

Exercice 01 : mesurage d'une résistance (à faire durant le TP 02)

Un expérimentateur réalise le mesurage de la résistance d'un conducteur ohmique : il répète plusieurs fois ce mesurage et observe que la valeur mesurée varie. Il relève les valeurs suivantes :

534  $\Omega$ , 529  $\Omega$ , 535  $\Omega$ , 527  $\Omega$ , 530  $\Omega$

1. Quel type (A ou B) d'incertitude-type, le mesurage met-il en évidence ici ? Justifier votre réponse.
2. Rédiger le résultat du mesurage pour la première valeur mesurée, en écriture scientifique.
3. Rédiger le résultat du mesurage pour l'ensemble des valeurs mesurées, en écriture scientifique.
4. Déterminer la valeur de l'incertitude-type relative pour l'ensemble des valeurs mesurées.
5. Déterminer la valeur de l'incertitude élargie à 95% : en déduire l'encadrement expérimental correspondant.

Exercice 02 : mesurage d'une tension « continue »

Un expérimentateur réalise le mesurage d'une tension électrique continue aux bornes du conducteur ohmique de l'exercice 01 : il répète plusieurs fois ce mesurage à l'aide du voltmètre numérique APPA 97R (en mode DC) et observe que la valeur mesurée ne varie pas.

Avec cet appareil, la valeur mesurée est  $U_{mes} = 1,985 V$

On donne ci-dessous un extrait de la fiche technique :

Accuracy is  $\pm$  (% reading + number of digits) at  $23^{\circ}C \pm 5^{\circ}C$  at less than 80% R.H.

**(1) DC Volts**

Range	Resolution	Accuracy (97)	Accuracy (97R)	Over voltage protection
300mV	100 $\mu V$	$\pm(0.5\% + 2dgt)$	$\pm(0.3\% + 2dgt)$	1000V rms
3V	1mV			
30V	10mV			
300V	100mV			
1000V	1V			

1. Quel type (A ou B) d'incertitude-type, le mesurage met-il en évidence ici ? Justifier votre réponse.
2. Quel calibre du voltmètre l'expérimentateur a-t-il utilisé pour ce mesurage ? Justifier.
3. Déterminer la valeur de la « précision » ou demi-étendue  $a$  pour cette valeur mesurée.
4. Rédiger le résultat du mesurage.
5. A l'aide de la fiche technique, citer deux paramètres extérieurs pouvant faire varier la valeur mesurée.

Le même expérimentateur réalise le mesurage de cette même tension électrique continue aux bornes du conducteur ohmique de l'exercice 01 : il répète plusieurs fois ce mesurage à l'aide du voltmètre numérique APPA 97 (en mode DC) et observe que la valeur mesurée ne varie pas.

Avec cet appareil, la nouvelle valeur mesurée est  $U_{mes\ 2} = 1,977\ V$

6. Rédiger le résultat de ce nouveau mesurage.
7. Les deux mesurages sont-ils compatibles ? Justifier à l'aide d'un calcul.

### Exercice 03 : résistances en série

Un expérimentateur réalise le mesurage de la résistance de deux conducteurs ohmiques  $R_1$  et  $R_2$  à l'aide de l'ohmmètre numérique APPA 97. Il répète plusieurs fois ce mesurage pour chaque résistance, et observe que la valeur mesurée ne varie pas.

Avec cet appareil, les valeurs mesurées sont  $R_{1,mes} = 298,5\ \Omega$  et  $R_{2,mes} = 2,551\ k\Omega$ .

#### (5) Resistance

Range	Resolution	Accuracy (97)	Accuracy (97R)	Overload Protection
300 $\Omega$	0.1 $\Omega$	$\pm(1.0\%rdg + 4dgt)$	$\pm(0.7\%rdg + 4dgt)$	600V rms
3K $\Omega$	1 $\Omega$	$\pm(0.8\%rdg + 2dgt)$	$\pm(0.5\%rdg + 2dgt)$	
30K $\Omega$	10 $\Omega$			
300K $\Omega$	100 $\Omega$			
3M $\Omega$	1K $\Omega$	$\pm(1.2\%rdg + 3dgt)$	$\pm(1.0\%rdg + 3dgt)$	
30M $\Omega$	10K $\Omega$	$\pm(2.5\%rdg + 5dgt)$	$\pm(2.0\%rdg + 5dgt)$	

1. Rédiger le résultat de ces deux mesurages, en notation scientifique (en ohm).

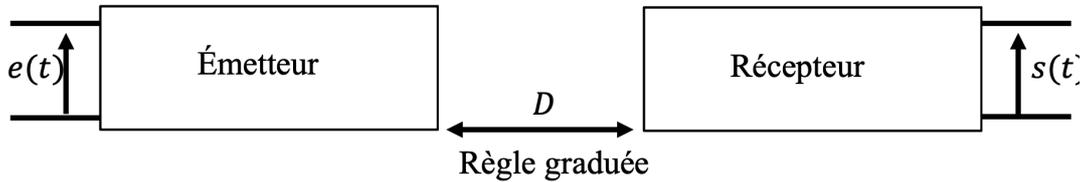
La résistance équivalente, notée  $R_{\acute{e}q}$ , est égale à la somme des deux résistances  $R_1$  et  $R_2$ .

2. Rédiger, en écriture scientifique (en ohm), le résultat du mesurage de la résistance équivalente  $R_{\acute{e}q}$ , à l'aide de la formule suivante :

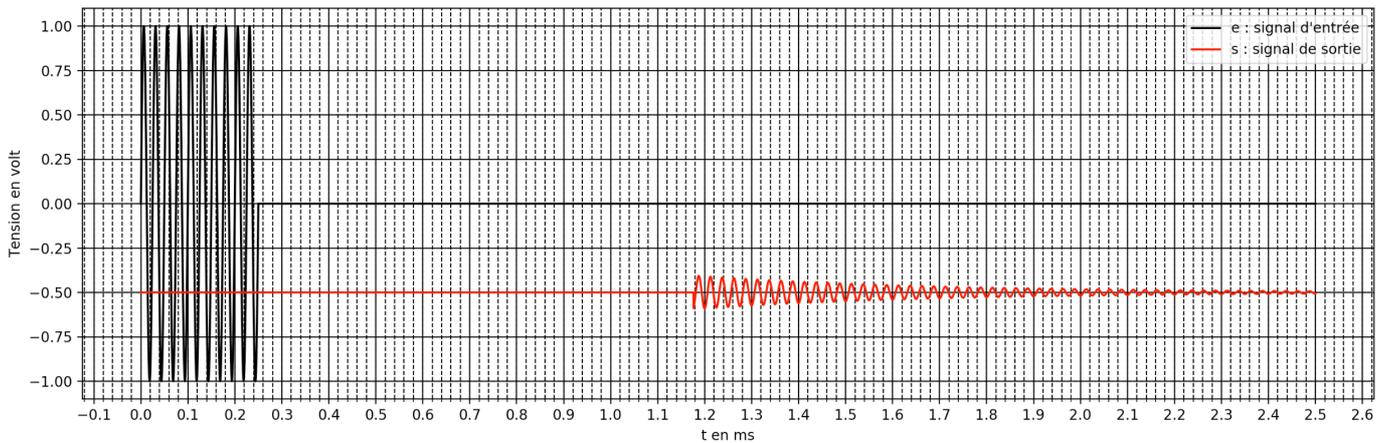
$$u(R_{\acute{e}q}) = \sqrt{(u(R_1))^2 + (u(R_2))^2}$$

Exercice 04 : mesure de la vitesse de propagation des ondes ultrasonores

Un expérimentateur effectue le mesurage indirect de la vitesse de propagation des ondes ultrasonores dans l'air. Il réalise le montage suivant, constitué d'un émetteur à ultrasons (alimenté par la tension  $e(t)$ ) et d'un récepteur à ultrasons placé à une distance de l'émetteur. Entre l'émetteur et le récepteur, l'air de la salle (à  $20^{\circ}\text{C}$ ) est le milieu matériel, support des ondes ultrasonores.



La règle est graduée au millimètre. Pour une distance  $D_{mes} = 40,0 \text{ cm}$  (pour laquelle il n'effectue qu'une unique mesure), il obtient les représentations temporelles suivantes pour les tensions  $e(t)$  et  $s(t)$  :



1. Rédiger, en écriture scientifique et en mètre, le résultat du mesurage de la distance  $D$
2. En déduire son incertitude-type relative.
3. Rédiger, en écriture scientifique et en seconde, le résultat du mesurage de la durée  $\Delta t$  (durée écoulée pour que l'onde ultrasonore parcoure la distance  $D$ ).
4. En déduire son incertitude-type relative.
5. Rédiger, en écriture scientifique, le résultat du mesurage de la vitesse de propagation des ondes ultrasonores, à l'aide de la formule suivante :

$$u(v) = |v_{exp}| \times \sqrt{\left(\frac{u(\Delta t)}{\Delta t_{exp}}\right)^2 + \left(\frac{u(D)}{D_{exp}}\right)^2}$$

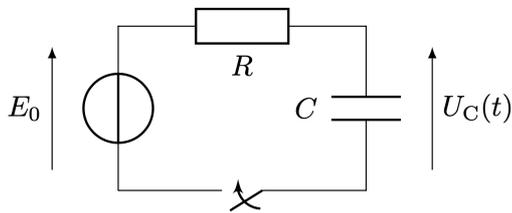
La valeur de référence de la vitesse de propagation des ondes ultrasonores est donnée par la formule suivante :

$$v_{ref} = 331,4 + 0,607 \times \theta \text{ (avec } v_{ref} \text{ en m/s et } \theta \text{ en } ^{\circ}\text{C)}$$

6. Le mesurage réalisé est-il compatible avec cette valeur de référence ? Justifier votre réponse à l'aide d'un calcul.
7. Proposer un protocole expérimental permettant d'envisager une meilleure compatibilité.

Exercice 05 : mesure d'une valeur de capacité

Un expérimentateur effectue le mesurage indirect de la capacité d'un condensateur, notée  $C$  (dont l'unité est le Farad, notée  $F$ ). Pour cela, il réalise le montage suivant : il effectue le mesurage de la durée caractéristique de charge du condensateur, notée  $\tau$  (dont l'unité est la seconde, notée  $s$ ) et le mesurage de la résistance  $R$  (qu'il fait varier).



On rappelle la formule littérale liant  $\tau$ ,  $R$  et  $C$ :

$$\tau = R \times C$$

L'expérimentateur lit sur le condensateur la valeur  $1,00 \text{ mF}$ .

Il rédige l'ensemble des dix séries de valeurs mesurées dans le tableau ci-dessous :

$R$ (en $\Omega$ )	100	200	300	400	500	600	700	800	900	1000
$\tau$ (en ms)	151	240	356	458	547	651	741	843	949	1041

1. Calculer les 10 valeurs mesurées pour la capacité  $C$  (en  $\text{mF}$ ).
2. Rédiger, en écriture scientifique, le résultat du mesurage de la capacité  $C$  (en  $\text{mF}$ ).
3. Le mesurage réalisé est-il compatible avec la valeur de référence de la capacité  $C$  ? Justifier votre réponse à l'aide d'un calcul.
4. Le mesurage est-il juste ? fidèle ? Justifier.

Face à ce constat, l'expérimentateur décide de démissionner et de partir élever des chèvres en Ardèche. En rédigeant sa lettre de démission, il lève les yeux sur la façade du générateur de tension et s'aperçoit qu'une résistance interne  $r$  est présente dans ce générateur. Il lit « OUTPUT  $50 \Omega$  ». Il découvre alors que le modèle utilisé depuis le début est faux.

La formule littérale correcte est :

$$\tau = (R + r) \times C$$

Il jette sa lettre de démission et réalise une mesure unique de cette résistance interne :  $r = 54 \Omega$ .

5. Calculer les 10 nouvelles valeurs mesurées pour la capacité  $C$  (en  $\text{mF}$ ).
6. Rédiger le résultat du nouveau mesurage de la capacité  $C$  (en  $\text{mF}$ ).
7. Le mesurage réalisé est-il compatible avec la valeur de référence de la capacité  $C$  (doit-il commencer à s'entraîner pour la traite des chèvres ?) ? Justifier votre réponse à l'aide d'un calcul.
8. Le mesurage est-il juste ? fidèle ? Justifier.