

Procédure d'étalonnage de la chaîne de mesure

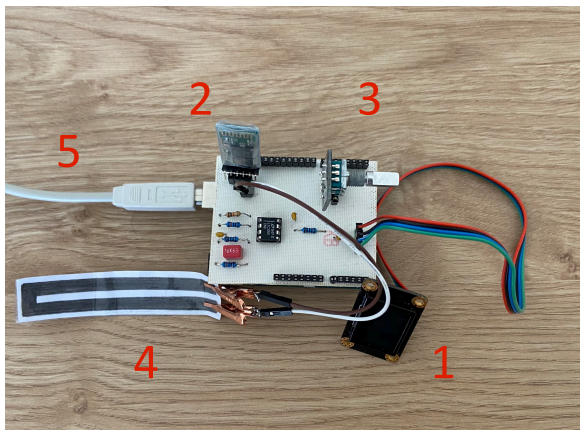
Capteur et banc de test:

Notre capteur est composé d'une carte Arduino Uno et d'un Shield que nous avons développé. Ce Shield permet de filtrer et d'amplifier le signal mesuré par le capteur. Il permet aussi l'interfaçage entre différents modules dont un écran OLED, un module Bluetooth, une roue codeuse et le capteur.

- (1) OLED : Affiche en direct la mesure en Volts ou en Ohm
- (2) HC-05 : module Bluetooth pour communiquer avec le téléphone
- (3) Roue codeuse : Élément de réglage de l'affichage sur l'oled
- (4) Capteur
- (5) USB : Liaison vers le PC
- (6) Banc de test

Notre capteur exploite la dépendance entre la conductivité électrique et l'espace moyen entre les particules au sein d'un système granuleux. Le transport des électrons entre les nanoparticules de graphite est régi par l'effet tunnel. Ainsi, l'extension et la contraction du réseau percolé induit par un stress mécanique affectent la distance inter-particule et donc la conductivité électrique globale de la couche de graphite. L'écriture au crayon sur du papier permet la mise en place d'une couche de graphite présentant un réseau percolé. Sa déformation provoque une variation de résistance réversible et exploitable pour créer un extensomètre.

Pour tenter d'étudier le potentiel de ce capteur de déformation, nous avons développé deux bancs de tests. Notre première version du banc de test était une tour composée des cylindres de différents diamètres connus. Cette tour permettait l'application de plusieurs contraintes en extension et en contraction à notre capteur. Cependant, ce banc conduisait à des déformations irréversibles de notre capteur. Aussi, ce banc n'était pas autonome et la reproductibilité n'était pas optimale. Nous sommes donc passés à un banc de test fonctionnant avec un servomoteur. Ce dernier système permet de générer des contraintes avec des consignes d'angles et autorise, de ce fait, une grande plage de contraintes. Finalement ce banc de test est optimal car il permet la mise en place de mesures autonomes, améliore la répétabilité des mesures et limite la détérioration des capteurs de graphite.

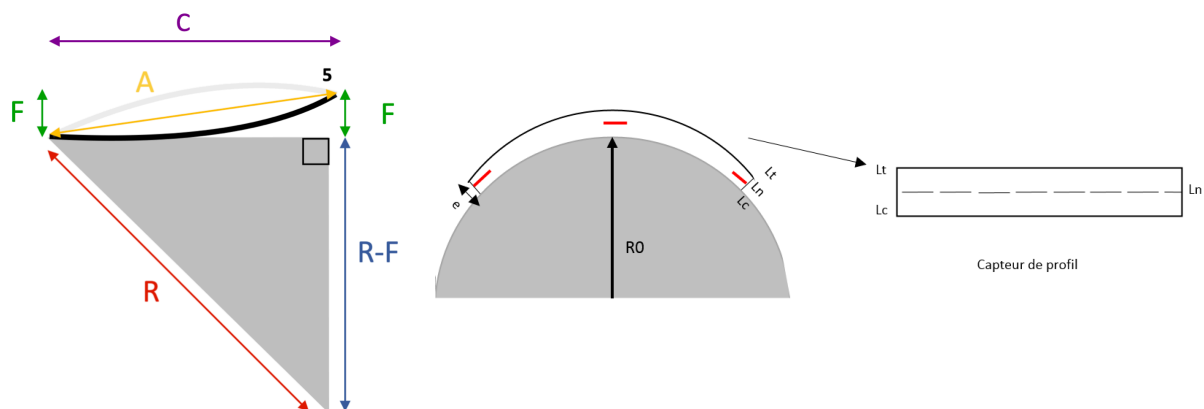


Procédure d'étalonnage en traction :

- 1: On place les pinces crocodile dédiées sur les électrodes du capteur sans l'introduire sur notre banc
- 2: On améliore le capteur de sorte à ce que le signal mesuré soit supérieur à 1V. Si ce n'est pas le cas on rajoute du graphite sur le capteur à l'aide d'un crayon à papier. Une fois le capteur optimal, on enlève les électrodes
- 3: On insère le capteur sur notre banc en le faisant passer par les fentes dédiées
- 4: On place de nouveau les pinces crocodile en les insérant dans la partie dédiée sur le banc pour ne pas qu'elles ne rentrent en contact.
- 5: On mesure la valeur de référence R0 de notre capteur lorsque le capteur est horizontal.
- 6: On lance le programme qui permet l'application de plusieurs consignes d'angles par le servomoteur. Nous relevons alors la valeur de résistance pour les différents angles.

Lien entre la déformation et les variations d'angle du banc de mesure:

Le plus difficile dans notre banc expérimental est le fait que nous ne connaissons pas le rayon de courbure associé aux consignes d'angles que nous appliquons. Nous pouvons cependant remonter au rayon de courbure associé à une consigne d'angle par la mesure de la flèche **F** et la distance **A** entre le point le plus bas et le plus haut de notre capteur. De plus, si nous connaissons l'épaisseur du capteur de papier (0,3mm) et le rayon de courbure, nous pouvons calculer la déformation de notre capteur. Finalement, nous pouvons tracer une courbe d'étalonnage telle que : $\Delta R/R_0 = f(\epsilon)$ (voir la Datasheet).



$$C = \sqrt{A^2 - F^2}$$

$$(R - F)^2 + C^2 = R^2$$

$$R^2 - 2RF + F^2 + C^2 - R^2 = 0$$

$$F^2 + C^2 = 2RF$$

$$\frac{F}{2} + \frac{C^2}{2F} = R_0$$

$$\epsilon = \frac{Lt - Ln}{Ln} \cong \frac{e}{2R_0}$$

$$\frac{\Delta R}{R_0} = \frac{R - R_0}{R_0}$$

Angle (°)	Rayon de courbure R (m)
-90	0,01
-80	0,012
-60	0,017
-45	0,026
-30	0,047
-10	0,161
0	0
10	0,161
30	0,047
45	0,026
60	0,017
80	0,012
90	0,01