

Capteur de déformation écoresponsable à base de graphite

• Principales caractéristiques

- Faible consommation de courant
- Bas coût
- Petite taille, facilement transportable
- Facile à utiliser
- Temps de réponse court
- Mesure de déformations de compression et tension.

• Description

Notre capteur est assimilé à une feuille de papier sur laquelle est dessinée une forme « U » à l'aide d'un crayon à papier. Différents types de crayons peuvent être utilisés 9H, 2H, HB, 2B, 6B, 9B classés suivant leur concentration en particules de graphite.

Le capteur est utilisé comme jauge de contrainte pour détecter des déformations en compression ou tension. Il permet la mesure de la variation de résistance de la couche de graphite (en forme de « U ») lors de l'application de déformations en compression ou tension.

Concrètement, lors du coloriage, la fine couche de graphite déposée sur la feuille de papier présente un réseau percolé caractéristique. Dans ce réseau, le transport des électrons entre les nanoparticules est assuré par le mécanisme de l'effet tunnel. Ainsi, les différents chemins de percolation permettent la conduction du courant. La couche de graphite sur le papier est, de ce fait, assimilée à un fin film conducteur.

Lors de l'application de déformations en tension, le réseau percolé se trouve directement étendu. Cette déformation induit l'éloignement des particules de graphite au sein du réseau. Certains chemins de percolation sont par conséquent rompus. Ces chemins brisés n'étant plus en mesure de conduire le courant, la résistance de la couche de graphite en forme de « U » augmente.

A l'inverse, lors de l'application de déformations en compression, le réseau percolé se trouve directement comprimé. Cette déformation induit le rapprochement des particules de graphite au sein

du réseau. Ainsi, de nouveaux chemins de percolation vont apparaître : la résistance de la couche de graphite en forme de « U » diminue.

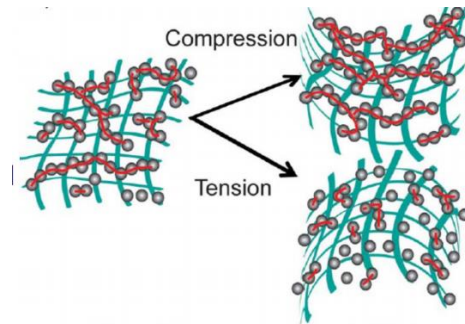
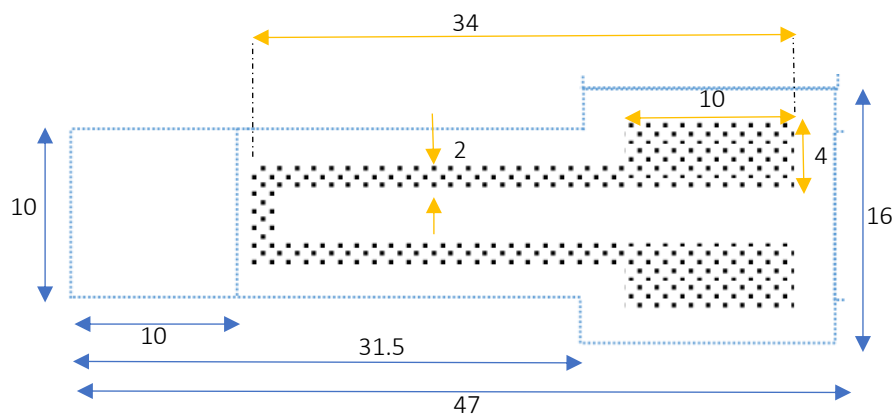


Figure 1 : Illustration de la formation/rupture des chemins de percolations lors de l'application de déformations en compression/tension.

● Schéma et Dimensions



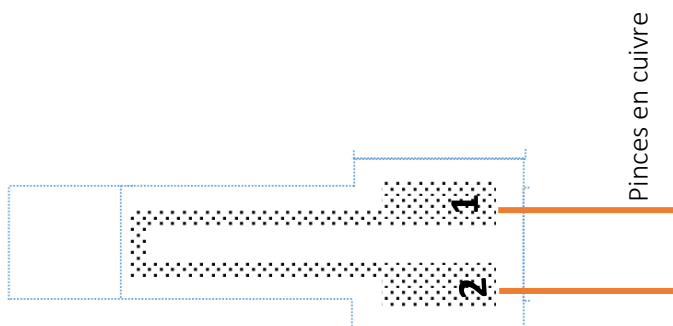
Toutes les longueurs
sont exprimées en
mm.

Epaisseur : 0.3mm



Couche de graphite déposée à l'aide du crayon à papier

Schéma du capteur vu de dessus



Numéro de pins	Usage
1	Permet de relever la tension
2	Relié à +Vcc

● Spécifications

Type	Capteur à base de graphite assimilé à une jauge de contrainte
Matériaux	Feuille de papier et nanoparticules de graphite
Alimentation requise	+5V
Mesurande	Tension
Type de capteur	Passif
Mesure de déformation	Résistance
Temps de réponse	<10ms

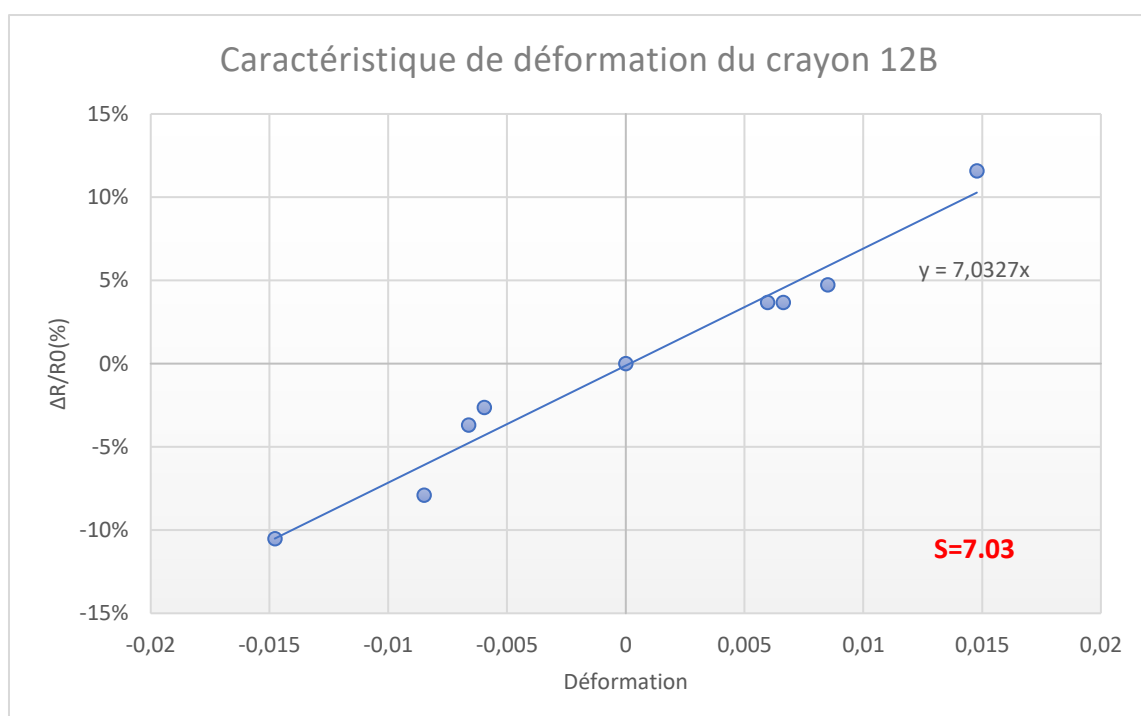
● Conditions normales d'utilisation

Conditions de tests standards	Qualité de l'air	/	Air normal
	Température	°C	20 +- 5°C
	Humidité	%	60 +- 5%

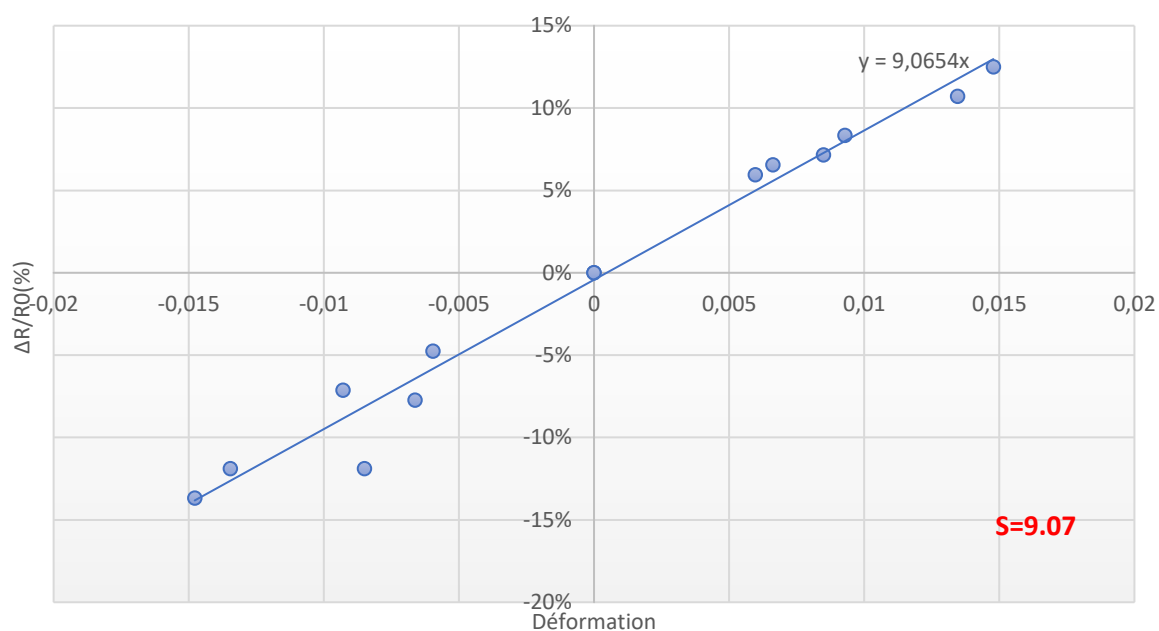
● Caractéristiques électroniques

Caractéristiques électroniques sous conditions de test standards		Valeur Min	Valeur Max	Unité
		10	5050	MOhm
	Tension du capteur	0	5	V

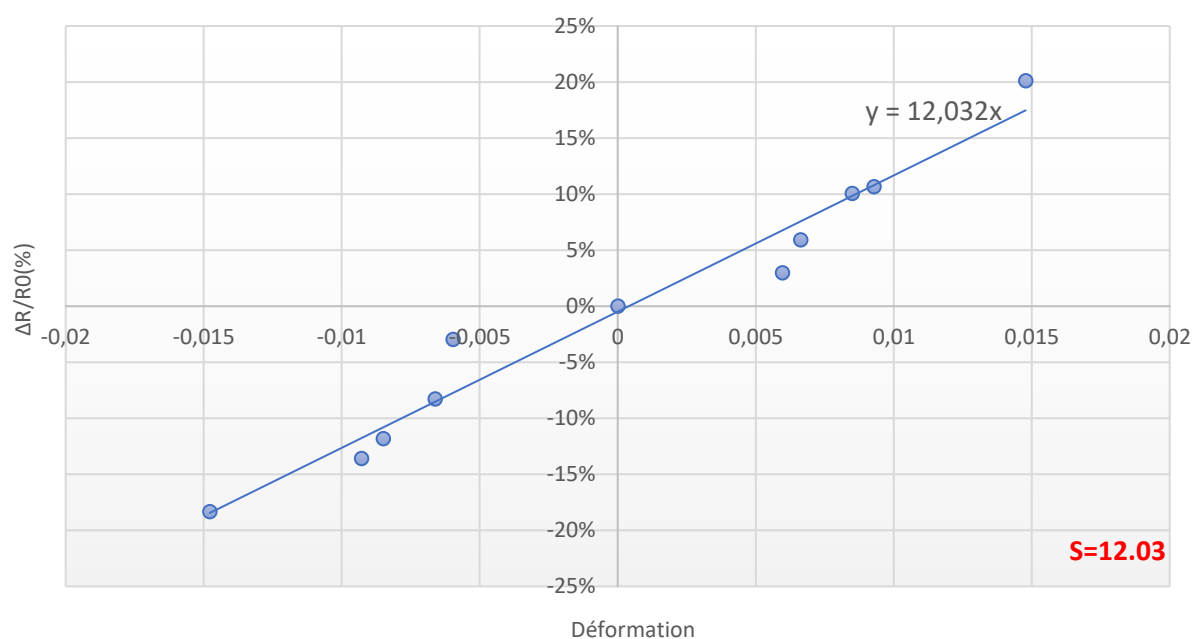
● Courbes de sensibilités du capteur



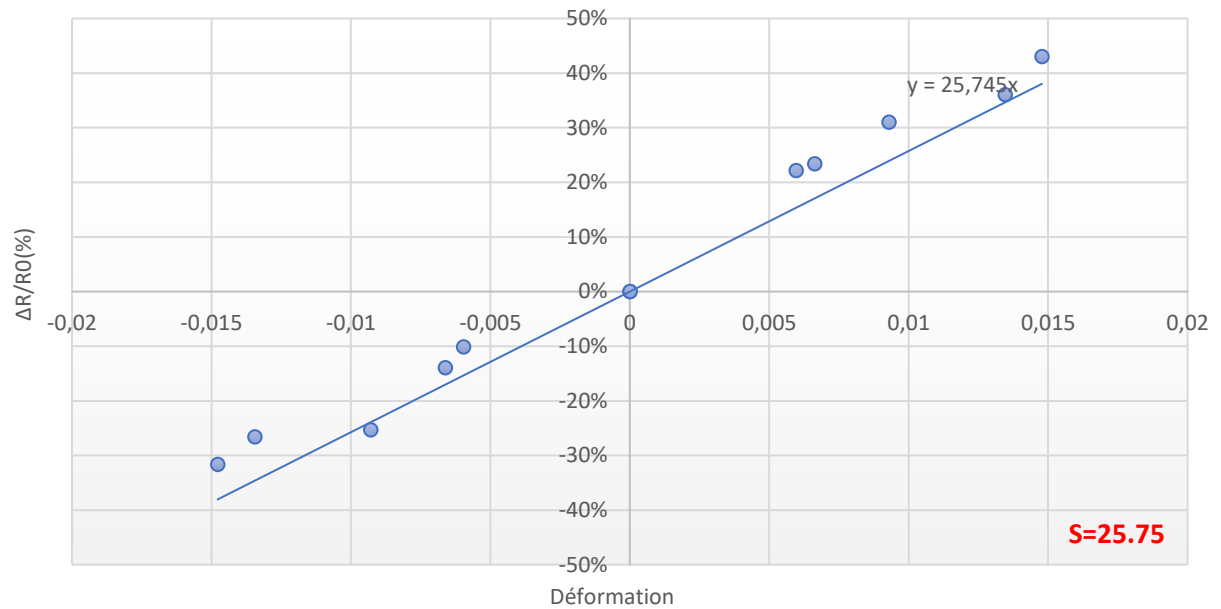
Caractéristique de déformation avec le crayon 4B



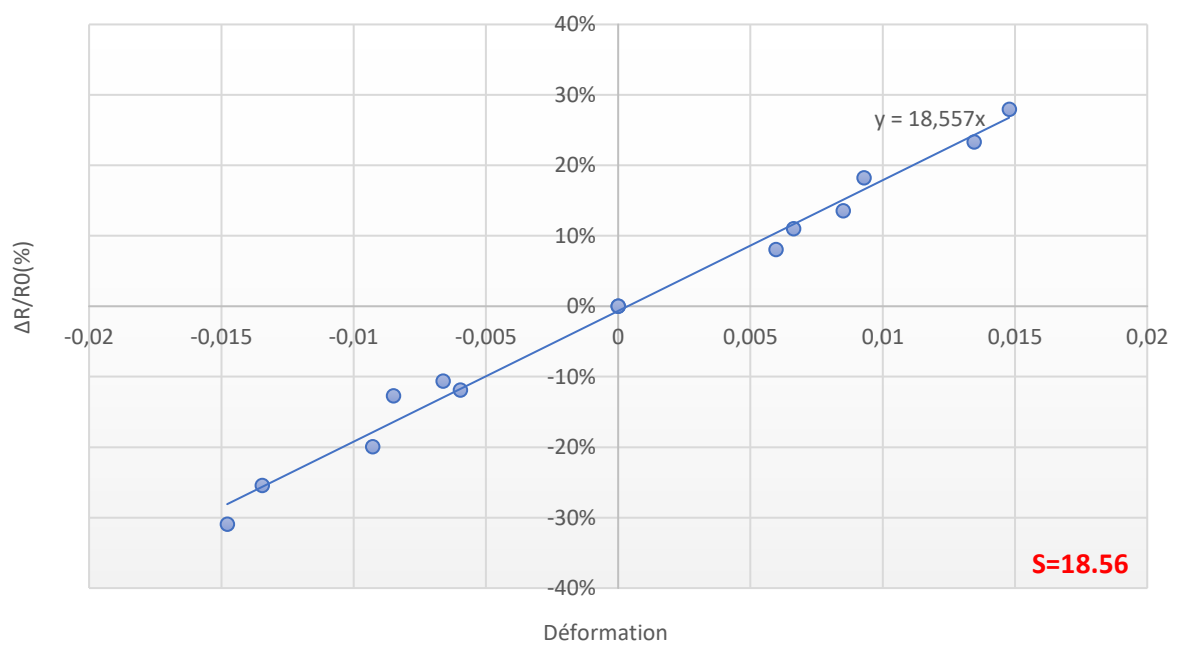
Caractéristique de déformation avec le crayon B



Caractéristique de déformation avec le crayon HB



Caractéristique de déformation avec le crayon 2H



● Application typique

Pour décrire une application typique de notre capteur, nous présentons le schéma ci-dessous.

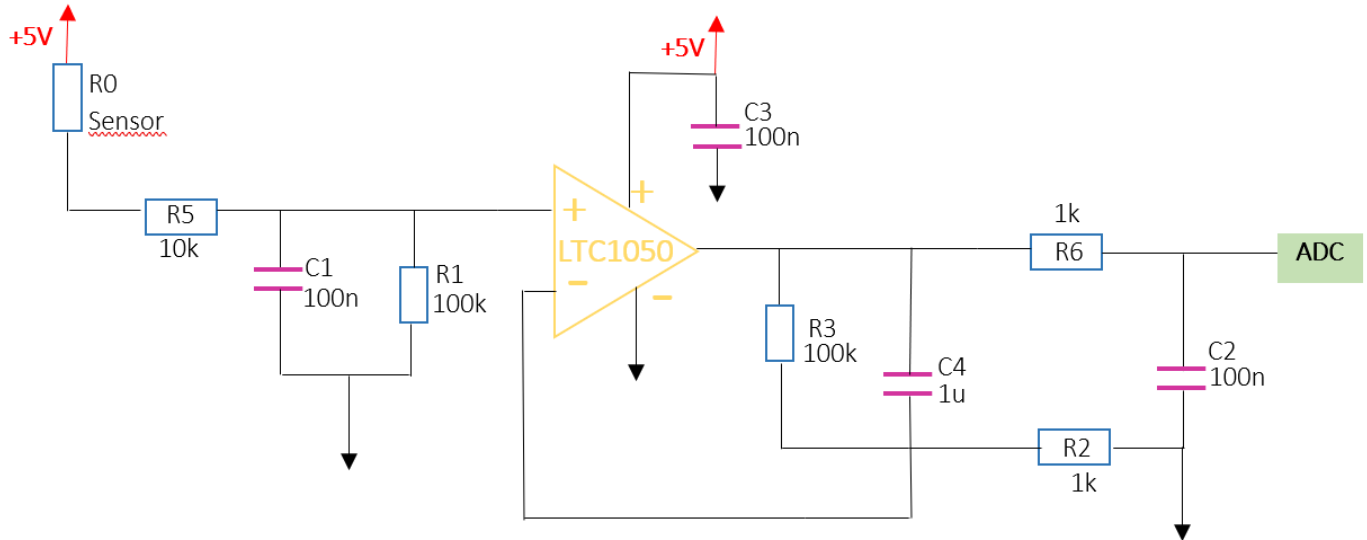


Figure 2 : Schéma d'une application de capteur de déformation à base de graphite

Le capteur est relié à un amplificateur transimpédance et un filtre passe bas. Précisément, le signal délivré par le capteur est d'abord filtré par un filtre pour les bruits en tension (formé par R5 et C1) et par un filtre pour le bruit en courant (formé par C1 et R1). R5 assure également la protection de l'amplificateur opérationnel LTC1050 contre les décharges électrostatiques. Ensuite, le signal est amplifié grâce à l'amplificateur opérationnel puis traverse le filtre actif (formé par C4 et R3) et le filtre de sortie (formé par C2 et R6). La capacité C3 filtre le bruit d'alimentation.

La tension résultante peut être connectée à un ADC 5V (carte Arduino). Le montage présenté ci-dessus évite un excès de bruit à l'entrée de l'ADC, qui pourrait amener celui-ci à saturation. A partir de la valeur de tension récupérée sur la carte Arduino 5V *Varduino*, il est possible de retrouver la valeur de résistance du capteur donnée par la formule ci-après :

A basse fréquence,

$$\text{Résistance} = \left(1 + \frac{R3}{R2}\right) \frac{R1V_{cc}}{\frac{5}{1024}V_{arduino}} - R1 - R5$$