

Mesurer le taux d'humidité

Référentiel, Compétences

Lycée :

- Citer des exemples de capteurs présents dans les objets de la vie quotidienne.
- Mesurer la conductivité électrique d'un milieu.

Lycée Professionnel :

- Exploiter une représentation graphique.
- Mesurer une grandeur physique à l'aide d'un capteur électrique résistif.

Compétences :

- **S'approprier** : Rechercher et organiser l'information en lien avec la problématique étudiée.
- **Analyser Raisonner** : Formuler des hypothèses.
- **Réaliser** : Mettre en œuvre les étapes d'une démarche.
- **Valider** : Proposer d'éventuelles améliorations d'une démarche.
- **Communiquer** : Expliquer une démarche.

Situation déclenchante

L'air qui nous entoure contient de l'eau sous forme de vapeur. Le taux d'humidité est la mesure de la quantité de vapeur d'eau. Elle joue un rôle dans le cycle de l'eau, peut affecter notre santé physique et mentale, et peut aussi provoquer la propagation et la multiplication des micro-organismes (bactéries, moisissures...).

Le taux d'humidité est un paramètre important à prendre en compte dans la fabrication, production, stockage des aliments, médicaments. Le taux d'humidité est un indice de confort dans nos habitations. Par exemple, **contrôler** ce taux dans une SSI (Station Spatiale Internationale) représente un grand défi technologique pour les astronautes qui y habitent. Les services météorologiques **mesurent** quotidiennement l'humidité de l'air.



La carte BBC micro:bit peut-elle nous aider à mesurer de l'humidité d'une plante, et de l'air d'une habitation ?

Problématique

Comment peut-t-on mesurer l'humidité à l'aide d'une carte BBC micro:bit ?
Quels sont les paramètres physico-chimiques qui peuvent **influencer** le taux d'humidité ?
Comment peut-t-on **contrôler** l'humidité en utilisant des capteurs appropriés ?

Mesurer le taux d'humidité

Matériel nécessaire

- Une calculatrice TI-83 Premium CE Edition Python.
- Une carte BBC micro:bit et un câble miniUSB-microUSB.
- Câbles avec pinces crocodiles.
- Du terreau.
- Une carte d'extension (Shield grove).
- Un capteur d'humidité.
- Un capteur de température et humidité (sht35).

Mesurer le taux d'humidité d'un terreau

La conductance électrique G traduit la capacité d'un milieu à conduire le courant électrique. La résistance électrique est reliée à la conductance par la relation suivante : $R = \frac{1}{G}$.

Le terreau de nos plantes possède une conductance électrique qui dépend de la quantité d'eau et des éléments qu'il contient.

Cette conductance dépend du taux d'humidité du terreau.

Les qualités d'un bon terreau :

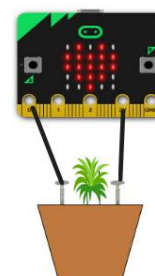
Sa conductivité électrique doit être comprise entre 45 et 55 mS/m (millisiemens par mètre). Elle reflète en partie la présence d'engrais minéraux.

Protocole n°1

Pour mettre en évidence cette dépendance, on réalise le montage ci-contre. Relions la carte à deux clous plantés dans le terreau via des câbles avec pinces crocodiles.

La résolution de la carte est de 10 bits, cela signifie que la tension d'entrée entre 0 et 3.3 V est convertie en une valeur numérique entière comprise entre 0 et 1023.

Plus il y a d'eau, plus le taux d'humidité du terreau est élevé et on aura un maximum de courant électrique, et le résultat mesuré sera proche de 1023.



Mesurer le taux d'humidité

Chargement des modules nécessaires :

- `microbit` pour le fonctionnement de la carte.
- `ti_system`.
- `mb_pins` : connexion aux ports P0 à P2.
- `mb_plotlib` pour les représentations graphiques.
- `mb_disp` affichage des DEL de la matrice.
- Création d'une fonction `humid1` qui prend comme paramètre `s` le seuil.
- Boucle Tant que (la touche `annul` n'est pas pressée)
 - `pin0.read_analog()` : lecture de la valeur sur cette broche et affectation à la variable `h`.
 - Affichage de la valeur lue avec une décimale.
 - `display.show` : affichage d'une image selon la valeur seuil de `h`.
 - `display.clear()` effacement de la matrice de DEL.

```
ÉDITEUR : HUMID1
LIGNE DU SCRIPT 0004
import ti_plotlib as plt
from microbit import *
from ti_system import *
from mb_pins import *
from mb_disp import *
display.clear()
def humid1(s):
    while not escape():
        h=pin0.read_analog()
        msg="humidite=%.1f"%h
        plt.cls()
        plt.text_at(7,msg,"center")
        sleep(5)
        if h>s:
            display.show("Image.HAPPY",delay=6000,wait=True)
            display.clear()
        else:
            display.show("Image.SAD",delay=6000,wait=True)
            display.clear()
```

```
PYTHON SHELL

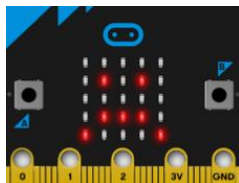
humidite=882.0
```

On refait la même expérience, cette fois-ci pour une terre sèche, afin d'observer la différence de valeur affichée.

Une plante a besoin d'un taux d'humidité plus élevée (70 à 90 % dans leur milieu d'origine). Dans le script ci-dessus, nous avons fixé un seuil de 800 pour juger un bon ou un mauvais taux d'humidité du terreau.

```
PYTHON SHELL

humidite=262.0
```



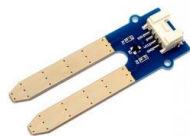
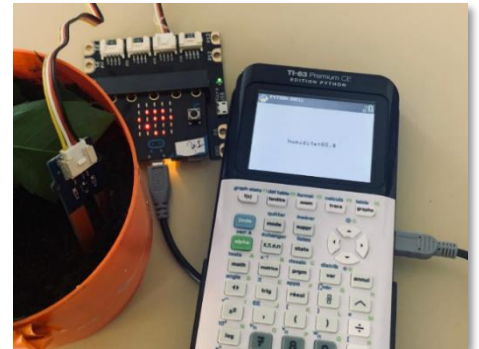
Mesurer le taux d'humidité

Protocole n°2 (utilisation d'un capteur grove)

Toutes les plantes ne demandent pas les mêmes conditions d'humidité. Par exemple, une humidité de 30% à 60% convient parfaitement aux plantes **xérophytes**, alors que ce taux est largement insuffisant pour les **épiphytes**.

On se propose de tester des terreaux destinés à accueillir des plantes. On refait la même expérience en utilisant un capteur d'humidité compatible Grove.

- Connecter le capteur à la carte Sheild.
- Il délivre une valeur analogique en fonction de la teneur en eau. Il est basé sur des mesures de résistivité électrique.
- A pour avantage la reproductibilité des mesures puisque l'écartement entre les deux électrodes est fixe, alors qu'avec la première expérience, cet écartement dépend de la position des clous.



Remarque : La partie supérieure du capteur ne doit pas être en contact avec l'eau.

Chargement des modules nécessaires :

- `microbit` pour le fonctionnement de la carte.
- `ti_system`.
- `ti_plotlib` pour les représentations graphiques.
- `mb_pins` connexion aux ports P0 à P2.
- `mb_grove` pour la gestion des capteurs grove .
- Création d'une fonction `humid1(s)`.
- Boucle **Tant que** (la touche **annul** n'est pas pressée)
 - Lecture de la valeur sur le pin0 et affectation à la variable `h`.
 - `plt.cls()` effacement de l'écran de la calculatrice.
 - Affichage de la valeur lue avec une décimale.
 - Impression d'un message selon la valeur seuil `s`.

```
ÉDITEUR : HUMID2
LIGNE DU SCRIPT 0001
import ti_plotlib as plt
from ti_system import *
from microbit import *
from mb_grove import *
from mb_pins import *
def humid2(s):
    while not escape():
        h=grove.read_moisture(pin0)
        msg="humidite=%.1f"%h
        plt.cls()
        plt.text_at(7,msg,"center")
        plt.cls()
        plt.text_at(7,msg,"center")
        if h>s:
            print("Bon terreau")
        else:
            print("Mauvais terreau")
```

```
PYTHON SHELL
Mauvais terreau

humidite=52.5
```

On obtient un taux d'humidité de 52.5% inférieur au taux conseillé de 60% pour notre plante.



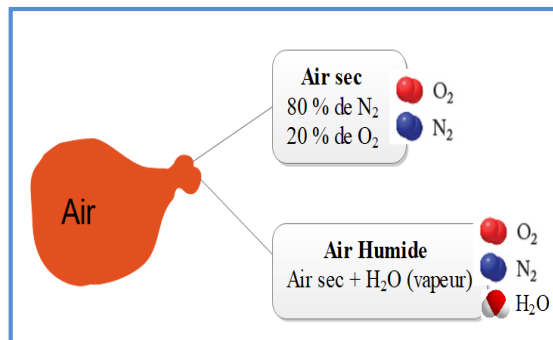
Mesurer le taux d'humidité

Mesurer le taux d'humidité de l'air

Composition de l'air

La figure ci-contre illustre la composition de l'air sec et de l'air humide. Comme exemple, nous considérons 1 kg d'air sec à 20°C auquel on rajoutera de la vapeur d'eau.

On s'intéressera à la pression et à la masse de l'air sec et de l'air humide.



	Pression	Masse
Air sec	$P_{\text{air-sec}} = 1\text{bar}$	$m_{\text{air-sec}}=1\text{kg}$
Air Humide	$P_{\text{air-humide}}=P_{\text{air-sec}} + P_{\text{vapeur}}$	$m_{\text{air-humide}}=m_{\text{air-sec}} + m_{\text{vapeur}}$

La quantité maximale de vapeur d'eau que peut absorber 1 kg d'air sec est 13,5 g (saturation) et qui correspond à une pression de vapeur de 24 mbar :

Pour un air saturé : $P_{\text{air-humide}} = 1 + 0,024 = 1,024\text{ bar}$ et $m_{\text{air-humide}}=1013,5\text{ g}$.

Humidité spécifique et humidité relative (HR)

Exemple : Si on injecte 5 grammes de vapeur d'eau dans 1 kg d'air sec, on dit que l'air possède une humidité spécifique de 5 g/ kg d'air sec.

On définit l'humidité relative (HR) par la quantité d'eau dans l'air par rapport à la saturation.

Pour le même exemple $HR = 5/13,5 \times 100 = 37\%$ (humidité sur une station météo).

Ce capteur compatible Grove mesure l'humidité relative (HR) et la température de l'air en sortie digitale.

- Tension de fonctionnement : 3.3V / 5V.
- Température : -40°C à 125°C ($\pm 0.1^\circ\text{C}$).
- Humidité : 0 à 100% HR ($\pm 5\%$).

Il existe d'autres capteurs grove qui remplissent les mêmes fonctions mais qui ont l'inconvénient de nécessiter une alimentation de 5V.



Capteur de température et humidité SHT35
Environ 15 €



Capteur de température et humidité DHT11
Environ 5,90 €

Mesurer le taux d'humidité

Mesure de l'humidité relative (HR) dans une habitation

Réaliser ce montage en connectant le capteur SHT 35 au port I2C pour lire les deux grandeurs à la fois (température et taux d'humidité).

Le script proposé est le suivant :

Chargement des modules nécessaires :

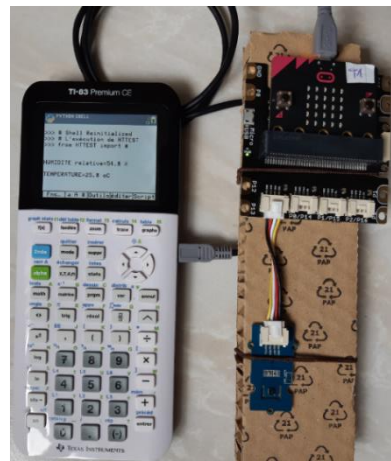
- `microbit` pour le fonctionnement de la carte.
- `ti_system`.
- `tiplotlib` pour les représentations graphiques.
- `mb_pins` connexion aux ports.
- `mb_grove` pour la gestion des capteurs grove .
- `mb_disp` pour l'affichage.

- Boucle **Tant que** (la touche **annul** n'est pas pressée)
 - Lecture de la valeur de l'humidité et de la valeur de température et affectation respectivement à la variable `h` et à la variable `T`.
 - Affichage de la valeur lue avec une décimale.

La valeur trouvée est correcte au niveau d'indice de confort d'une habitation puisque de nombreuses études scientifiques ont prouvé que le taux idéal d'humidité relative de l'air dans une habitation doit être compris entre 40% et 60% pour une température de 20°C.

Ensuite on confronte ce montage à des situations de sous pression et à un ajout de vapeur d'eau pour observer l'évolution de l'humidité.

- Le taux d'humidité baisse quand on introduit le dispositif dans une cloche sous vide.



```
ÉDITEUR : HUMID3
LIGNE DU SCRIPT 0001
import tiplotlib as plt
from ti_system import *
from mb_disp import *
from microbit import *
from mb_grove import *
from mb_pins import *
display.clear()
while not escape():
    t,h=grove.read_sht35()
    msg1="HUMIDITE relative=%.1f"%
        h+" %"
    msg2="TEMPERATURE=%.1f"%t+" °C
    plt.text_at(7,msg1,"left")
    plt.text_at(9,msg2,"left")
    sleep(2000)
```



```
PYTHON SHELL
>>> # Shell Reinitialized
>>> # L'exécution de HUMID3
>>> from HUMID3 import *

HUMIDITE relative=54.6 %
TEMPERATURE=26.1 °C
```



Mesurer le taux d'humidité

Application

Suivi du taux d'humidité relative de l'air (ajout de vapeur d'eau)

- On reprend le montage précédent, on exécute le script afin de relever l'humidité de l'air (par exemple : 20 secondes), ensuite on plonge le tout dans une étuve saturée de vapeur d'eau pendant (40 secondes).
- Durée de l'expérience : 60 secondes.



Avant l'ajout



Après l'ajout

Chargement des modules nécessaires : `ti_plotlib` (représentation graphique), `ti_system` (export des données), `microbit` (gestion de la carte), et `mb_grove` (capteurs grove)

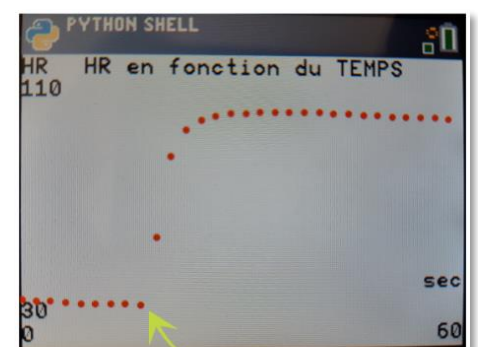
Création d'une fonction `humid_temp` : d' argument `n` qui influencera la suite de l'expérience (voir explication supplémentaire ci-dessous).

- `plt.cls()` : effacer l'écran.
- `plt.window` : réglage de la fenêtre graphique.
- `plt.axes` : affichage des axes.
- `plt.labels` : étiquettes sur les axes.
- `plt.title` : Titre du graphique.
- `plt.color` : couleur rouge pour la représentation des données.
- Boucle `for` ; acquisition des données (à modifier selon les conditions expérimentales).
- Lecture de la valeur de la pression et température affectation respectivement à la variable `p` et à la variable `T`.
- `plt.plot` : Affichage des points expérimentaux.
- `plt.scatter` : motif de représentation.
- `plt.show_plot()` : Met en pause l'affichage.

```

ÉDITEUR : HUMIDAIR
LIGNE DU SCRIPT 0001
import ti_plotlib as plt
from ti_system import *
from microbit import *
from mb_grove import *
def humid_temp(n):
    plt.cls()
    plt.window(0,2*n,30,110)
    plt.axes("on")
    plt.labels("sec","HR",10,1)
    plt.title("HR en fonction du T
    EMPS")
    plt.color(255,0,0)
    for i in range(n):
        t=i*2
        T,h=grove.read_sht35()
        sleep(500)
        plt.plot(t,h,"o")
    plt.show_plot()

```



Introduction de la vapeur d'eau

Mesurer le taux d'humidité

Détails du script :

- $n=30$ donc $x_{max}= 2*30 =60$
- i allant de 0 à 29 et on aura 60 points (mesures) espacées de 0.5 secondes, donc la durée de l'expérience est de 30 secondes

```
def humid_temp(n):  
    plt.window(0,2*n,30,110)  
    for i in range(n):  
        t=i*2  
        T,h=grove.read_sht35()  
        sleep(500)
```

Cette expérience montre bien que l'humidité est liée directement à la présence de la vapeur d'eau dans l'air sec. On assiste à une brutale augmentation du taux d'humidité relative instantanément après introduction de la vapeur d'eau.

On remarque que l'air dans le vase ne peut plus absorber la vapeur d'eau, il s'agit de la saturation. Ensuite c'est la condensation qui s'installe.

Prolongement

Calcul de la masse de vapeur d'eau

Exercice : Calculer la masse de vapeur d'eau introduite qui fait passer le taux d'humidité relative de 40 % à 90%, dans un vase cylindrique de diamètre 12 cm et de hauteur 21 cm.

Aide : On définit l'humidité relative (HR) par la quantité d'eau dans l'air par rapport à la saturation.

Pour le même exemple $HR = 5/13,5 \times 100 = 37\%$.

Pour profiter de tutoriels vidéos, Flasher le QRCode ou cliquer dessus !



Ce document est mis à disposition sous licence Creative Commons
<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/2.0/fr/>

© Texas Instruments 2020 / Photocopie autorisée

