

Capteur de gaz à base semi-conducteur

Thème: « Milieux »

interactions, interfaces, homogénéité, ruptures

Plan

I- Principe de fonctionnement du capteur de gaz:

- 1- Structure et schéma
- 2- Courbes constructeur et explications
- 3- Interactions entre couche sensible et molécules de gaz

II- Elaboration du dispositif expérimental:

- 1- Branchement du capteur de gaz
- 2- Branchement du capteur d'humidité
- 3- La chambre d'essai

III- Validation des données constructeur:

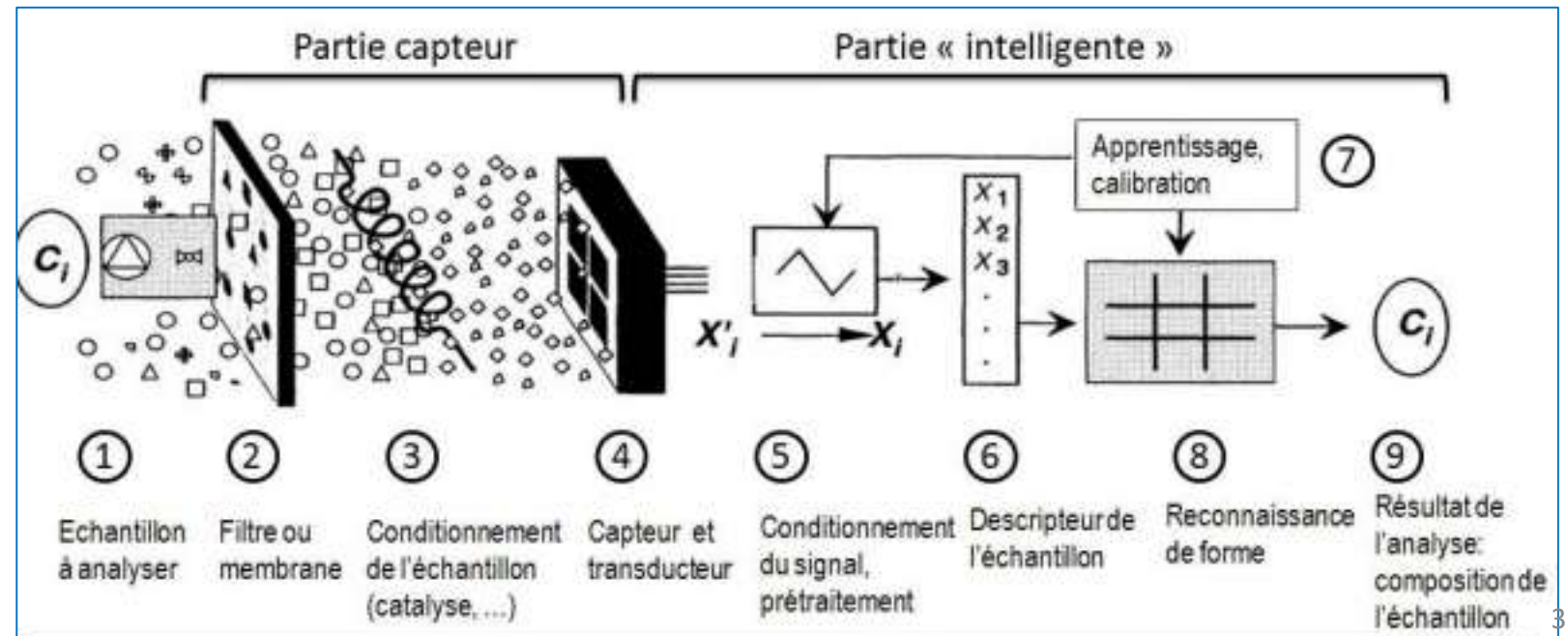
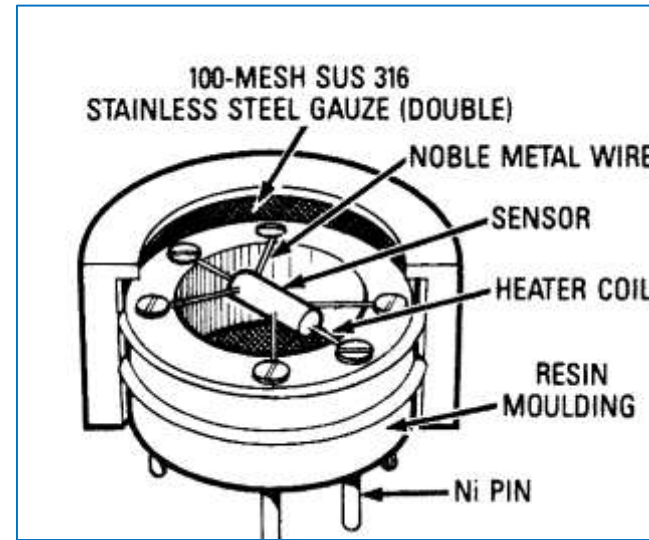
- 1- Protocole expérimentale
- 2- Résultats et analyses

IV- Résistance du capteur et changement d'humidité et de température:

- 1- Problématique
- 2- Modèle théorique
- 3- Contraintes d'expérimentation

I- Principe de fonctionnement du capteur de gaz

I-1) Structure et schéma du capteur



I-2) Courbes constructeur et explication

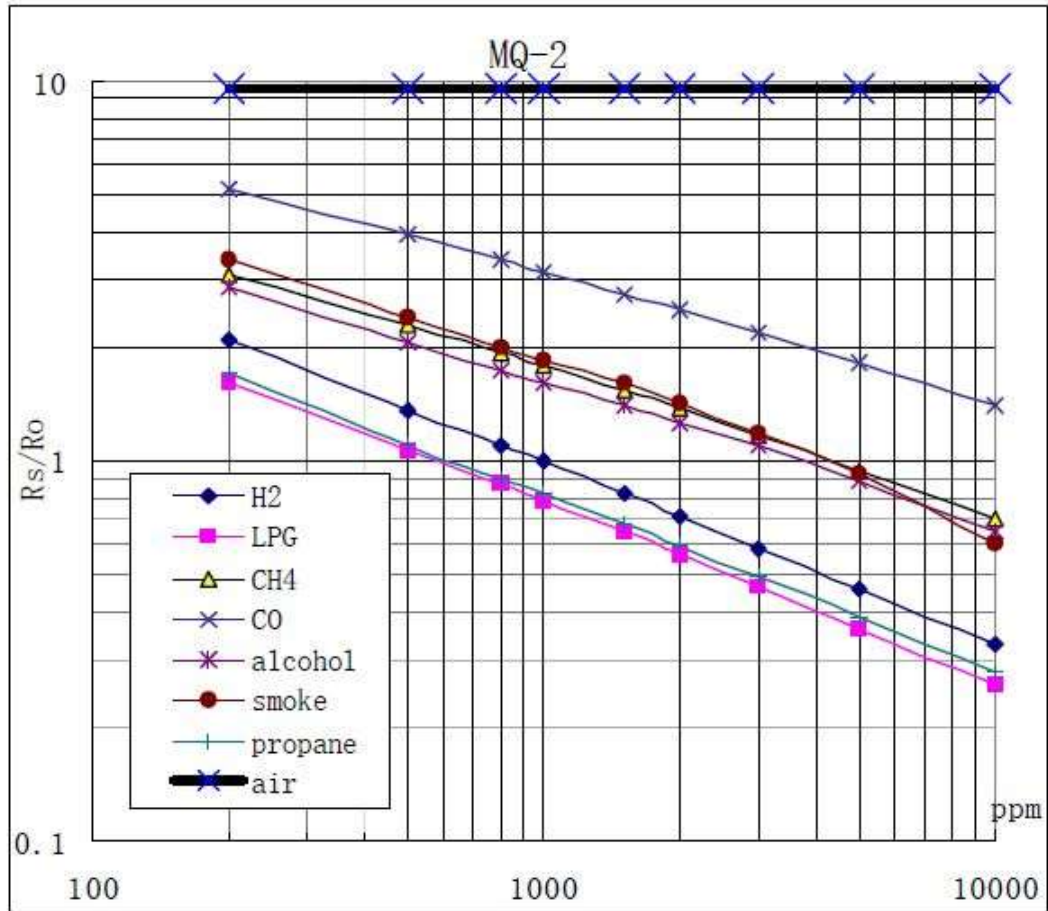
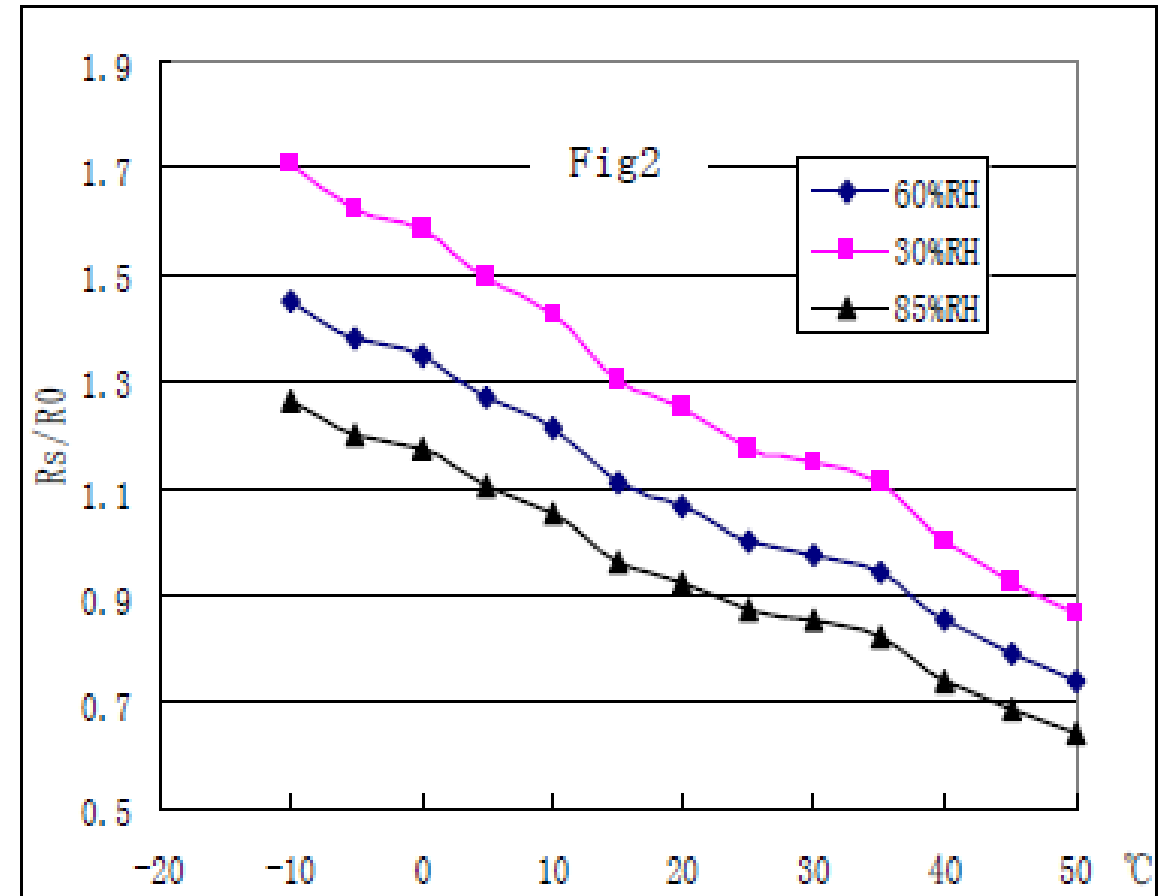


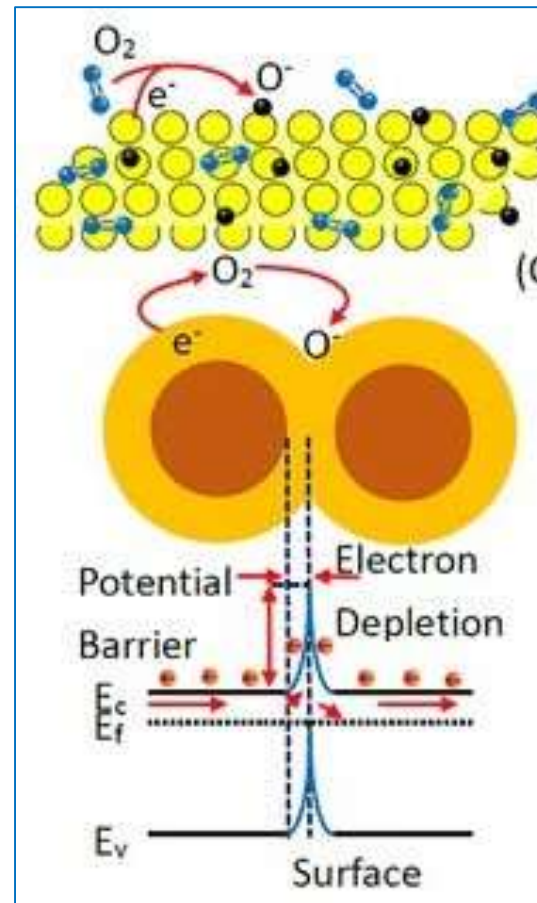
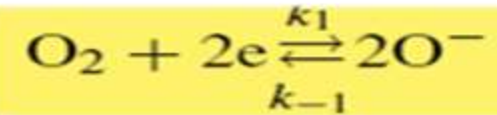
Fig.2 sensitivity characteristics of the MQ-2



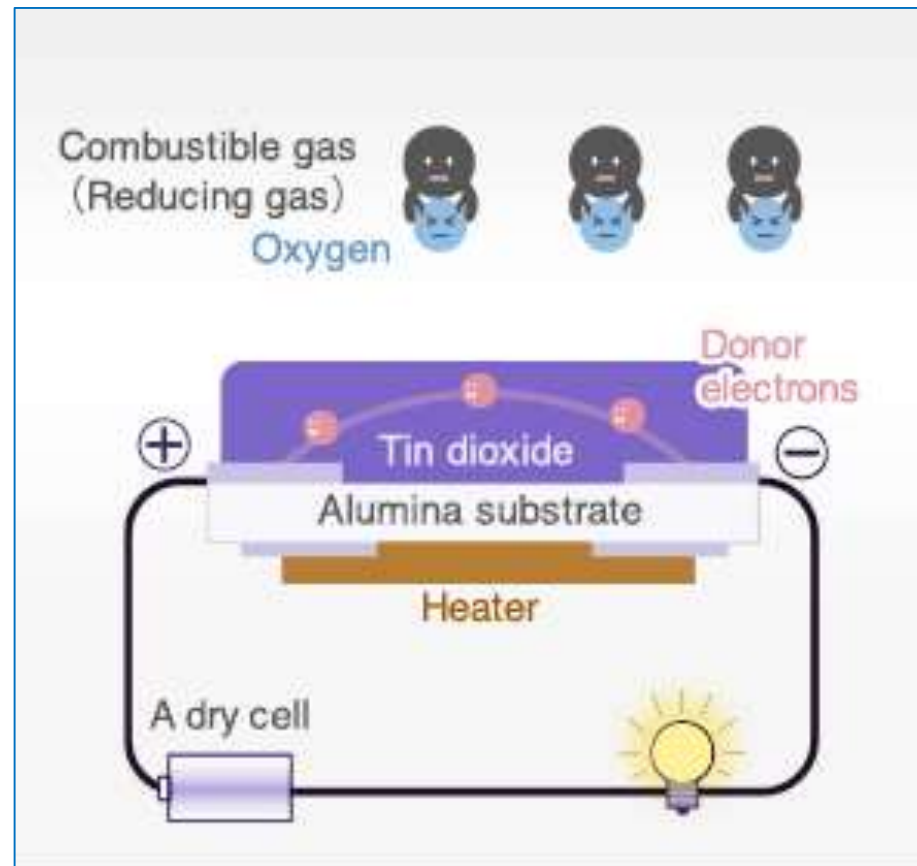
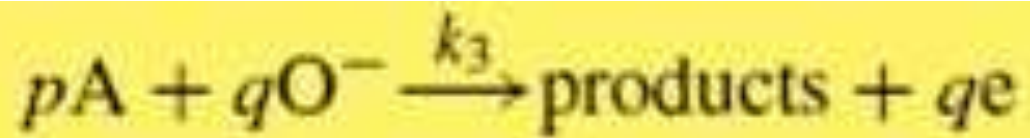
I-3) Interactions entre couche sensible et molécules de gaz

Effet de l'oxygène:

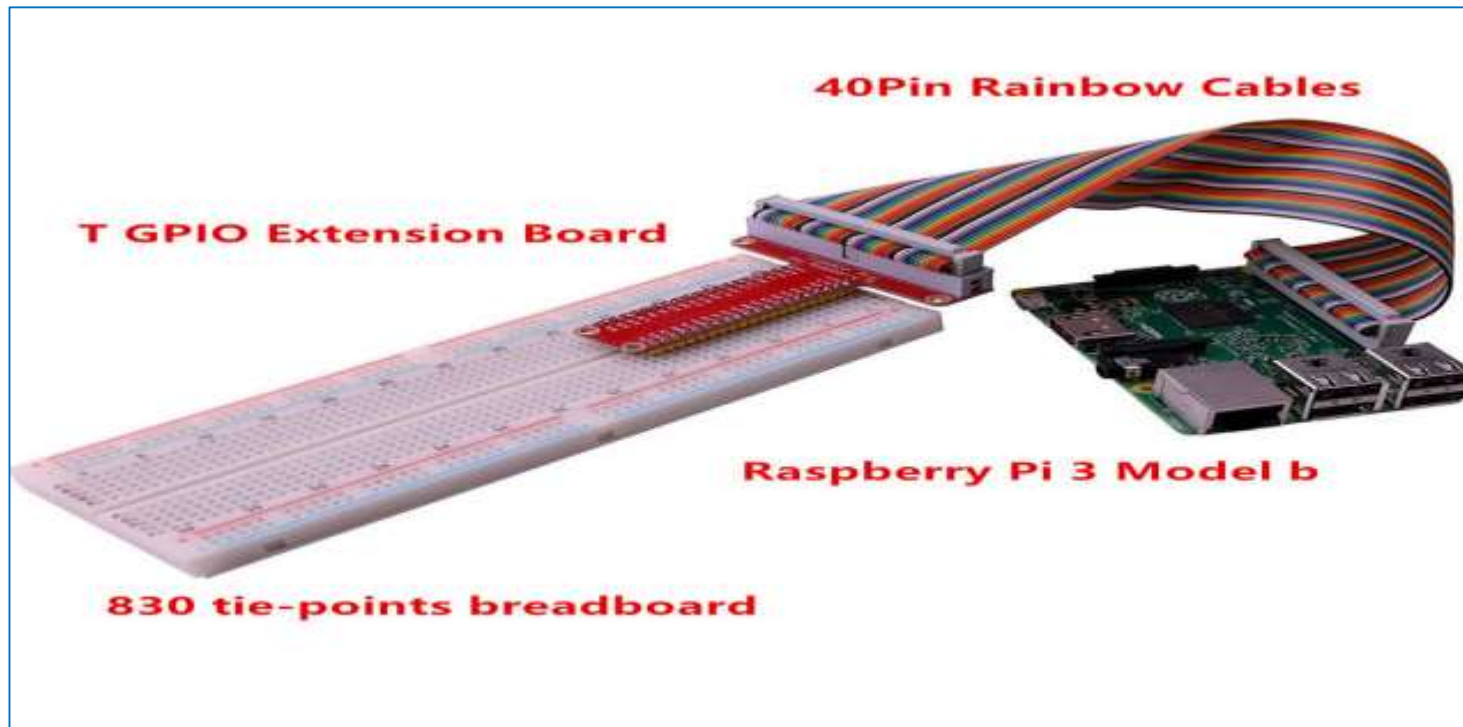
- Adsorption de l'oxygène:



- Réponse aux gaz réducteurs



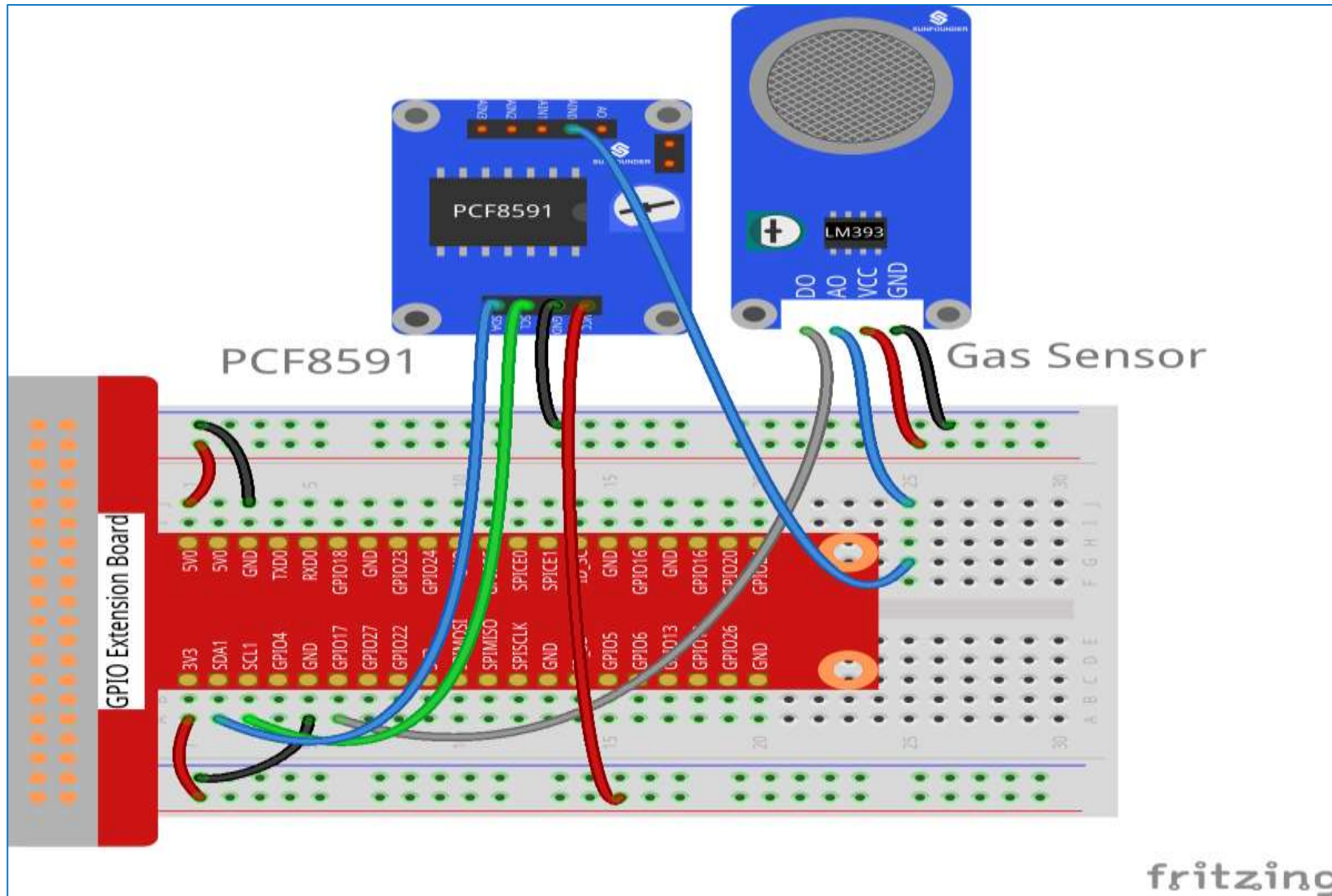
II- Elaboration du dispositif expérimental



Pin 1	Pin 2	Pin 25	Pin 26
+3V3	+5V		
GPIO2 / SDA1	+5V		
GPIO3 / SCL1	GND		
GPIO4	TXD0 / GPIO 14		
GND	RXD0 / GPIO 15		
GPIO17	GPIO 18		
GPIO27	GND		
GPIO22	GPIO 23		
+3V3	GPIO 24		
GPIO10 / MOSI	GND		
GPIO9 / MISO	GPIO 25		
GPIO11 / SCLK	CE0# / GPIO8		
GND	CE1# / GPIO7		

Plate forme : Raspberry PI 3 sous linux
Extension du GPIO avec une BreadBoard

II-1) Branchement du capteur de Gaz



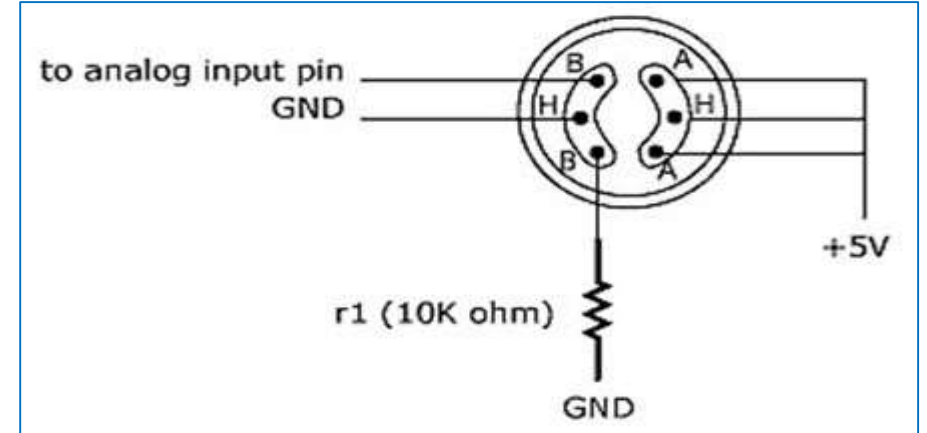
Détails sur le capteur:

- La sortie analogique après branchement avec le convertisseur donne une **valeur n** entre 0 et 255 qui est $n = V_s/V_{cc}$. (convertisseur A/D à 8 bits)
- On détermine R_s à partir de ce schéma:
R1 et R_s sont en série: On applique un diviseur de tension

$$V_{R1} = R1 / (R1 + R_s) V_c$$

$$\Rightarrow R_s + R1 = R1 * V_{R1} / V_c$$

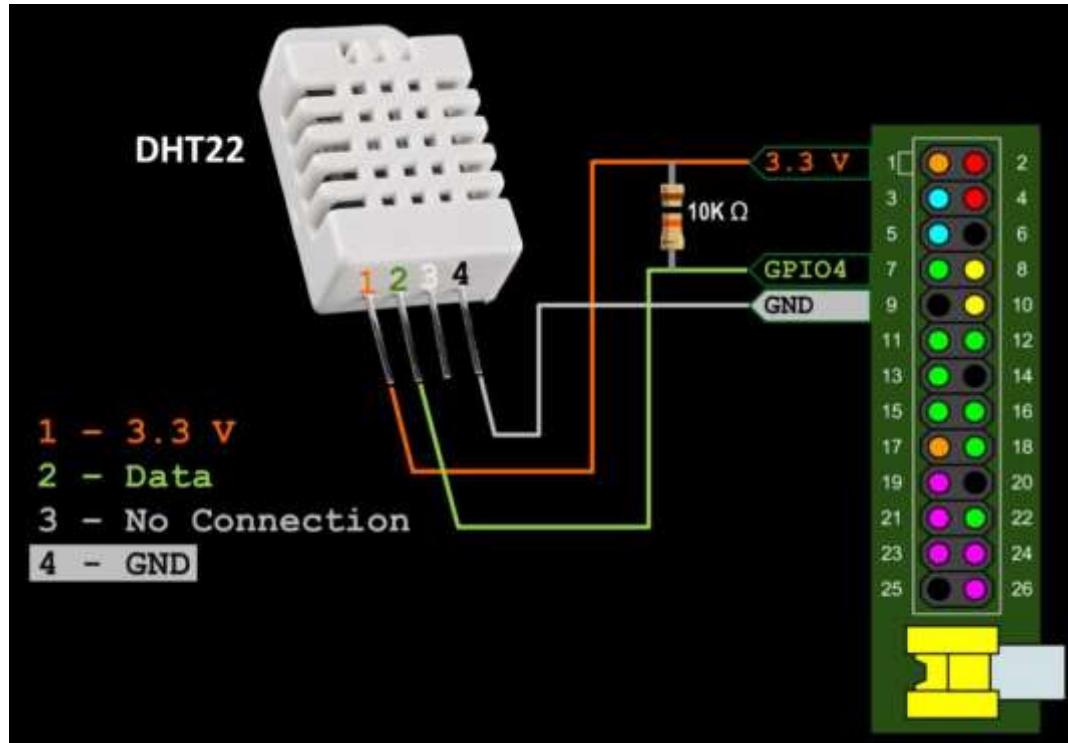
$$\Rightarrow R_s = (V_c / V_{R1} - 1) * R1$$



Code pour le fonctionnement :

- On utilise la fonction ADC qui lit la valeur n à partir du convertisseur A/D.
- On applique la formule précédente pour trouver R_s .
- Dans le code, la fonction d'appel est **getRs()**

II-2) Branchement du capteur d'humidité:



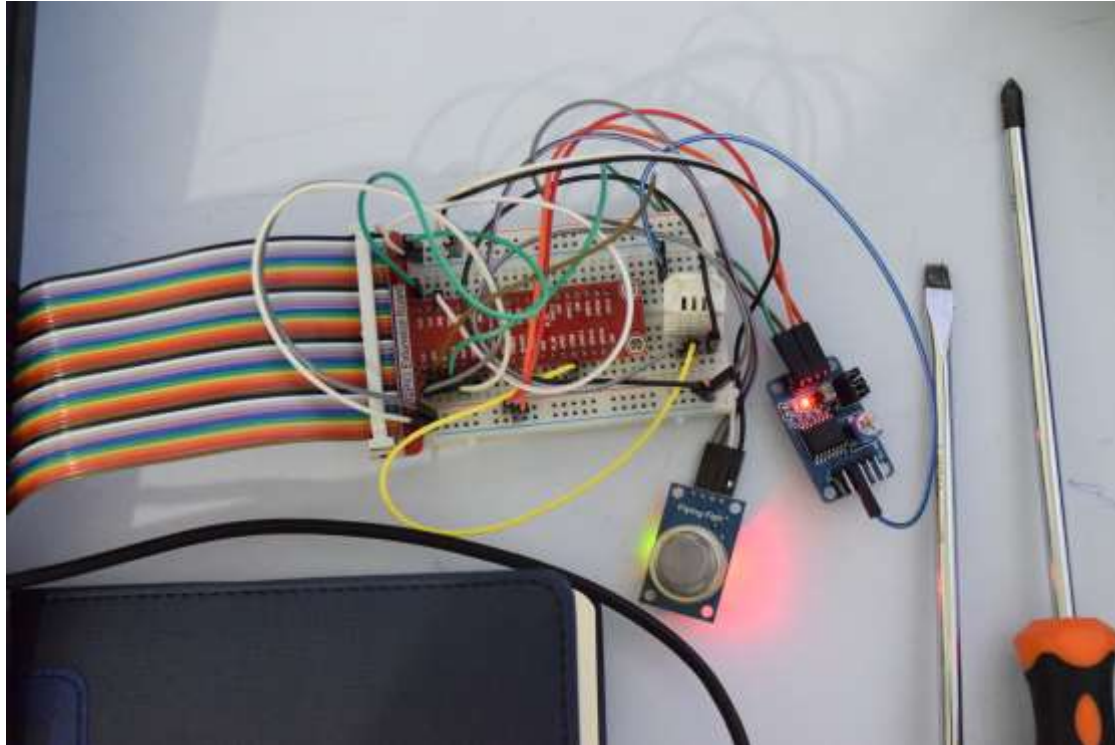
Le capteur d'humidité et de température utilisé est le **DHT22**.

Il a deux port d'alimentation et un port qui donne un signal numérique ce qui facilite le travail.

On obtient les valeurs à partir de cette fonction:

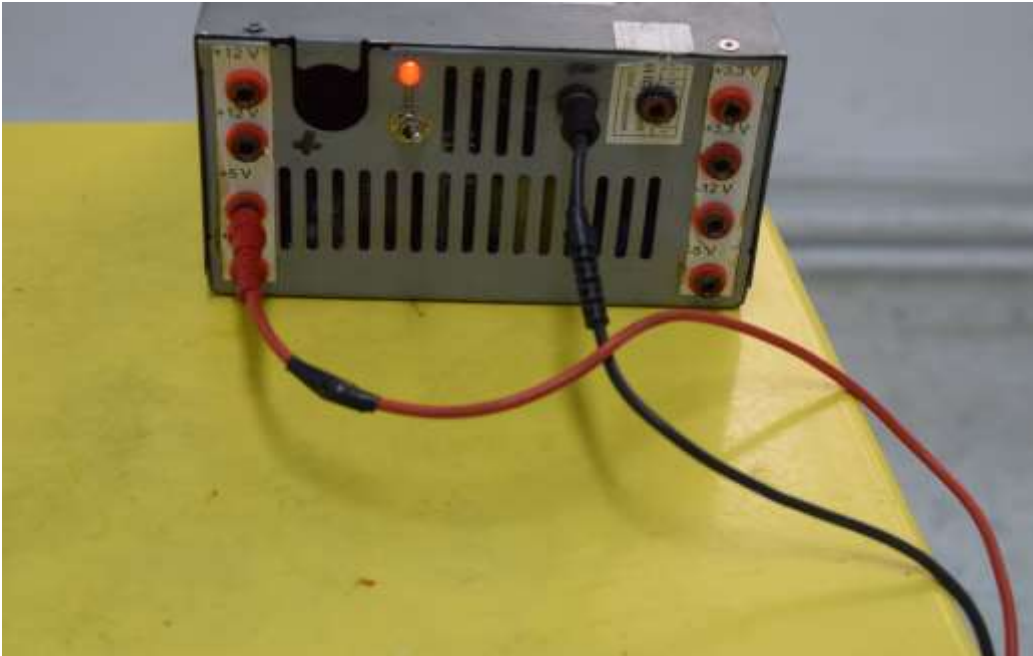
`(t,h)=getth()`

Images réelles du dispositif expérimental



Circuit pour test monté sur la carte d'essai

Améliorations du dispositif D'acquisition



Alimentation en continue 5V du MQ2
Car l'alimentation du raspberry donne 4.6 V.
Cette amélioration m'a posé de vrais problèmes
car ce générateur et le raspberry n'ont pas la
même masse. J'ai fini par l'annuler.



Allongement des câbles des deux capteurs
avec soudure car sinon ils donne des valeurs
erronées

Le codes d'acquisition et de sauvegarde

```
def vers_texte(sr,duree):  
    fichier= open("TestA.txt", "a")  
    fichier.write("""  
-----  
""")  
    X=[k for k in range( duree // sr)]  
    for k in X:  
        |  
        h,t=getth()  
        rs=getRs()  
  
        print("Rs/R0=", rs)  
        print("humidité=", h)  
        print('temperature=',t)  
        print("""  
            -----  
            """)  
        time.sleep(sr)  
  
        fichier.write(str(k*sr)+' | '+str(rs)+" | "+str(h)+" | "+str(t)+"\n")  
    fichier.close()
```

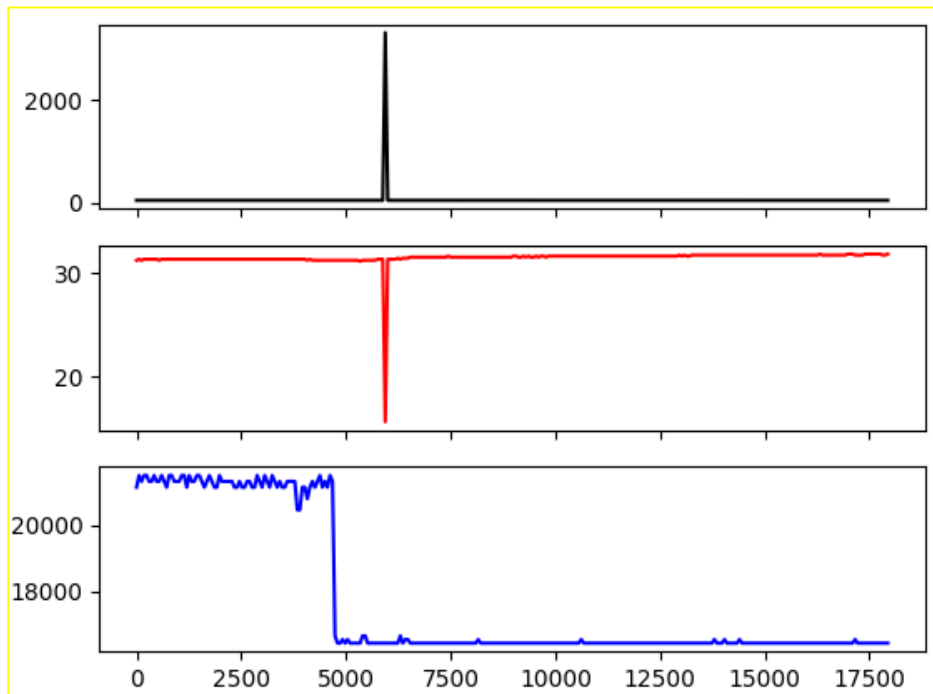
Durée de l'expérience
Période d'échantillonnage

Temps de latence SR

Enregistrement
sur la base de
données

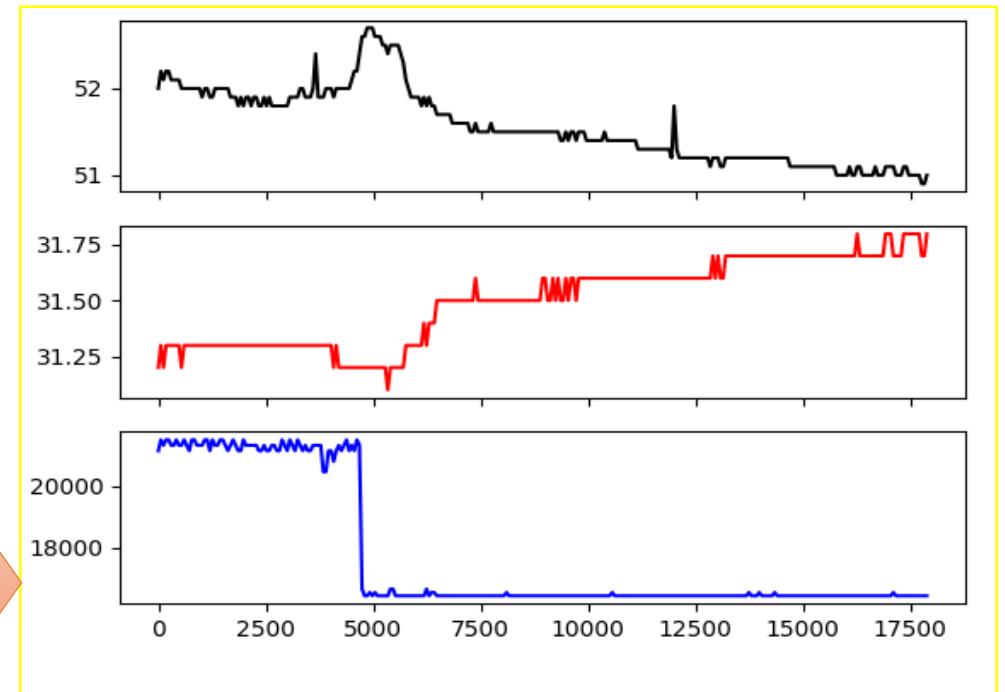
Traçage de Courbes

- Les capteurs donnent parfois des valeurs erronées donc j'ai du ajouter un filtrage un peu serré pour les éliminer.
- Au début j'utilisais matplotlib mais c'est difficile de paramétrer les courbes et prendre des marges de valeurs donc j'ai opté pour Excel.



← Avant
filtrage

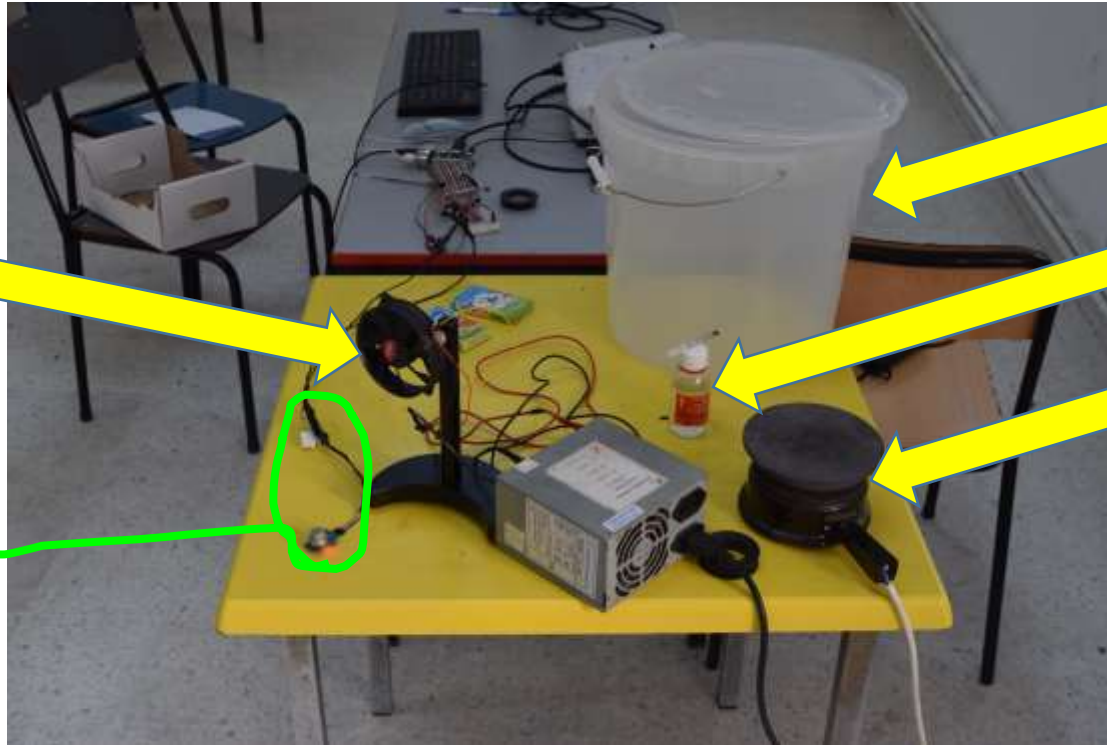
Après
filtrage →



II-3) La chambre d'essai

Ventilateur

Les deux
Capteurs



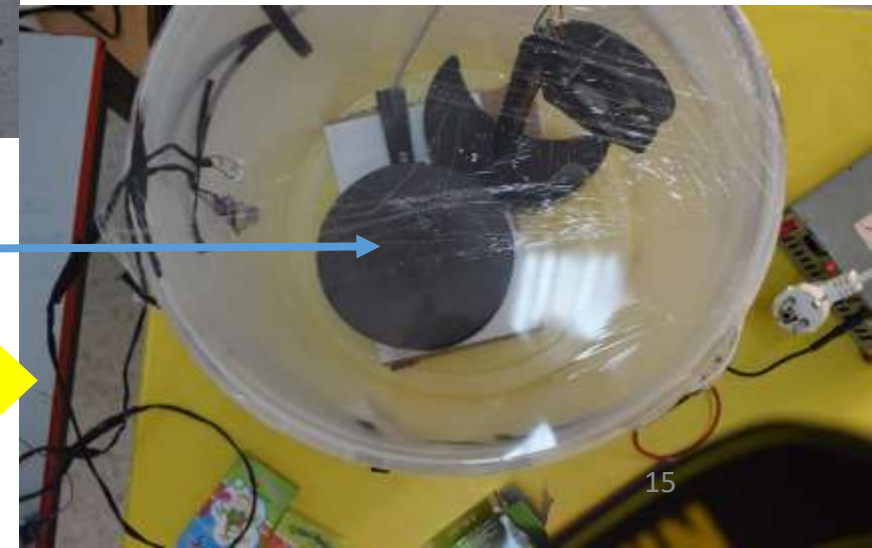
Chambre

Alcool et Seringue

Plaque chauffante

Injection de l'alcool

Dispositif Monté ➔



Précision des mesures

- **Mesure de la PPM du gaz:**

- Volume minimal : 0.01 ml (0.5ml avec 50 graduations)
Volume du sot = 20 L
- Densité alcool= 0.791
- $P(\text{alcool}) = n(\text{alcool})/n(\text{total}) = V(\text{alcool}) * 0.019 \Rightarrow P_{\min} = 0.0002 = 200 \text{ PPM}$

- **Mesure du voltage VRL:**

- $V_{\min} = 5/255 = 0.019 \text{ V} \Rightarrow R_{\min} = 1/255 * R_L = 5.17 \text{ ohm}$

- **Mesure de T et H:**

- $H_{\min} = 2\%$, $T_{\min} = 0.5 \text{ }^{\circ}\text{C}$

III- Validation des données constructeur:

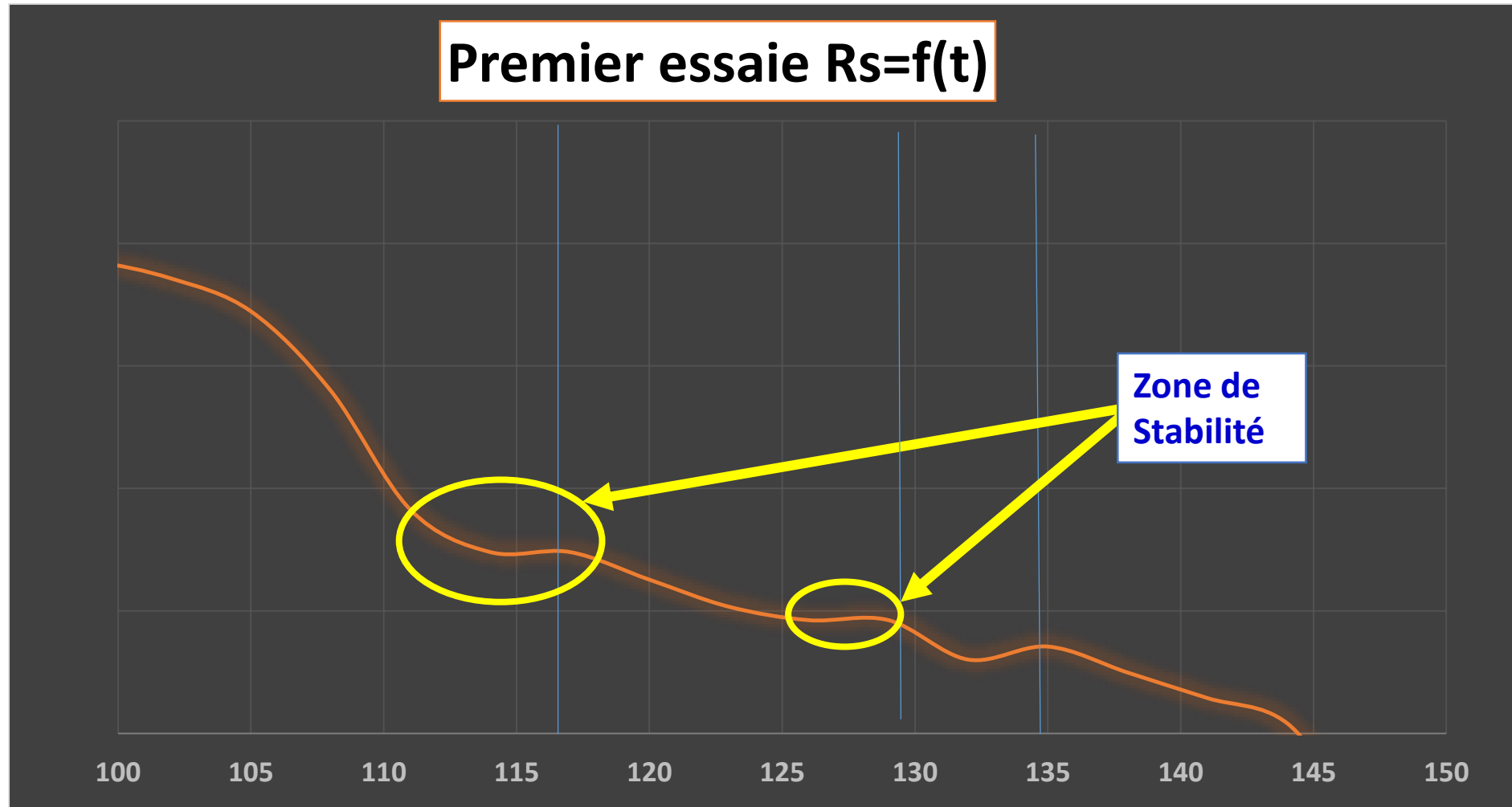
III-1) A/ Protocole expérimental :

- La chambre est fermée;
- la résistance chauffante et le ventilateur sont le siège de l'évaporation de l'alcool.
- On ajoute graduellement des doses d'alcool et on enregistre la résistance.
- La température de la chambre étant constante.

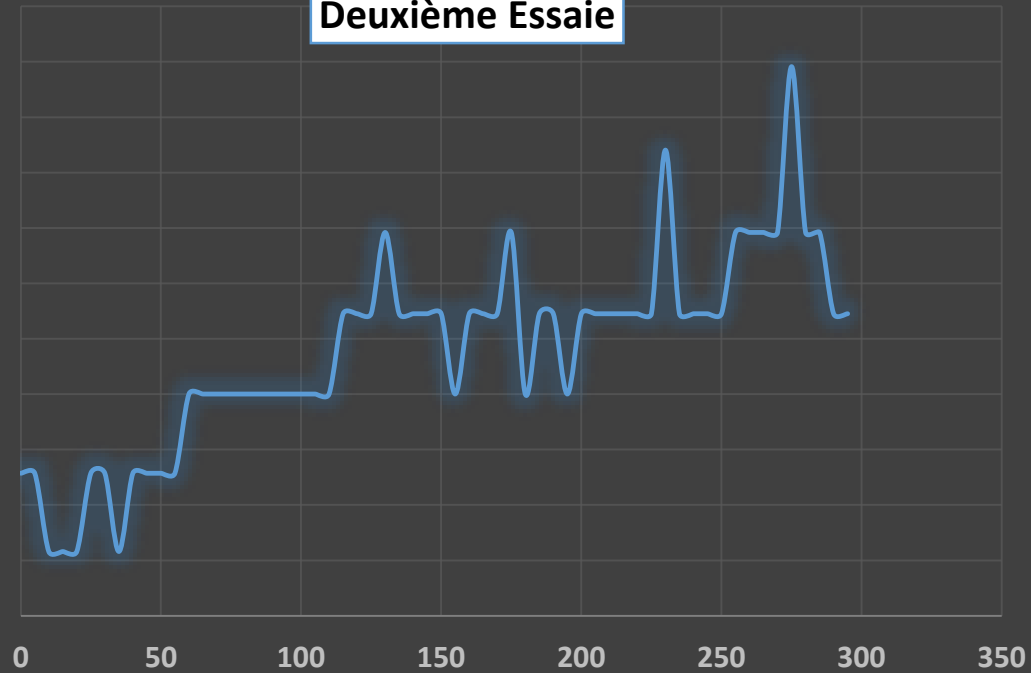


III- 2) Résultats :

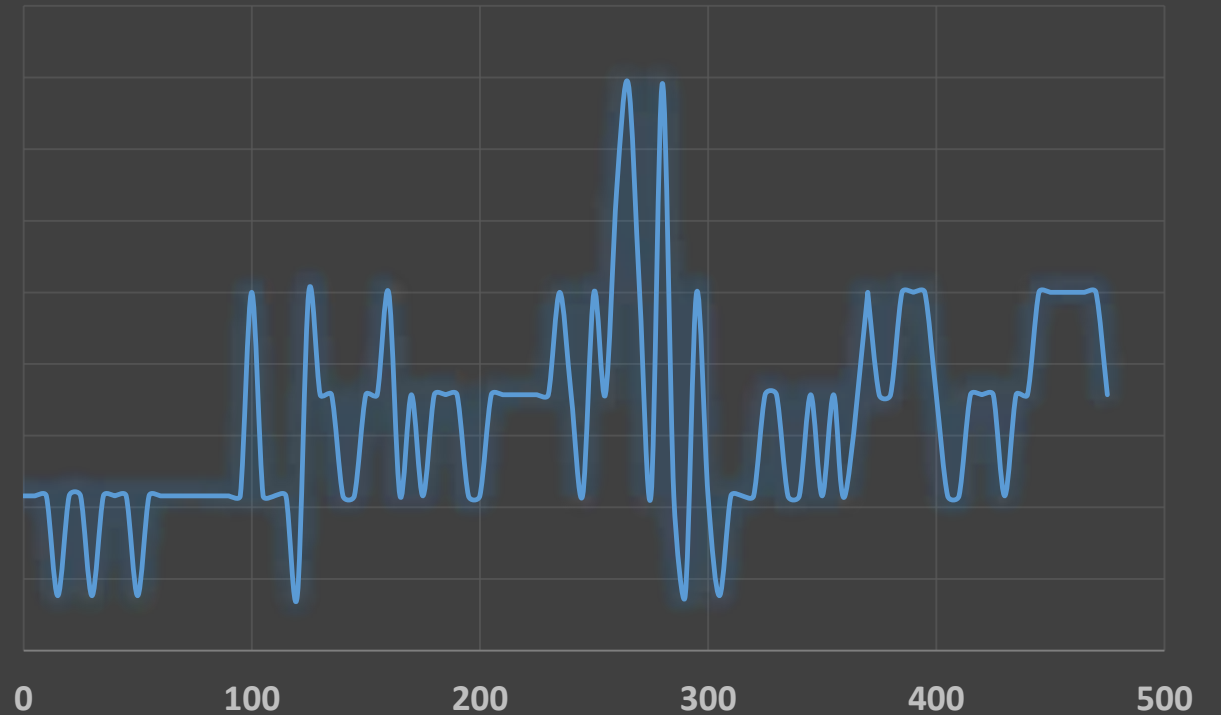
Premier essai $R_s=f(t)$



Deuxième Essai

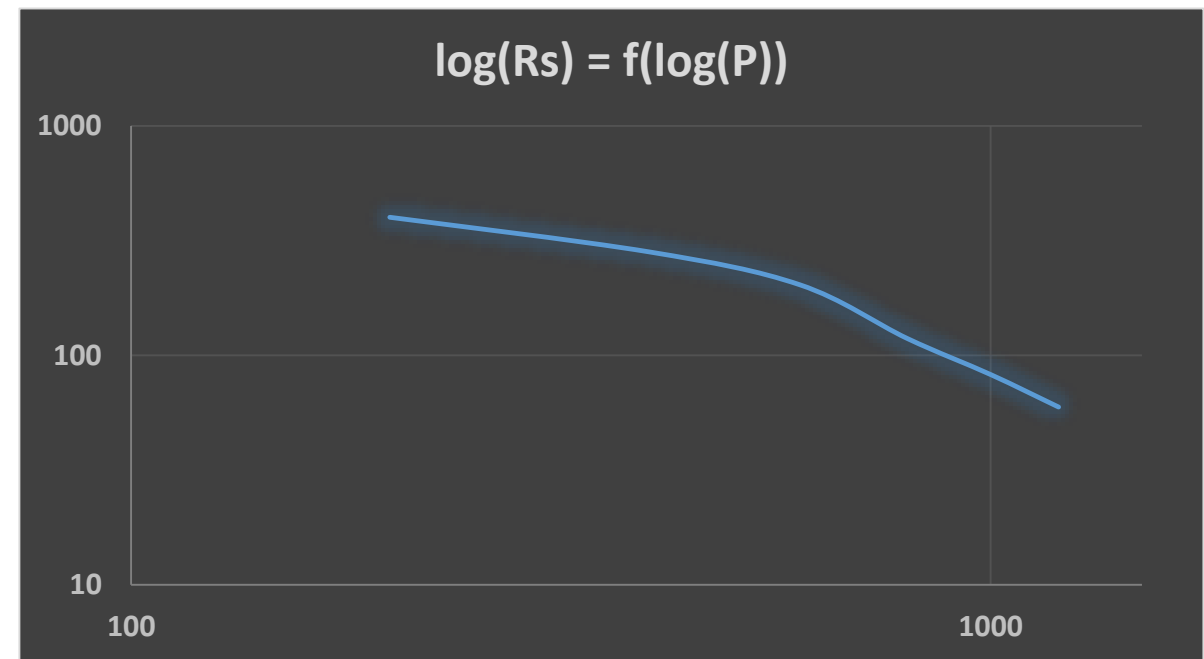
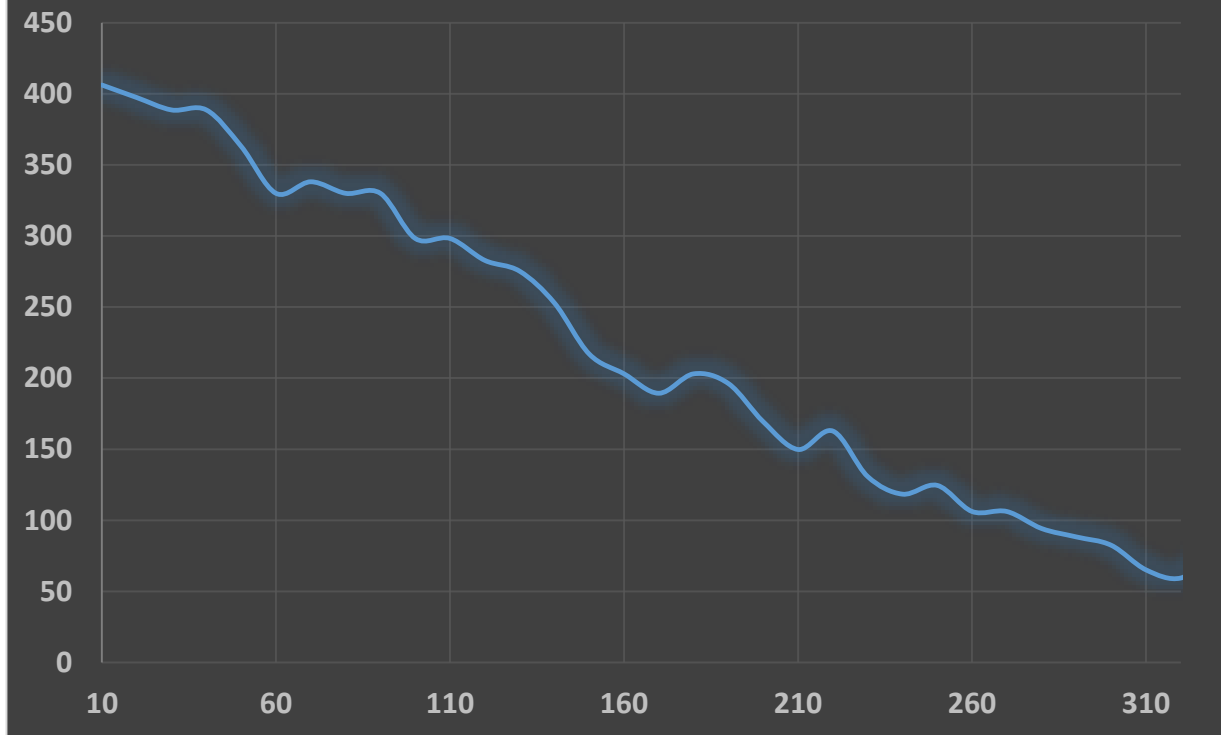


Troisième Essai

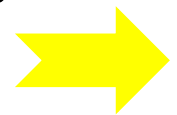


Deux courbes qui ne donnent aucun sens à cause du changement de l'alimentation du capteur

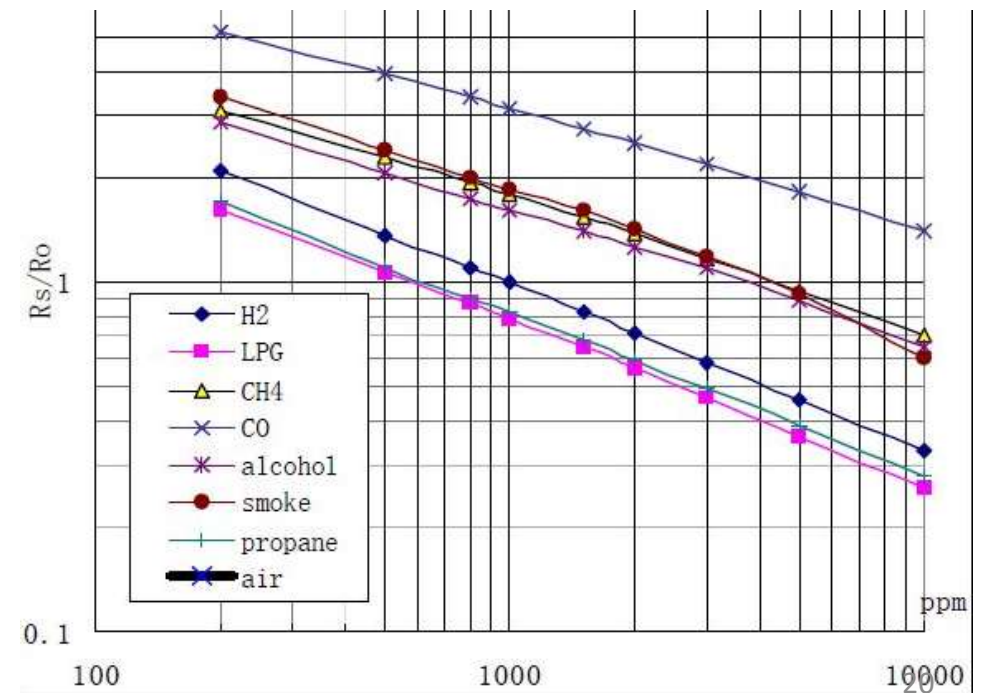
Quatrième Essai



Injection de 0.01ml par minute

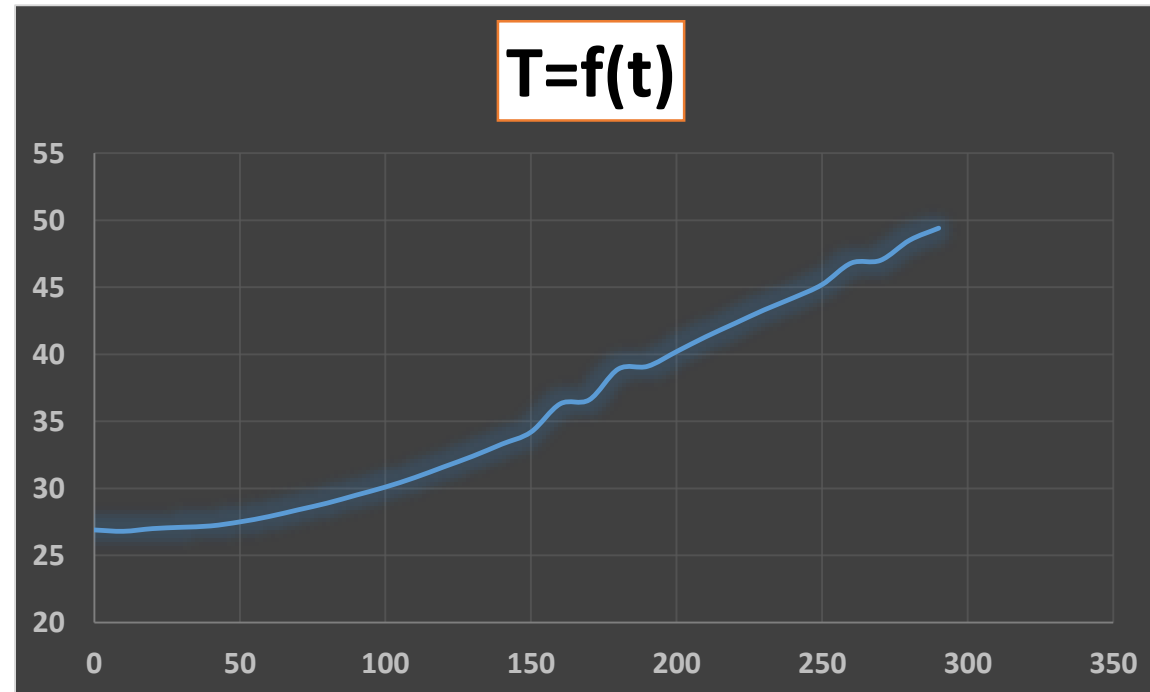


Donc ajout de 200PPm

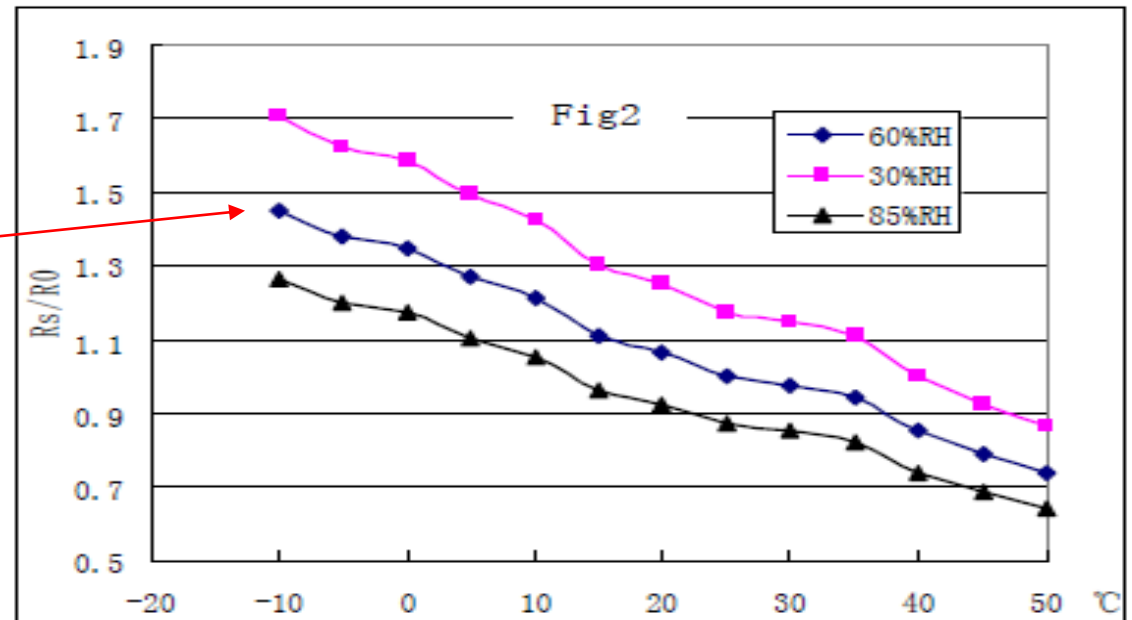
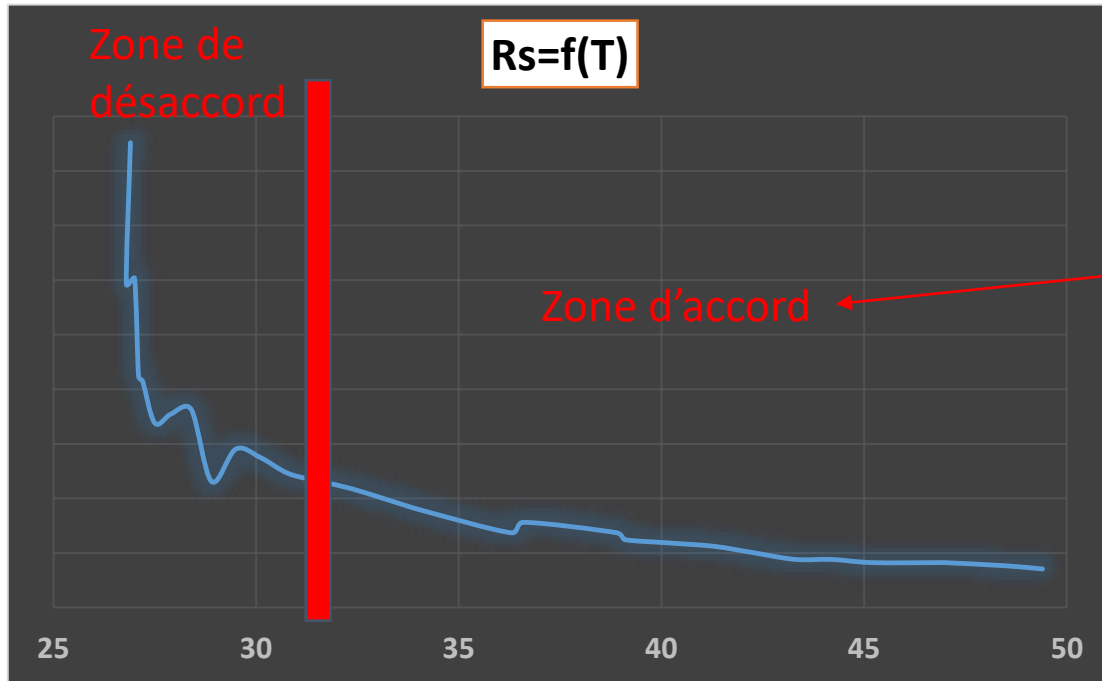


III-1) B/ Protocole expérimental :

- La résistance est chauffée à une température un peu élevée.
- On ferme la chambre et on voit la température du milieu qui augmente.
- On récupère à chaque instant R_s et T .
- $\text{Average}(T)=0.7\text{ }^{\circ}\text{C}$ (pas moyen)



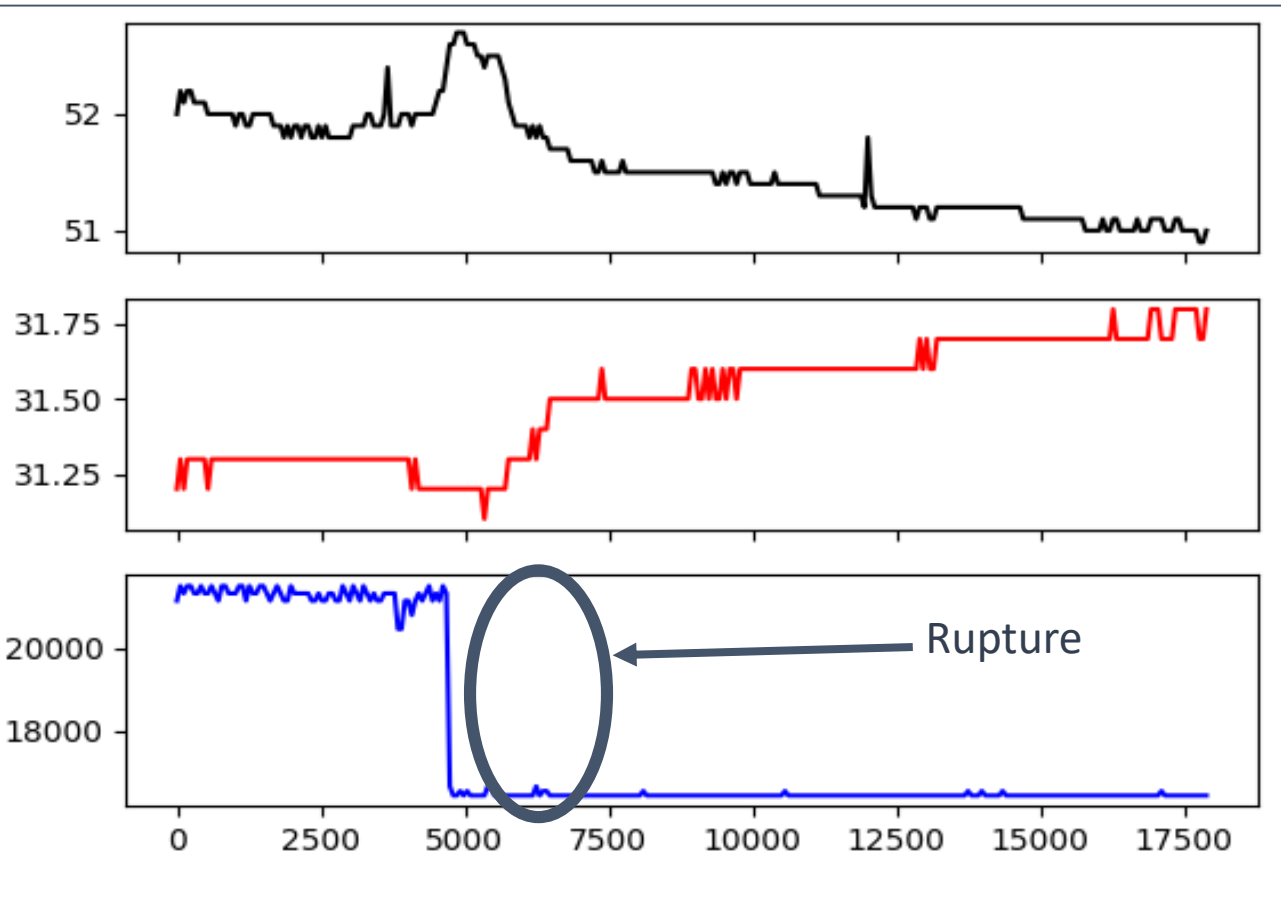
- On peut exploiter les valeurs de T et Rs pour tracer $R_s=f(T)$



Courbe avec humidité à l'environ de 60%RH

IV- Résistance du capteur et changement d'humidité et de température:

IV- 1) Problématique :



Dans un air ambiant de composition fixe, on voit la résistance du capteur varier avec la variation naturelle d'humidité et de température.

L'enregistrement est fait pendant 5 heures où il y a le levé du soleil.

IV-2) Modèle théorique:

$$\ln(R_f / R_I) = \beta_1 * \Delta H + \beta_2 * \Delta H^2 + \beta_3 * \Delta H * \Delta T$$

$\Delta H, \Delta T, R_f$: A partir des capteurs

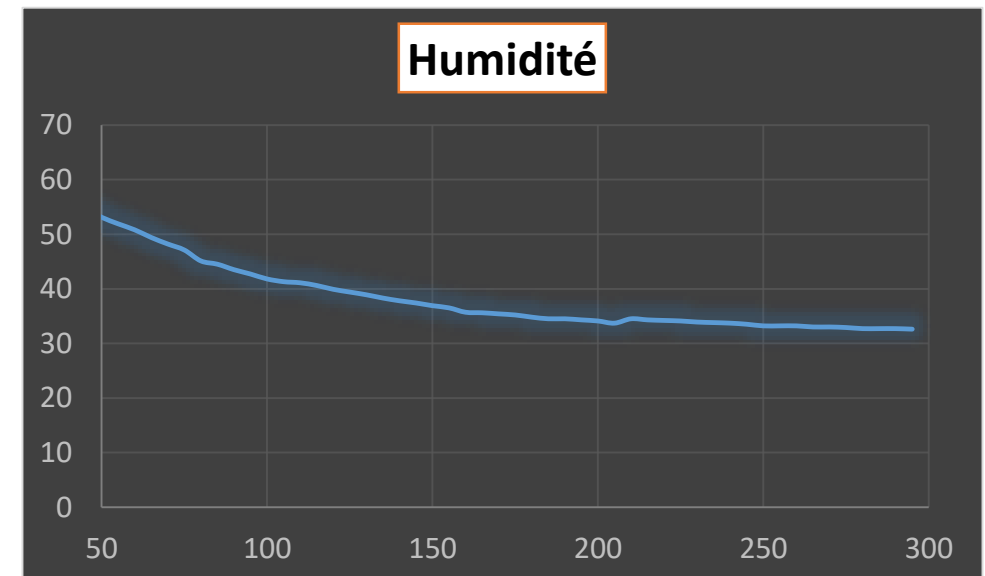
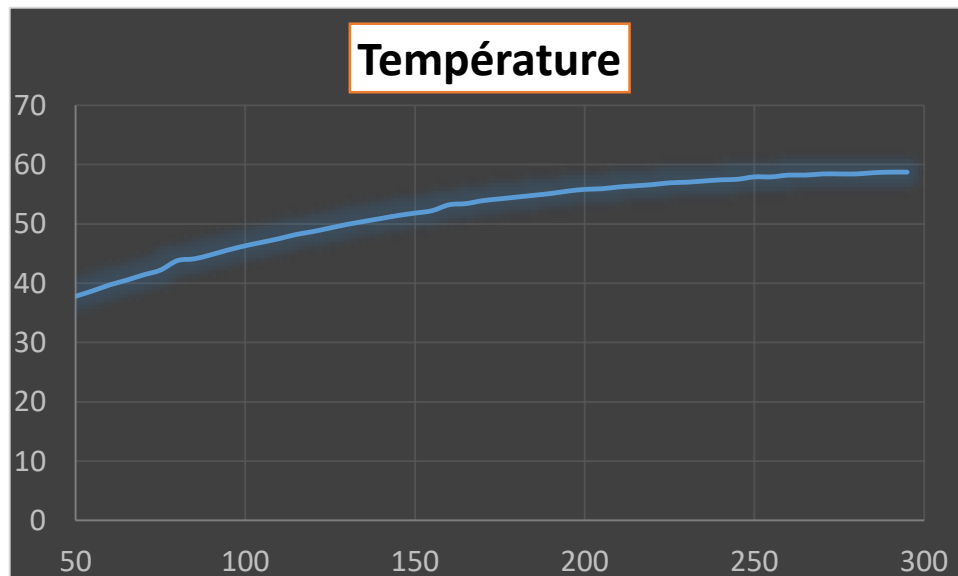
$\beta_1, \beta_2, \beta_3$: Constantes

IV-3) Contraintes expérimental

L'augmentation de la température induit une élévation de l'humidité qui change R_s .

J'ai essayé d'ajouter un peu d'eau dans un récipients pour compenser les pertes.

Obtention de ces courbes.



- L'alcool utilisé est un alcool 60° obtenu de la pharmacie et il induit une augmentation de l'humidité qui fausse les résultats.
- L'Ajout de P_{min} est difficile avec la micro-seringue.
- On ne peut pas contrôler T et H indépendamment avec ce dispositif ce qui rend impossible la vérification de l'étude théorique et la détermination des constantes ce qui était l'un des objectifs de ce projet.
- Dans un même milieu, la mise en marche d'un ventilateur affecte la réponse des deux capteurs.

Conclusion:

- Le capteur de gaz à base semi-conducteur est non sensible et présente beaucoup de limitations. Cependant, il nous donne une bonne base pour l'expérimentation.
- Une étude plus intéressante de ce capteur consistait à l'alimenter en tension alternative et étudier sa réponse pour déterminer le gaz présent et sa concentration.