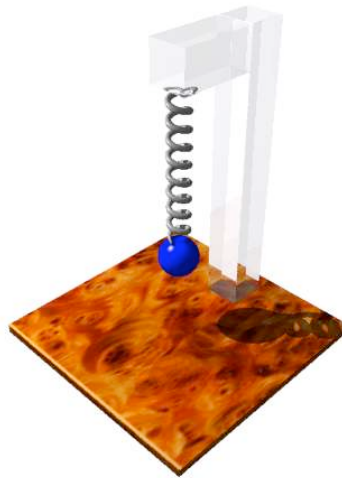
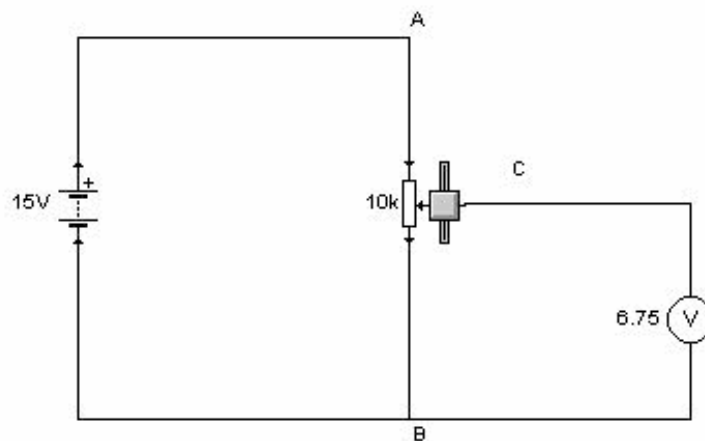


# LE CAPTEUR DE POSITION



## 1. Simulation du capteur

On réalise la simulation Crocodile du montage suivant :



Le nouveau composant qui apparaît dans ce montage s'appelle un **potentiomètre**.

On constate que, lorsque l'on bouge le curseur, la tension mesurée par

le voltmètre varie.

Si le curseur est tout en haut, on mesure 15V, s'il est tout en bas on mesure 0V, et les positions intermédiaires permettent de mesurer des tensions comprises entre ces 2 valeurs extrêmes.

Il est clair qu'un potentiomètre peut servir de **capteur de position**. Il suffit de rendre solidaire du curseur l'objet dont on cherche à mesurer la position.

De cette manière la tension mesurée dépend de la position. Il suffit alors de disposer d'une **courbe d'étalonnage** pour déduire de la tension mesurée la valeur de la position.

Pour comprendre le fonctionnement du potentiomètre il est utile d'effectuer quelques rappels sur les conducteurs ohmiques.

### Rappels :

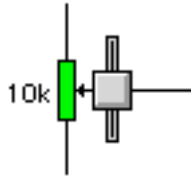
Considérons des échantillons de forme cylindrique de matériaux conduisant l'électricité. N'importe lequel de ces échantillons a une certaine résistance, mesurable à l'aide d'un ohmmètre.

Cette résistance dépend du matériau choisi, et des dimensions de l'échantillon :

- Certains **matériaux** sont plus conducteurs que d'autres. Deux échantillons de dimensions égales, mais constitués de matériaux différents, n'auront pas la même résistance.
- Plus l'échantillon est **long** et plus sa résistance est grande.
- Plus la **section** de l'échantillon est grande (le diamètre du cylindre) et plus la résistance est petite.

Un potentiomètre peut être regardé comme **une simple résistance** à 2

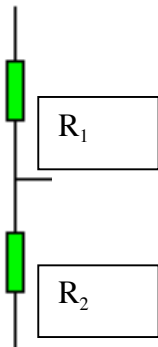
bornes, celles du haut et du bas, à laquelle on aurait ajouté **une 3<sup>ème</sup> borne** sur le côté :



Cette 3<sup>ème</sup> borne est mobile. Quand on déplace le curseur de haut en bas, c'est en fait cette borne que l'on déplace.

Cette troisième borne **sépare donc notre résistance en 2 parties** : la partie située au dessus de cette borne, et celle située en dessous.

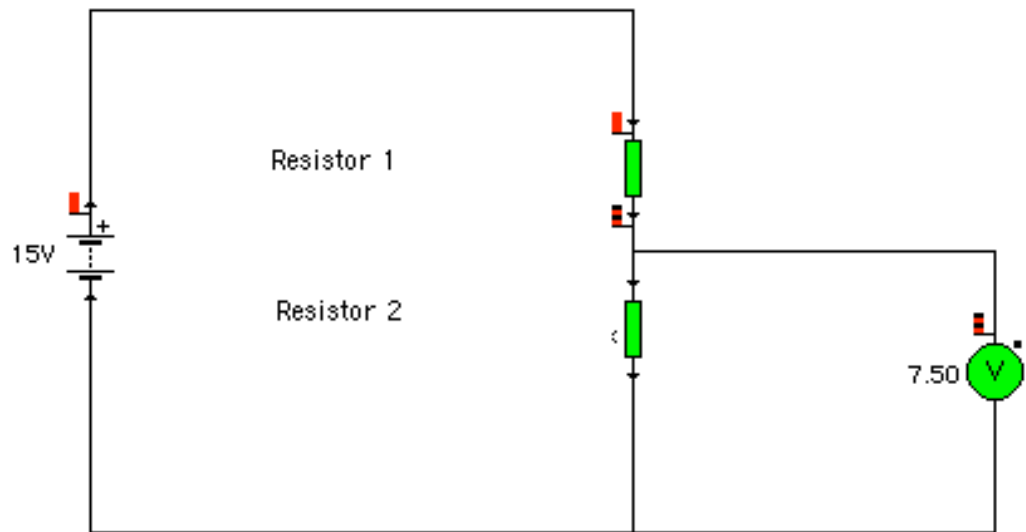
Notre potentiomètre revient donc au même que ceci :



Les valeurs respectives de  $R_1$  et  $R_2$  dépendent de la position de la 3<sup>ème</sup> borne (du curseur).

Plus le curseur est haut, et plus la résistance du haut est courte et donc plus  $R_1$  est petite. Et automatiquement plus  $R_2$  est grande. Mais la somme  $R_1+R_2$  est toujours égale à la résistance totale du potentiomètre.

On reconnaît maintenant que le potentiomètre est équivalent à un **pont diviseur de tension**, puisque notre montage de départ est finalement équivalent au montage suivant :



Et donc la tension mesurée vaut :

$$U_s = \frac{R_2}{R_1 + R_2} U_e$$

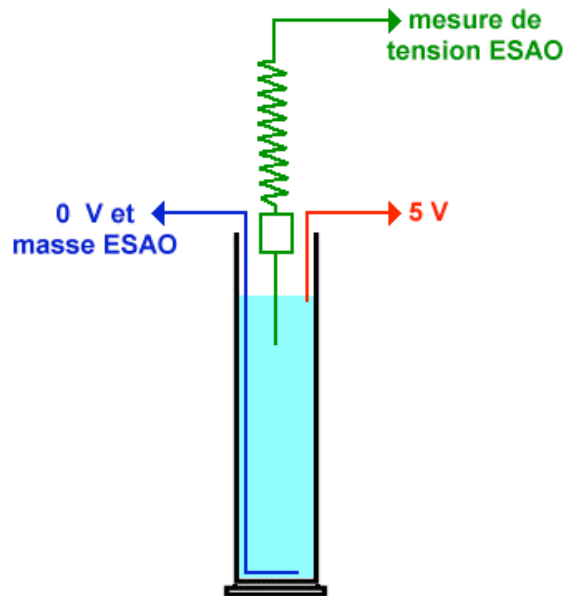
Où  $U_s$  est la tension mesurée, **tension de sortie**.

$U_e$  est la **tension d'entrée**, c'est à dire la tension aux bornes du générateur, c'est à dire ici 15V.

Déplacer le curseur revient à modifier  $R_2$ , et donc à modifier également la valeur de la tension mesurée.

## 2. Conception du capteur

Le schéma ci-dessous représente le capteur réalisé en se basant sur le fonctionnement d'un potentiomètre :



C'est le montage que nous avons réalisé.

Les fils bleu et rouge représentent les pôles – et + d'un générateur. Nous avons pour notre part appliqué entre ces deux points une tension de 12V , et non 5V comme indiqué sur le schéma.

La tension mesurée (tension de sortie) est la tension entre le fil vert et le fil bleu.

**En quoi ce montage est-il analogue au potentiomètre étudié précédemment ?**

L'éprouvette est remplie d'une solution sulfate de cuivre qui, comme toutes les solutions ioniques, est conductrice.

L'ensemble du cylindre de solution constitue donc un **conducteur**

**ohmique** et a une certaine résistance.

Effectivement, on fait passer un courant à travers ce cylindre grâce au fil rouge qui se trouve à la surface du cylindre, et au fil bleu qui se trouve au fond.

Pour réaliser un potentiomètre il ne manque plus qu'à **placer un curseur**, c'est à dire une troisième borne mobile, quelque part entre les extrémités du conducteur ohmique.

Il s'agit bien là du rôle joué par le fil vert. Ce fil est solidaire de la masse oscillante : si la masse oscille, le fil oscille. Si le fil oscille, il va se déplacer entre les fils rouge et bleu, exactement **comme la troisième borne d'un potentiomètre**.

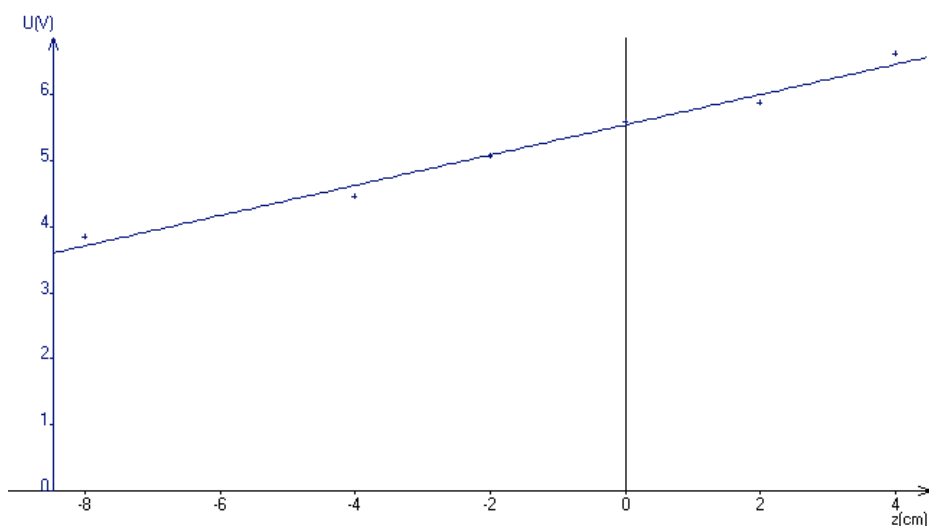
On mesure alors la tension de sortie entre les fils vert et bleu. Cette tension varie en fonction de la position du curseur : on a bien réalisé un capteur de position.

### 3. Etalonnage

Réaliser la courbe d'étalonnage, c'est tracer la courbe qui donne la **tension mesurée en fonction de la position du curseur**.

Pour cela on déplace manuellement le curseur. On mesure sa position. Et pour chaque position on relève la valeur de la tension de sortie.

On obtient une courbe de ce type :



La **modélisation** donne les résultats suivants:

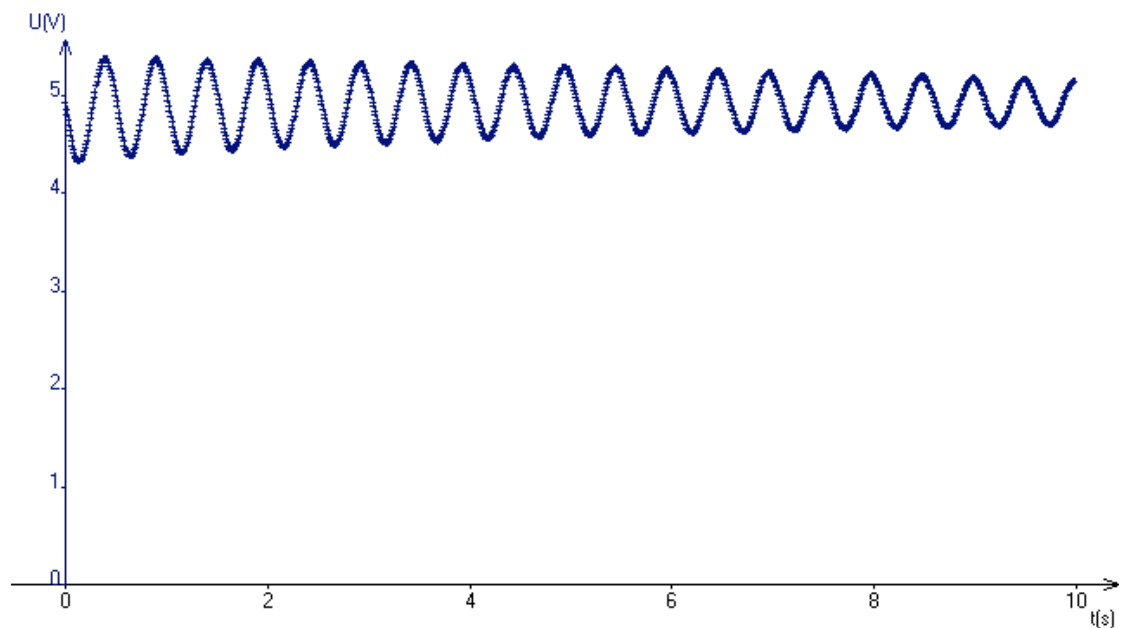
$$U(z)=a*z+b$$

Ecart relatif  $U(z)= 2.3 \%$   
Ecart quad.  $U=151.7 \text{ mV}$   
Coeff. corrélation= $0.9907$   
 $a=229 \pm 43 \cdot 10^{-3} \text{ V/cm}$   
 $b=5.54 \pm 0.18 \text{ V}$

Il existe donc une **relation affine** entre la position du curseur et la tension mesurée.

#### 4. Enregistrement des oscillations

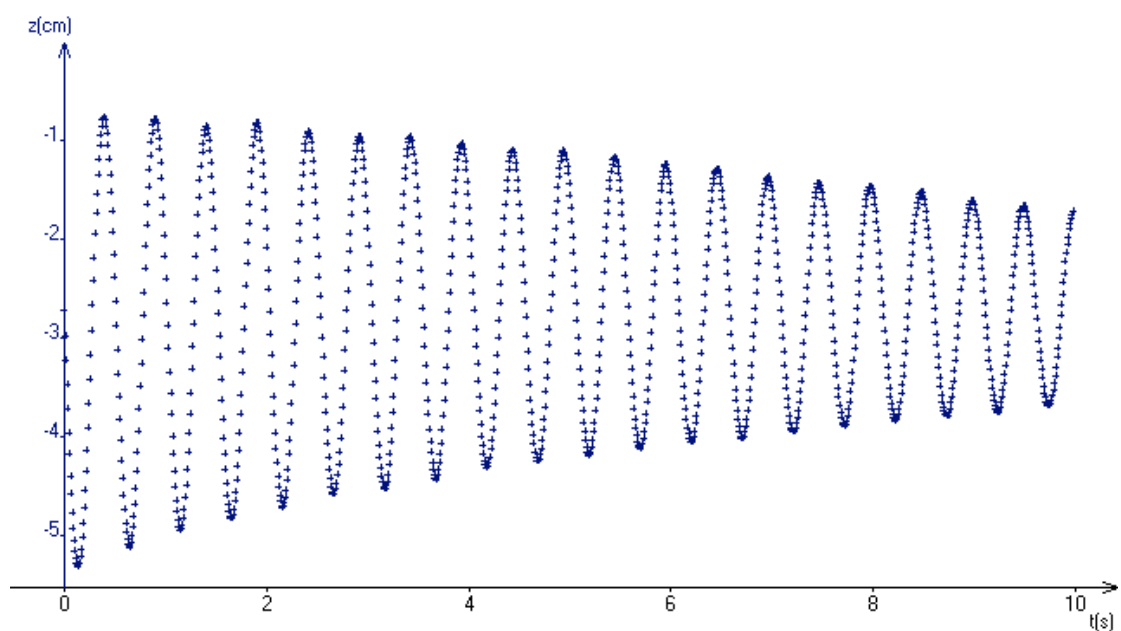
On met le système en oscillation, et on enregistre l'évolution de la **tension de sortie en fonction du temps** :



En se servant de la modélisation réalisée précédemment, on crée la grandeur position grâce au calcul suivant:

$$z(U) = \frac{U - b}{a}$$

Et on obtient finalement le graphe suivant, qui donne l'évolution de la **position du solide en fonction du temps**:



On observe bien des **oscillations amorties**, c'est à dire dont l'amplitude décroît avec le temps. On constate cependant que la durée d'une oscillation reste toujours la même.

La courbe ci-dessus aurait dû être symétrique par rapport à l'axe des abscisses. C'est à dire que, si l'on attend longtemps, les oscillations vont s'arrêter et la position du mobile sera de 0.

Sur notre graphe, la **position d'équilibre** au lieu d'être égale à 0 vaut environ  $-2,5$ cm. Cette erreur est due aux multiples imprécisions de notre manipulation. Il est bien entendu possible, en prenant les précautions nécessaires, d'obtenir des résultats très précis.