estimation de l'altitude d'après la formule décrite plus bas.

Pour aller plus loin

Voici un petit aide mémoire extrait de [wikipedia](#) pour les conversions d'unités

- 1 hPa = 100 Pa = 1 mbar = 0.001 bar
- 1 hPa = 0.75006168 Torr
- 1 hPa = 0.01450377 psi (mesure impériale, pounds per square inch)
- 1 hPa = 0.75006375541921 mmHg (millimètres de mercure)
- 1 hPa = 0.00098692 atm (atmosphère)

Connaissant la pression atmosphérique, il est possible d'en déterminer approximativement l'altitude grâce à cette relation (certaines librairies intègrent cette fonction).

$$\text{altitude} = 44330 * \left(1 - \left(\frac{p}{p_0} \right)^{\frac{1}{5.255}} \right)$$

Quoi faire de plus avec la pression atmosphérique ?

Maintenant que nous pouvons mesurer la pression atmosphérique, nous pouvons fabriquer notre propre baromètre numérique et ainsi prévoir notre météo locale. Pour cela, nous pouvons nous appuyer sur les tables de prévision de l'abbé Moreux. Ecrites dans les années 30, elles sont plus précises qu'un simple baromètre car elles tiennent compte de la saison et de la direction du vent.

Déterminer la météo en mesurant la pression atmosphérique au printemps

Direction du vent / Baromètre	Nord	Est / Nord-Est	Sud / Sud-Est	Sud-Ouest	Ouest / Nord-Ouest
> 1020 hPa	Beau ou assez beau. Journées chaudes, nuits fraîches; gelées matinales.	Beau ou assez beau. Journées douces ou assez chaudes, nuits fraîches; gelées possibles.	Beau ou assez beau. Journées chaudes, nuits fraîches.	Beau ou assez beau.	Beau. Assez chaud dans la journée, frais la nuit; gelées possibles au petit matin.
De 1013 à 1020 hPa	Ondées ou giboulées. Températures fraîches	Giboulées. Journées fraîches, nuits froides; gelées à craindre.	Assez beau ou ondées orageuses. Journées chaudes, nuits un peu fraîches.	Ondées ou averses. Températures douces.	Nuageux avec ondées possibles; giboulées en montagne. Temps frais.
De 1006 à 1013 hPa	Ondées ou giboulées. Températures fraîches	Ondées ou giboulées avec vent. Temps frais.	Pluie ou averses avec un peu de vent. Temps doux.	Pluie et vent assez fort. Temps doux.	Ondées en plaine, giboulées en montagne. Temps frais.
< 1006 hPa	Pluie ou neige avec vent. Températures basses.	Ondées, giboulées ou averses orageuses; neige en montagne. Vent faible ou modéré. Températures basses.	Pluie et vent assez fort. Températures douces.	Pluie et vent assez fort. Températures douces.	Pluie en plaine, neige en montagne. Temps frais.

Déterminer la météo en mesurant la pression atmosphérique en été

Direction du vent / Baromètre	Nord	Est / Nord-Est	Sud / Sud-Est	Sud-Ouest	Ouest / Nord-Ouest
> 1020 hPa	Beau ou assez beau. Journées chaudes, nuits fraîches.	Beau. Journées chaudes, nuits fraîches.	Beau, mais orages possibles. Très chaud le jour, chaud la nuit.	Beau ou très beau. Chaud ou très chaud.	Beau. Chaud dans la journée, assez frais la nuit.
De 1013 à 1020 hPa	Assez beau, ondées possibles. Assez chaud.	Beau ou assez beau avec parfois des averses orageuses. Chaud ou assez chaud le jour, nuits fraîches	Beau, avec possibilité d'averses orageuses. Assez chaud.	Beau, ondées orageuses possibles. Assez chaud.	Assez beau, mais ondées possibles en montagne. Températures douces.
De 1006 à 1013 hPa	Ondées ou averses orageuses. Températures douces.	Pluies orageuses. Températures douces.	Temps lourd et orages avec averses. Chaud.	Temps lourd et orages possibles. Assez chaud.	Ondées et averses avec un peu de vent. Températures douces.
< 1006 hPa	Pluie et vent. Températures douces.	Pluies orageuses avec un peu de vent. Temps lourd et humide.	Averses orageuses et vents violents. Chaud et humide.	Orages et averses orageuses. Assez chaud.	Pluie à tendance orageuse avec vent. Doux et humide.

Déterminer la météo en mesurant la pression atmosphérique en automne

Direction du vent / Baromètre	Nord	Est / Nord-Est	Sud / Sud-Est	Sud-Ouest	Ouest / Nord-Ouest
> 1020 hPa	Beau ou assez beau. Chaud le jour. Gelées à craindre la nuit.	Beau ou assez beau. Chaleur modérée. Gelées à craindre.	Beau ou assez beau. Assez chaud le jour, frais la nuit; gelées possibles.	Beau. Chaud ou assez chaud le jour, nuits fraîches.	Beau ou modérément nuageux. Chaleur modérée le jour, nuits fraîches; gelées à craindre.
De 1013 à 1020 hPa	Ondées locales. Températures fraîches.	Assez beau, avec possibilité	Nuages modérés; ondées et	Ondées locales et vents faibles.	Assez beau, avec ondées locales et giboulées en

Direction du vent / Baromètre	Nord	Est / Nord-Est	Sud / Sud-Est	Sud-Ouest	Ouest / Nord-Ouest
		d'ondées. Frais le jour et gelées locales.	éclaircies. Assez chaud.	Températures douces.	montagne. Températures douces, parfois un peu fraîches.
De 1006 à 1013 hPa	Averses. Temps frais.	Ondées en plaine, giboulées en montagne. Temps frais.	Nuageux, avec pluies éparses et vent modéré. Temps doux.	Pluie possible, vent modéré. Températures douces.	Ondées en plaine, giboulées en montagne; vent faible. Temps frais.
< 1006 hPa	Averses de pluie ou de neige. Temps froid et températures en baisses.	Averses orageuses et vent modéré. Temps frais.	Pluie et parfois averses orageuses avec vents forts. Températures douces.	Pluie et vent fort. Temps doux et humide.	Fortes pluies et vent fort, bourrasques de neige en montagne. Temps frais.

Déterminer la météo en mesurant la pression atmosphérique en hiver

Direction du vent / Baromètre	Nord	Est / Nord-Est	Sud / Sud-Est	Sud-Ouest	Ouest / Nord-Ouest
> 1020 hPa	Beau, avec tendance à la brume et au brouillard. Températures fraîches.	Beau ou assez beau, un peu brumeux. Journées froides et gelées nocturnes.	Beau ou assez beau, parfois brumeux. Températures modérées le jour, nuits froides; gelées possibles.	Beau ou assez beau, brumes. Températures douces ou assez douces le jour; gelées nocturnes.	Beau et un peu brumeux. Températures modérées le jour; fortes gelées la nuit.
De 1013 à 1020 hPa	Assez beau. Giboulées en montagne. Froid.	Temps brumeux; giboulées ou neige. Froid.	Assez beau à modérément nuageux, avec ondées possibles. Températures douces.	Quelques nuages, ondées. Températures fraîches.	Modérément nuageux, giboulées en montagne. Froid.
De 1006 à 1013 hPa	Neige ou giboulées. Froid.	Neige ou giboulées. Froid.	Pluie possible, avec vent fort. Températures douces.	Pluie ou neige avec vent. Températures douces.	Giboulées ou neige. Froid.

Direction du vent / Baromètre	Nord	Est / Nord- Est	Sud / Sud-Est	Sud-Ouest	Ouest / Nord- Ouest
< 1006 hPa	Neige et vent parfois violent. Froid.	Giboulées, neige possible; vent modéré à assez fort. Froid.	Pluie ou neige fondue, avec vents forts. Temps assez froid, parfois doux.	Pluie ou neige fondue, avec vent violent. Températures douces.	Pluie et bourrasques, ou neige. Froid.

D'après l'article :

<https://projetsdiy.fr/bmp180-capteur-pression-temperature-barometre/>

Sources de l'article :

- learn.sparkfun.com
- [Alertes Météo](#)
- [Adafruit](#)