



République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la
Recherche Scientifique
UNIVERSITÉ ABDELHAMID IBN BADIS
MOSTAGANEM

POLYCOPIÉ DE TRAVAUX
PRATIQUES DE PHYSIQUE

Présenté par : **Dr. MATOUGUI MOHAMED**

Ce polycopié est destiné aux étudiants de la première année
Licence LMD

Domaine Sciences et Technologies (S.T)

MEMBRES DU JURY (ENSEIGNANTS EXPERTS) :

Pr. BOUADJEMI BOUABDELLAH DEPARTEMENT : TRONC
COMMUN ST

Pr. BENSTALI WISSEM DEPARTEMENT : GENIE ELECTRIQUE

Année Universitaire 2022/2023

Sommaire

PARTIE 1 : MECANIQUE

<i>Introduction aux travaux pratiques.....</i>	<i>2</i>
<i><u>TP n°1</u> mesures et incertitudes.....</i>	<i>6</i>
<i><u>TP n°2</u> enregistrement et étude d'un mouvement rectiligne.....</i>	<i>11</i>
<i><u>TP n°3</u> étude d'un mouvement curviligne.....</i>	<i>14</i>
<i><u>TP n°4</u> vérification expérimentale de la loi fondamentale de la dynamique....</i>	<i>17</i>

PARTIE 2 : ELECTRICITÉ

<i>Introduction aux travaux pratiques d'électricité.....</i>	<i>19</i>
<i><u>TP n°1</u> Mesures des courants et tensions électriques.....</i>	<i>26</i>
<i><u>TP n°2</u> Potentiel et champ électrique.....</i>	<i>30</i>
<i><u>TP n°3</u> Mesures de résistances.....</i>	<i>33</i>
<i><u>TP n°4</u> Loi d'Ohm.....</i>	<i>36</i>
<i><u>TP n°5</u> L'oscilloscope.....</i>	<i>39</i>

Introduction aux travaux pratiques

I. Introduction :

La physique est une science basée sur l'expérimentation et l'observation. Elle sert à étudier un phénomène de la manière qualitative et quantitative en définissant des grandeurs mesurables directement ou indirectement. Il n'existe pas de mesures exactes: celle-ci ne peuvent être qu'entachées d'erreurs. Par exemple : masse, longueur, temps, charge électrique, accélération, etc... On peut également vérifier la validité d'une théorie ou d'une formule. C'est pour ça deux remarques sont particulièrement importantes :

a- La réalisation de l'expérience et les mesures doivent se faire avec un maximum de précautions afin de réduire au maximum les erreurs sur les résultats de mesures effectuées.

b- La présentation des résultats doit être assez claire pour que l'on distingue ce qui est : résultats de mesures, calcul, interprétation graphique et discussion des résultats obtenus.

Ces travaux pratiques sont conçus pour illustrer directement les cours et travaux dirigés de physique. Les notes de cours sont utiles lors des séances de TP.

II. Préparation des TP et comportement au laboratoire:

Tout étudiant doit retirer du laboratoire le polycopié contenant l'ensemble des TP du semestre. Les TP doivent être préparés à la maison avant de venir au laboratoire. Pour cela : avant chaque session de laboratoire, vous devez lire attentivement le chapitre du cours approprié pour votre expérience. Les étudiants sont supposés avoir lu les notes d'introduction aux séances de laboratoire. Ils doivent donc être capables d'expliquer le but de la manipulation. Au début de la séance, les téléphones portables seront éteints. Il sera interdit de s'en servir pendant les TP. Un contrôle sous forme de questions pourrait éventuellement être effectué sur la préparation.

La présence aux TP est obligatoire. Toute absence devra être justifiée à temps (avant 72 h après l'absence). Celui-ci sera remis au secrétariat pour légalisation de l'original dont une copie de ce certificat sera remise dans les plus brefs délais au responsable du groupe. Dans le cas contraire l'étudiant est sanctionné par un 00/20 et il n'a pas le droit au rattrapage.

Il est demandé à l'étudiant de se présenter 10 mn avant la séance. Pour tout retard volontaire, l'entrée sera refusée à l'étudiant, la note du TP sera de zéro et il n'a pas le droit au rattrapage.

Il est interdit de manger ou de boire au laboratoire. Tout comportement inadapté au laboratoire peut amener à une convocation devant le conseil de discipline de la faculté.

Tout étudiant doit apporter le polycopié et le matériel nécessaire aux TP (stylo, crayon, gomme, calculatrice, feuilles millimètres, règle, feuille double 21×27, etc...) pour le compte rendu.

Les étudiants travailleront en sous-groupes (2 ou 3 étudiants). Au cours de la séance (3h), chaque sous-groupe manipule, échange les idées, discute ensemble les résultats (pas avec les autres sous-groupes) et rendra un seul compte rendu à la fin de la séance : il doit comprendre au minimum les conditions expérimentales, le matériel utilisé pendant

L'expérience, la configuration de chaque appareil de mesure, les calculs détaillés, les principes, lois, théorèmes utilisés, les problèmes rencontrés, etc... La rédaction du rapport (compte rendu.) fait partie intégrante du travail. Vous devez apporter un soin particulier à la préparation de votre

rapport de laboratoire. Il doit être rédigé sur des feuilles doubles grandes format (21×27). Cependant, nous sommes conscients du temps limité.

Pour chaque rapport, inscrivez:

- Première page: le titre, noms, prénom et date.
- Les autres pages: les objectifs de la manipulation, une introduction: énoncez le principe ou la loi physique que vous allez tester ou utiliser. Développez ce principe pour faire clairement apparaître les valeurs mesurées et ce qu'elles permettront de déduire. Faites un schéma du dispositif expérimental si nécessaire.

- les mesures (unités), utiliser un tableau. Tenir compte des incertitudes liées aux mesures.
- les calculs, les graphes et les réponses aux questions éventuelles.
- les conclusions et les commentaires sur les résultats obtenus.

Les rapports doivent être propres et lisibles par tous. Organisez-vous donc pour terminer avant la fin de chaque séance. Et n'oubliez pas d'indiquer vos noms, prénoms. Il est obligatoire pour chaque sous-groupe d'étudiants de rendre un compte rendu à la fin de chaque TP en présence de tous les membres. Ce rapport sera corrigé, tous les membres recevront donc une note.

Si deux sous-groupes ont des rapports identiques, la note finale du rapport de chacun des sous-groupes sera divisée par deux.

Le matériel mis à disposition est rangé en début, il doit se retrouver rangé en fin de séance. Il est interdit d'écrire, même au crayon, sur les tables. Celles-ci sont propres en début et doivent l'être tout autant en fin de journée (pas de papier, pas de déchet de gomme,...). Chaque groupe est responsable de la propreté de sa table à la fin de la séance.

Le matériel est fragile, il doit être manipulé avec délicatesse. Dans le cas contraire, le service sera en droit de demander un dédommagement correspondant au coût réel du matériel (sur base d'une offre du fabricant).

III. Comment tracer un graphe :

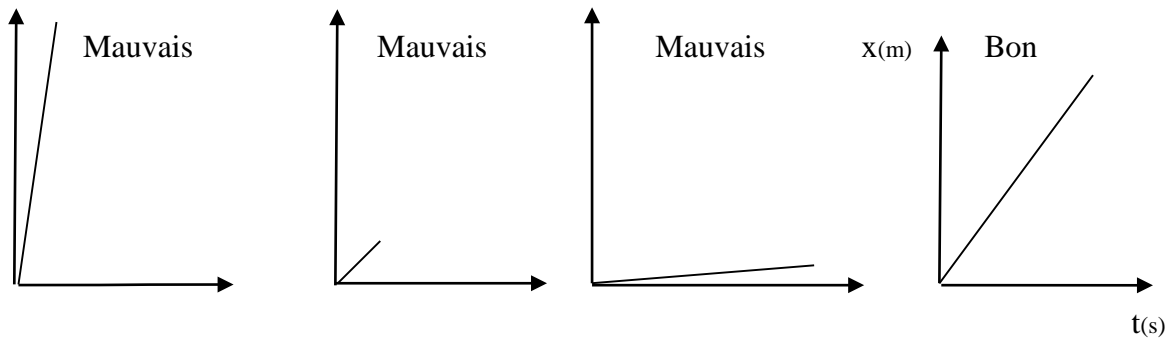
Le traçage du graphe représente l'étape la plus importante dans un compte rendu et peut résumer tout le travail. C'est pourquoi une attention particulière doit être accordée à la présentation d'un graphe. Pour obtenir, dans un temps raisonnable, un graphe exploitable où il est aisé d'analyser un phénomène. Il est recommandé de suivre les étapes suivantes.

- 1 - réaliser avec soin les différentes mesures et reporter les résultats dans un tableau.
- 2 - Estimer les incertitudes Δx et Δy pour chaque couple (x,y) du tableau.
- 3 - Choisir convenablement l'origine des axes (il n'est pas indispensable que l'origine des axes corresponde à $x = 0$ et $y = 0$).
- 4 - Nommer les axes en indiquant les unités de x et de y .
- 5 - Le graphe repose essentiellement sur le choix de l'échelle. Choisir une échelle simple qui permet de lire directement les valeurs sur les axes, c'est-à-dire passer directement du tableau de mesures vers la feuille millimétrée sans avoir recours à la calculatrice.

Le graphe doit occuper au moins 2/3 de la feuille millimétrée (les points expérimentaux doivent se répartir sur une grande partie de la feuille utilisée).

Indiquer l'échelle utilisée sur le papier millimétré en haut et à droite de la feuille.

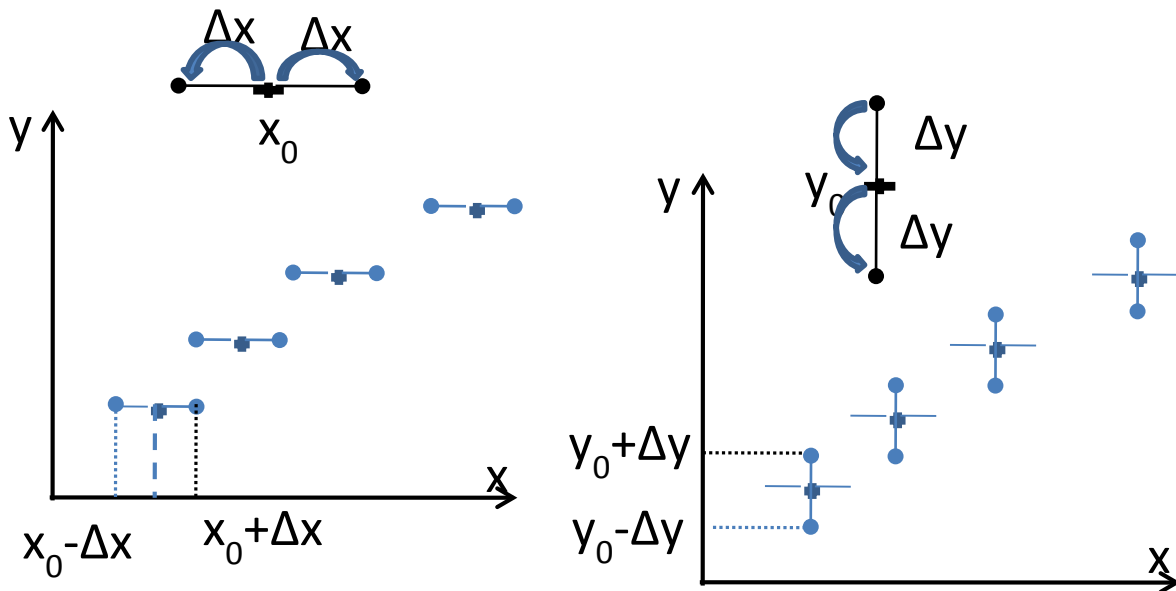
Eviter les échelles qui donnent les graphes suivants :



6 – Ne pas écrire toutes les valeurs du tableau de mesures sur les axes.

7 – Indiquer les symboles des grandeurs et les unités sur les axes (au bout des axes), par exemple $x(m)$, $v(m/s)$, $t(s)$, etc...

8 - Représenter les points expérimentaux par des croix (+) dont les branches sont parallèles aux axes. Chaque représentation d'un point est accompagnée par des incertitudes: incertitude sur la mesure x est indiquée par Δx et y par Δy . Ainsi, chaque point + (couple de mesure (x,y)) ne se traduit pas par un point unique mais par un rectangle de dimensions $2\Delta x$ et $2\Delta y$ appelé rectangle d'incertitude (il est possible que l'incertitude sur un axe soit négligeable, les *rectangles d'incertitude* deviennent alors des *barres d'erreur*).

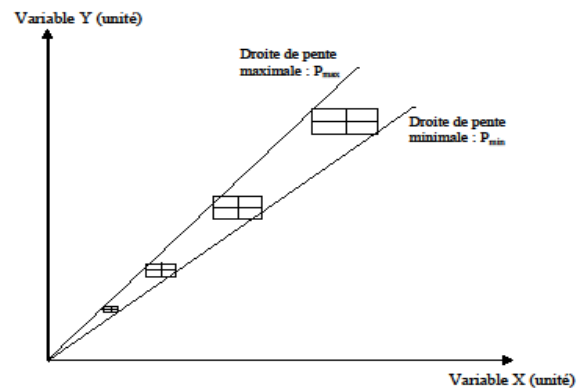
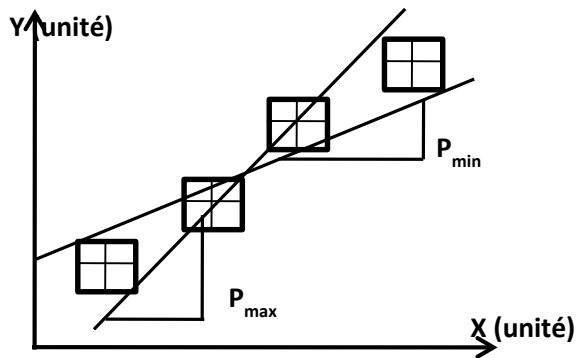


9 - Dessiner la courbe $y = f(x)$ qui doit :

- Grouper tous les rectangles d'incertitude.
- Avoir une pente variant de façon continue (pas de ligne brisée ni de zigzag).

Si $y = f(x)$ est une droite, alors il existe plusieurs droites passant par tous les rectangles d'incertitude. Il faut alors représenter deux droites : celle de pente minimale P_{\min} et celle de pente maximale P_{\max} , passant par toutes les barres d'erreur.

La pente et son incertitude s'écriront alors : $P = P_{moy} = \frac{P_{\max} + P_{\min}}{2}$ et $\Delta P = \frac{|P_{\max} - P_{\min}|}{2}$



TP 1 Mesures et incertitudes

I - Introduction

L'expérience montre que tout résultat numérique obtenu lors d'une mesure quelconque comporte une certaine incertitude même, si la mesure a été effectuée aussi soigneusement que possible. Le résultat obtenu dépendra toujours des conditions de travail, de l'appareillage et de la méthode utilisée. Il est important donc de connaître les facteurs pouvant influencer cette incertitude et d'agir de manière à la maintenir aussi faible que possible. L'intérêt de nos résultats dépend souvent de notre efficacité dans l'estimation de ces limites. Cette incertitude, appelée encore erreur, n'a évidemment rien à voir avec le fait de s'être trompé en faisant la mesure. En réalité, quelles que soient les méthodes de mesure, la qualité des appareils et les aptitudes de l'expérimentateur, un résultat est toujours entaché qu'il convient d'estimer, et mieux de calculer. Ainsi la mesure d'une grandeur ne peut être qu'approchée à cause de la précision limitée des appareils de mesure, des erreurs d'exécution, des erreurs dans le fonctionnement ou la graduation des appareils de mesures etc. Une mesure en physique, n'est complète que si on connaît sa précision, c'est-à-dire si on a déterminé l'incertitude sur le résultat.

Il faut donc admettre qu'il est impossible de déterminer la vraie valeur. La valeur mesurée n'est qu'une valeur approchée de la vraie valeur !

I- Les incertitudes de mesure (voir le cours)

Toute mesure expérimentale est entachée d'une **erreur** dont la valeur ne peut être estimée avec exactitude. Toutefois, même s'il est impossible de déterminer la valeur exacte de l'erreur commise, en revanche, il est possible pour chaque type d'erreur de calculer sa limite supérieure (en valeur absolue) que l'on appellera **incertitude absolue**. L'incertitude constitue un élément essentiel de la relation entre la théorie et la réalité.

La valeur g d'une grandeur physique G , doit toujours être accompagnée d'une incertitude Δg , on écrira alors que $g = g_0 \pm \Delta g$ (g_0 est la valeur mesurée ou calculée). Cette écriture signifie que la vraie valeur de g est comprise dans l'intervalle $[g_0 - \Delta g, g_0 + \Delta g]$. L'incertitude absolue Δg s'exprime dans les unités de la grandeur G et elle a le même nombre de chiffre après la virgule.

Les trois causes d'incertitudes sont :

- L'imperfection de l'**appareil de mesure**
- Le défaut de la **méthode** de mesure
- Les limites de l'**Homme** (lecture des appareils analogiques).

Quand nous effectuons une mesure, deux types d'erreurs entrent en jeu :

- **Les erreurs systématiques** : elles sont dues le plus souvent à une imperfection de l'appareillage ou de la technique de mesure. Elles agissent toujours dans le même sens.
- **Les erreurs aléatoires** : généralement elles proviennent des caractéristiques de l'appareillage, de la technique utilisée, et de l'intervention du manipulateur. Elles sont estimées soit en comparant statistiquement les résultats d'expériences soigneusement répétées, soit en effectuant un calcul d'incertitude.

2 - Mesures

- Mesure directe : Dans ce cas, la valeur de l'incertitude est directement donnée par l'appareil de mesure ou prise dans l'ordre de grandeur de la plus petite graduation de l'instrument utilisé. Par exemple pour la mesure avec un instrument gradué, on prendra une demi graduation comme incertitude sur la mesure (exemple : règle graduée, etc...).

- Mesure indirecte : Dans ce cas, la valeur cherchée est calculée à partir des différentes variables mesurées. Par exemple, on cherche l'incertitude absolue sur y dans la formule $y = u \cdot v$, connaissant u , Δu , v , Δv .

Exemple

$$d = 366 \pm 2 \text{ km} \quad 364 \text{ km} < d < 368 \text{ km}$$

$$m = 2,58 \pm 0,03 \text{ kg} \quad 2,55 \text{ kg} < m < 2,61 \text{ kg}$$

Toutefois, il est *incorrect* d'écrire : $d = 15,83379 \pm 0,143 \text{ m}$; alors il faut écrire : $d = 15,8 \pm 0,2 \text{ m}$.

Incertitude relative : L'incertitude relative n'a pas d'unités, elle s'exprime en général en %.

Exemple : si $m = 25,4 \pm 0,2 \text{ m}$, alors l'incertitude relative est : $\Delta m/m = 0,2/25,4 = 0,8\%$.

Si $L = 6130 \pm 40 \text{ cm}$, alors l'incertitude relative est : $\Delta L/L = 0.0065 = 0.65\% = 6,5\%$.

3- Quelques formules :

$$\left. \begin{array}{l} y = x + z \\ y = x - z \end{array} \right\} \Rightarrow \Delta y = \Delta x + \Delta z$$

$$\left. \begin{array}{l} y = xz \Rightarrow \Delta y = z\Delta x + x\Delta z \\ y = \frac{x}{z} \Rightarrow \Delta y = \frac{z\Delta x + x\Delta z}{z^2} \end{array} \right\} \Rightarrow \frac{\Delta y}{y} = \frac{\Delta x}{x} + \frac{\Delta z}{z}$$

$$\frac{\Delta x_0}{x_0}$$

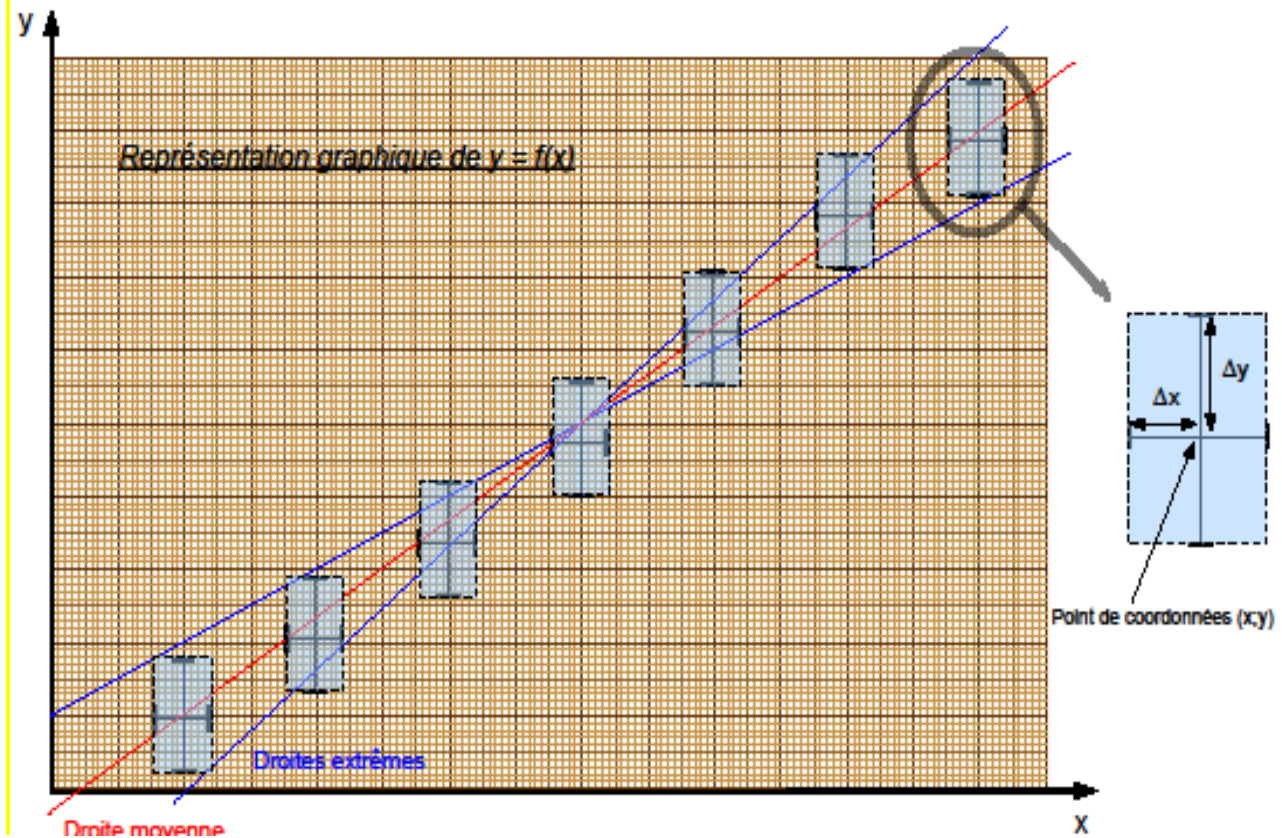
Le résultat s'écrit alors : ou

$$x = x_0 \pm \Delta x \quad x_0 - \Delta x_0 \leq x \leq x_0 + \Delta x_0$$

"L'incertitude relative" est quant à elle définie par :

$$\text{Si } x = a^m b^n c^p, \text{ alors : } \frac{\Delta x}{x} = |m| \frac{\Delta a}{|a|} + |n| \frac{\Delta b}{|b|} + |p| \frac{\Delta c}{|c|}$$

Sur un graphique, on représente l'incertitude absolue en un point par une barre d'incertitude.



La pente et son incertitude s'écriront alors : $a = a_{moy} = \frac{a_{max} + a_{min}}{2}$ et $\Delta a = \frac{|a_{max} - a_{min}|}{2}$

II - But du TP

Le but de ce travail est de nous apprendre quelques règles de base pour estimer les limites d'erreurs d'une mesure et valoriser ainsi nos résultats. Pour cela, nous avons choisi deux cas simples : détermination de la *masse volumique d'un solide* de forme géométrique simple et l'étude d'un *pendule simple*.

III - Manipulations.

1 - Masse volumique :

Par définition la masse volumique est donnée par : $\rho = \frac{M}{V}$ M est la masse d'un corps et V son volume. La masse M est déterminée : en utilisant un ensemble de multiples du gramme sous la forme de masses marquées contenues dans une boîte et une balance (on vous demande de peser). Le volume V est calculé en mesurant les dimensions du solide. On utilise le pied à coulisse puis une règle graduée.

En utilisant ces deux méthodes :

- Déterminer la masse volumique du solide et présenter judicieusement vos résultats (sans oublier les unités et incertitudes),

- Comparer les résultats obtenus selon les deux méthodes et essayer d'identifier les causes d'incertitudes.

Écrire les résultats sous la forme $\rho = \rho_0 \pm \Delta \rho$ puis $\rho_0 - \Delta \rho \leq \rho \leq \rho_0 + \Delta \rho$ (feuille jointe)

La précision de la détermination sera exprimée par l'incertitude relative $\frac{\Delta \rho}{\rho}$, elle s'exprime en %.

Cette précision est d'autant meilleure que l'incertitude relative est faible.

2 – Le pendule pesant simple

Un pendule simple est constitué d'un solide de masse m de petites dimensions ; et d'un fil inextensible de longueur L sa masse est négligeable devant m . Écarté de sa position d'équilibre d'un angle θ et lâché sans vitesse initiale, le pendule effectue des oscillations périodiques autour de sa position d'équilibre ($\theta = 0^\circ$). (Oscillation : un va et vient du pendule autour de sa position d'équilibre. La période T : durée d'une oscillation). Commencer les mesures une fois le régime des oscillations bien établi. Mesurer la durée du rapport de 10 oscillations (Effectuer 3 fois cette mesure et prendre la moyenne des deux proches) en déduire la valeur de la période T . Présenter vos résultats dans un tableau.

1 - Tracer le graphe de la fonction $T^2 = f(L)$ avec T la **période** pendule simple exprimée en **seconde** et L la **longueur** du fil exprimée en **mètre**.

2 - Que remarque-t-on du graphe ? Que peut-on dire de T^2 par rapport à L ?

3 - Déterminer le coefficient directeur de la courbe obtenue.

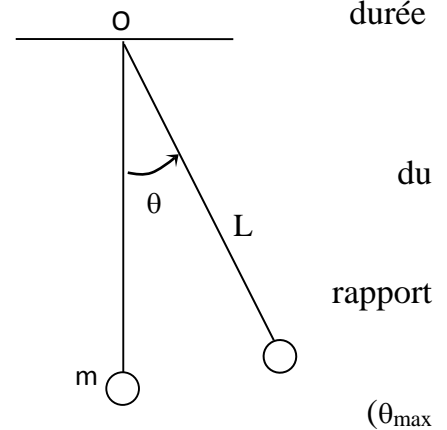
4 - L'étude théorique montre que pour des petites oscillations

$< 15^\circ$) la période du pendule est donnée par $T = 2\pi \sqrt{\frac{L}{g}}$. En

utilisant cette expression écrire la relation théorique qui exprime T^2 en fonction de L et g . Préciser ce que représente le coefficient directeur de la droite.

5 - En déduire la valeur expérimentale de l'accélération de pesanteur g_{exp} ainsi que Δg_{exp} .

6 - Écrire le résultat sous la forme $g = g_{\text{exp}} \pm \Delta g_{\text{exp}}$



TP 1 Mesures et Incertitudes

Groupe n°

Nom..... Nom..... Nom.....

Prénoms..... Prénoms..... Prénoms.....

But du TP:

I - Calcul de la masse volumique du solide:

$M = \dots\dots\dots \pm \dots\dots\dots$

$V_1 = \dots\dots\dots \pm \dots\dots\dots$

$V_2 = \dots\dots\dots \pm \dots\dots\dots$

$\rho_1 = \dots\dots\dots \pm \dots\dots\dots$

$\rho_2 = \dots\dots\dots \pm \dots\dots\dots$

Conclusion :

II – Calcul de l'accélération de pesanteur g et de son incertitude Δg par la méthode graphique

Longueur L					
Temps t					
Période T					
T ²					
ΔT^2					

$a_1 = \dots\dots\dots$ $a_2 = \dots\dots\dots$ $a_{\text{moy}} = \dots\dots\dots$ $g = \dots\dots\dots \pm \dots\dots\dots$

N.B. : Les étudiants doivent faire le calcul des incertitudes absolues sur chaque grandeur physique. N'oubliez pas les unités.

TP n°2 : « Enregistrement et étude d'un mouvement de translation rectiligne »

I - Objectifs :

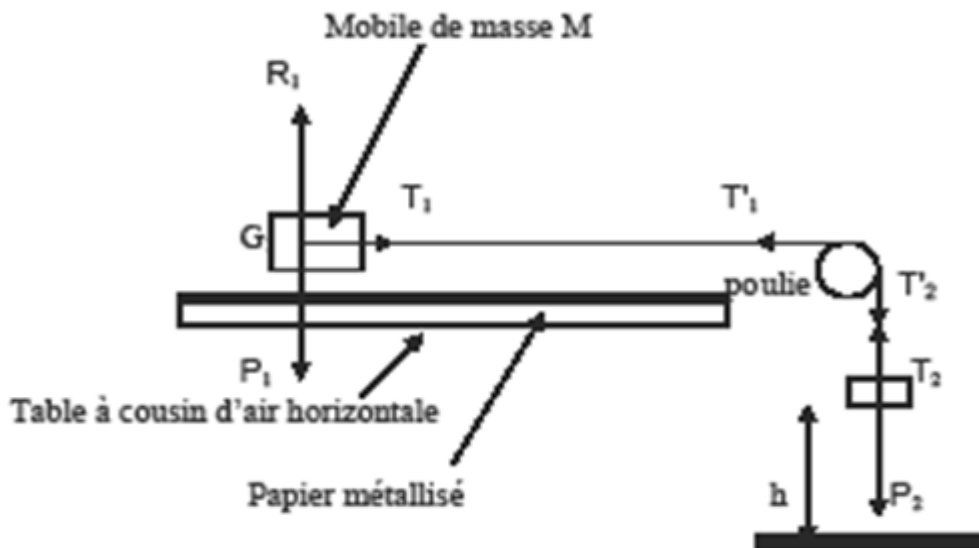
- Étude d'un mouvement à partir d'un enregistrement.
- Savoir décrire une trajectoire.
- Être capable d'identifier le type du mouvement d'un solide.
- Tracer le diagramme espace-temps.
- Définir et calculer une vitesse puis une accélération.

II - Étude de l'enregistrement d'un mouvement

- 1 - Matériel :
- 1 table à coussin d'air
 - 1 mobile autoporteur
 - 1 système électrique
 - 1 feuille de papier métallisée (ruban)
 - 1 règle graduée

2 - Principe :

On appelle « table à coussin d'air » un support parfaitement rectiligne, sur lequel peut se déplacer des mobiles « autoporteurs », disposant d'une soufflerie. Le « coussin d'air » entre le mobile et la table permet au premier de glisser sur la seconde à la manière d'un aéroglisseur, donc quasiment sans frottement. Un circuit électrique haute-tension assure le repérage de la position du mobile, grâce à un éclateur sur le mobile et à l'utilisation d'une feuille de papier métallisée conductrice sur la table. Prendre connaissance du matériel avec votre professeur. Le dispositif que vous allez étudier peut-être schématisé de la façon suivante :



Les forces de frottement sont négligeables devant le poids moteur de la masse m . On considère que la poulie tourne sans frottement et que les tensions de part et d'autre de celle-ci ont la même norme ($T'_1 = T'_2$), ainsi $T_1 = T_2 = T$. Le fil tendu entre les deux objets. On choisira un axe horizontal orienté pour le mobile G de masse M .

3 – Manipulations :

Dans cette séance, les manipulations sur la table à mobiles autoporteurs seront effectuées par l'enseignant. Les compétences mises en jeu se limiteront donc à « réaliser », « calculer » et « analyser ». On réalise l'enregistrement sur une feuille de papier spécial conducteur (ruban) est disposée sur la table à coussin d'air. Elle est elle-même recouverte d'une feuille de papier blanc ordinaire. Le mobile est relié à une borne d'un générateur d'impulsions électriques de haute tension (10kV). On utilise un mobile autoporteur G, de masse M, sur la table à coussin d'air parfaitement horizontale. Ce mobile est relié par un fil (inextensible et de masse négligeable) qui passe par la gorge d'une poulie (de masse négligeable) cette dernière peut tourner sans frottement. L'autre extrémité du fil est fixée sur une masse m soulevée à une hauteur h du sol. A $t = 0$, on appui sur le bouton poussoir du générateur ; le mobile est abandonné alors des étincelles éclatent. À chaque impulsion, une étincelle éclate entre l'électrode placée sous la semelle du mobile à étudier et la feuille conductrice. La feuille blanche se trouve noircie à l'endroit de l'étincelle qui représente la position du centre d'inertie G du mobile donné par l'enregistrement à l'échelle $\frac{1}{2}$. Les impulsions sont séparées par des durées égales ($\Delta t = \tau = T = 20$ ms). Pour étudier le mouvement, il faut pouvoir repérer sa position à différents instants. Par manque de temps on ne peut réaliser un enregistrement par sous-groupe : se reporter au document joint.

III - Exploitation des résultats : Questions

Les

réponses seront rédigées avec soin. Les tracés de vectrices vitesses seront effectués sur l'enregistrement qui sera rendu avec la copie.

1 – Quelle est la trajectoire de G ? Numéroté les points de M_0 (position du mobile à $t = 0$) jusqu'au dernier point, puis remplir le tableau ci-dessous.

t	x (cm)	Δx (cm)	v_{moy} (m/s)	v_{inst} (m/s)	v_{corr} (m/s)	Δv (m/s)	a_{moy} (m/s ²)	a_{inst} (m/s ²)
0								
T								
2T								

2 – Tracer le graphe $x(t)$

3 – Tracer le graphe $v(t)$. Déduire de ce graphe les différentes phases du mouvement.

- Tracer ensuite les vecteurs vitesses aux points M_9 et M_{22} . Préciser l'échelle choisie.

4 – A partir du graphe $v(t)$ tracer le graphe de l'accélération en fonction du temps.

- Tracer ensuite les vecteurs accélérations aux points M_9 et M_{22} . Préciser l'échelle.

5 – Déterminer l'instant t quand le mobile s'arrête.

6 – A partir du graphe $v(t)$, déterminer la distance parcourue par le mobile durant la dernière phase du mouvement.

TP 2: Enregistrement et étude d'un mouvement rectiligne

Nom:..... Prénom:

Nom:..... Prénom:

t	x (cm)	Δx (cm)	v_{moy} (m/s)	v_{inst} (m/s)	v_{corr} (m/s)	Δv (m/s)	a_{moy} (m/s ²)	a_{inst} (m/s ²)
0		//////////	//////////	//////////	//////////	//////////	//////////	//////////
T	//////////					//////////	//////////	//////////
2T		//////////	//////////	//////////	//////////			
3T	//////////					//////////	//////////	//////////
4T		//////////	//////////	//////////	//////////			
5T	//////////					//////////	//////////	//////////
6T		//////////	//////////	//////////	//////////			
7T	//////////					//////////	//////////	//////////
8T		//////////	//////////	//////////	//////////			
9T	//////////					//////////	//////////	//////////
10T		//////////	//////////	//////////	//////////			
11T	//////////					//////////	//////////	//////////
12T		//////////	//////////	//////////	//////////			
13T	//////////					//////////	//////////	//////////
14T		//////////	//////////	//////////	//////////			
15T	//////////					//////////	//////////	//////////
16T		//////////	//////////	//////////	//////////			
17T	//////////					//////////	//////////	//////////
18T		//////////	//////////	//////////	//////////			
19T	//////////					//////////	//////////	//////////
20T		//////////	//////////	//////////	//////////			
21T	//////////					//////////	//////////	//////////
22T		//////////	//////////	//////////	//////////			
23T	//////////					//////////	//////////	//////////
24T		//////////	//////////	//////////	//////////			
25T	//////////					//////////	//////////	//////////
26T		//////////	//////////	//////////	//////////			
27T	//////////					//////////	//////////	//////////
28T		//////////	//////////	//////////	//////////	//////////	//////////	//////////

TP 3 : « Étude d'un mouvement curviligne »

Expérience

Le document suivant représente le mouvement d'une mouche qui part du centre d'un disque placé sur la platine d'un électrophone en rotation et se déplace avec une vitesse en suivant toujours le même rayon de disque. L'enregistrement est donné par le document à l'échelle 1. Les positions sont données en coordonnées polaires : les différentes valeurs de θ sont repérées toutes les 10° et les temps correspondants sont donnés par le tableau suivant :

θ (deg)	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
$t(s) \times 10^{-4}$	0	8	17	25	34	42	51	59	67	76	84
θ (deg)	110	120	130	140	150	160	170	180	190	200	
$t(s) \times 10^{-4}$	93	101	109	118	126	136	143	152	160	168	

A - Étude vectorielle du mouvement :

1 - Dessinez les vecteurs déplacements $\Delta\vec{r}$ de la mouche pour les intervalles suivants: ($0^\circ - 40^\circ$), ($40^\circ - 80^\circ$), ($80^\circ - 120^\circ$), ($120^\circ - 160^\circ$), ($160^\circ - 200^\circ$).

2 - A partir des vecteurs déplacements, en déduire la vitesse moyenne correspondante. Remplir le **tableau 1** ci-joint.

3 - Représenter ces vecteurs vitesses moyennes (crayon rouge), en choisissant une échelle de tel sorte qu'ils soient de même longueur que le vecteur déplacement.

4 - A quels vecteurs vitesses instantanées peut-on assimiler ces vecteurs vitesse moyenne.

5 - Déterminer graphiquement les vecteurs qui correspondent à la variation de vitesse $\Delta\vec{v}$. En déduire les vecteurs accélérations pour différentes positions de la mouche 40° , 80° , 120° et 160° .

B - Etude du mouvement en coordonnées polaires :

Vous pourrez remplacer chaque vecteur vitesse instantanée par ses composantes : v_r et v_θ

$$\overline{OM} = \vec{r}(t) = r \vec{u}_r$$

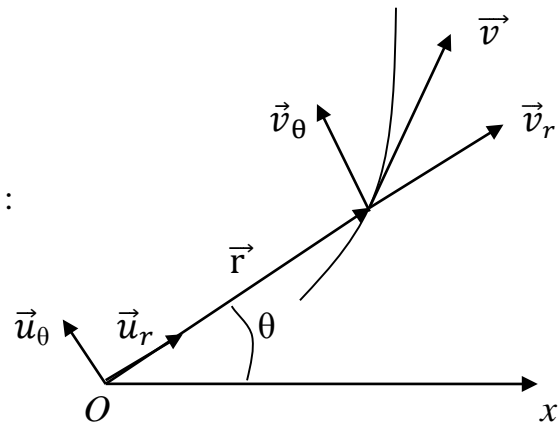
$$\vec{v} = \frac{d\vec{r}(t)}{dt} = \frac{dr}{dt} \vec{u}_r + r \frac{d\vec{u}_r}{dt}$$

On peut écrire le vecteur vitesse sous la forme :

$$\vec{v} = \vec{v}_r + \vec{v}_\theta = v_r \vec{u}_r + v_\theta \vec{u}_\theta$$

ou encore: $\vec{v} = \frac{dr}{dt} \vec{u}_r + r \frac{d\theta}{dt} \vec{u}_\theta$

par comparaison alors: $v_r = \frac{dr}{dt}$ et $v_\theta = r \frac{d\theta}{dt}$.



1 - Mesurez les composantes polaires v_r et v_θ du vecteur vitesse \vec{v} .

2- Mesurez le vecteur position $\vec{r}(t)$ lié au vecteur vitesse.

Remplir le **tableau 2** ci-joint.

3 - Tracez le graphe de $r(t)$ en déduire $\frac{dr}{dt}$, (conclusion).

4 - Tracez le graphe de $\theta(t)$ et en déduire $\frac{d\theta}{dt}$, (conclusion).

5 – Conclusion.

C - Détermination des composantes du vecteur accélération :

1 - Remplacez le vecteur accélération $\vec{a} = a_n \vec{u}_n + a_t \vec{u}_t$ par ses composantes : a_n (composante normale) et a_t (composante tangentielle) lorsque $\theta = 120^\circ$.

2 - Mesurez ces deux composantes. En déduire la valeur du rayon de courbure ρ pour $\theta = 120^\circ$.

TP n°3 : « Étude d'un mouvement curviligne »

Noms:.....

Prénoms:..... Groupe.....

Tableau 1:

θ	$0^\circ - 40^\circ$	$40^\circ - 80^\circ$	$80^\circ - 120^\circ$	$120^\circ - 160^\circ$	$160^\circ - 200^\circ$
Δt					
Δr					
v_{moy}					
$v(t)$	t =	t =	t =	t =	t =
Δv	X				X
$a(t)$	X				X

Tableau 2:

Θ (rd)					
r ()					
t ()					
$v_{r\text{mes}}$					
$v_{r\text{cal}}$	X				X
$v_{\theta\text{mes}}$					
$v_{\theta\text{cal}}$	X				X

TP 4 : « Vérification Expérimentale de Loi Fondamentale de la dynamique »

I - But de l'expérience :

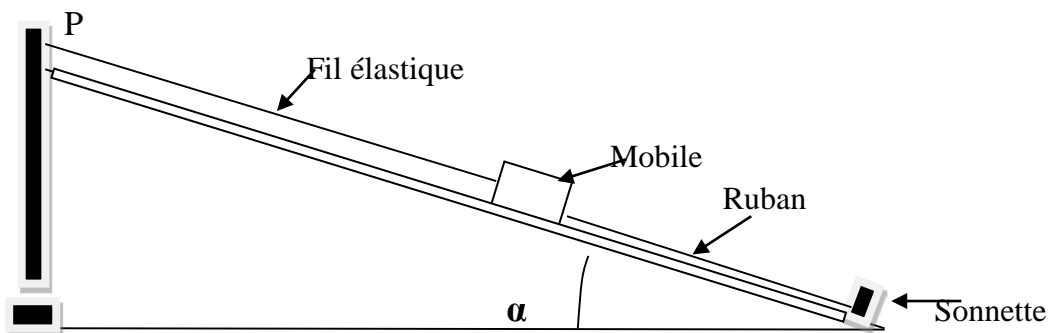
Vérifier et comprendre la loi fondamentale de la dynamique correspondant aux différentes actions. On va étudier dans cette expérience le mouvement d'un corps sur un plan incliné rugueux (non glissant) soumis à une force élastique et à la force de la pesanteur.

II - Dispositif utilisé :

On utilise dans cette expérience un plan rugueux incliné d'un angle $\alpha = 06^\circ$ par rapport au plan horizontal, un corps mobile de masse $m=254g$, un fil élastique de longueur $\ell_0= 56cm$ et de constante de raideur k , une cloche et un interrupteur.

III - L'expérience :

On fixe le fil élastique au point **P** situé en haut du plan incliné. L'autre extrémité du fil élastique est fixée au corps mobile et on attache à l'autre extrémité du corps un ruban d'enregistrement qu'on met sous le marteau de la sonnette. On tire le système (mobile + ruban) vers le bas du plan incliné et par conséquent le fil élastique s'allonge de $\Delta\ell_{\max}$ ce qui donne lieu à l'apparition d'une force élastique $\vec{F} = -k\vec{x}$. On appuie sur l'interrupteur et le corps est laissé libre pour atteindre le sommet du plan incliné (voir la figure). L'intervalle de temps séparant deux points successifs est de **0.01s**.



1-Étude cinématique :

t(s)	0.02	0.04	0.06
V(cm/s)							

- Tracer la courbe donnant la vitesse en fonction du temps $v(t)$.
- Quels sont les étapes du mouvement ainsi que la durée de chaque étape.
- A quel instant le mobile s'arrête.

2-Étude dynamique :

- Calculer l'accélération de la dernière étape et déduire la résultante des forces appliquées sur le corps pendant la dernière période.
- En admet que le frottement du mobile sur le plan reste constant pendant tout le mouvement. Appliquer la deuxième loi de Newton sur le corps et
 - Donner les composantes de la force de frottement C_x en direction du mouvement.
 - Déduire le coefficient dynamique μ_g .

3-Étude de la loi fondamentale de la dynamique :

- Calculer l'accélération à l'instant $t=0.2s$.
- Déduire la résultante des forces appliquées sur le corps à cet instant.
- Ecrire l'équation de la loi fondamentale de la dynamique à l'instant $t=0.2s$ et faire la projection sur l'axe du mouvement.
- Calculer module de la force élastique \vec{F}_{elas} .
- Déduire la valeur de la constante de raideur k .
- Trouver l'instant et la position d'équilibre.

4- Calcul de l'allongement :

- Trouver l'accélération à l'instant $t = 0.68s$ et déduire la résultante des forces appliquées sur le corps.
- Représenter toutes les forces extérieures appliquées au mobile à cet instant.
- Quel est l'allongement Δl du fil élastique à cet instant.

Introduction aux travaux pratiques d'électricité

I - Introduction :

Vous trouverez dans ce fascicule, les travaux pratiques de première année LMD ST. Ils sont essentiels pour que vous ayez toutes les connaissances expérimentales, pour valider les théories vues en cours. L'auteur a pris soin de ne mettre que des expériences qui ont une réelle application du programme, il faudra donc ne jamais perdre à l'esprit que toutes ces manipulations sont enrichissantes (n'hésitez pas de poser à l'enseignant des questions utiles).

Quelques règles pour réussir les séances de TP :

Des fascicules de travaux pratiques seront remis aux étudiants, ce qui leur permettra de préparer la séance. Avant toute séance, il faut prendre le temps chez soi pour lire le texte et de répondre aux questions présentes dans les parties théoriques et lire attentivement (et à plusieurs reprises) les parties pratiques afin d'arriver au labo avec les manipulations bien à l'esprit. Tous ces travaux pratiques seront notés et demanderont un compte rendu écrit. L'enseignant corrigera ce que chaque étudiant aura rédigé afin de voir son implication, son avancement et ses lacunes. L'attitude, le sérieux, la préparation des séances, l'esprit d'initiative seront également des critères pour ces notes de TP. Des questions orales pourront leur être posées à ce sujet en début de séance pour vérifier s'il y a eu une préparation effective.

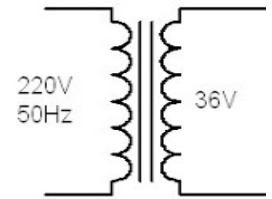
Avertissement : Cette introduction présente les appareils les plus fréquemment utilisés et donne aux étudiants quelques recommandations qu'ils devront suivre. Chaque étudiant doit restituer à la fin de chaque séance un appareillage en état de marche. Ainsi, pour éviter toute détérioration il convient, lorsque vous réalisez un montage électrique de le faire vérifier par votre enseignant avant de la relier à la source de tension : (pile, batterie, secondaire d'un transformateur ou générateur de fonction). De même, toute modification de montage doit faire l'objet d'une **vérification préalable par l'enseignant**. Lorsque vous effectuez des mesures de courants ou tensions électriques, branchez les appareils d'abord sur les calibres les plus grands. (ex : ampèremètres sur 5A, puis 1A, puis 500mA, etc... pour les voltmètres. 300 V, puis 100V, puis 30 V etc...) jusqu'à obtention du bon calibre. À la fin de chaque manipulation, vous devez effectuer dans l'ordre les opérations suivantes : Arrêter le générateur de tension, débrancher tous les fils, en commençant par les fils du montage qui sont reliés au générateur. Ranger les fils et appareils convenablement sur la table. Signaler à l'enseignant tout appareil défectueux. Ainsi, lorsque vous quitterez la salle, la manipulation sera en état de fonctionner pour les autres étudiants. **Si vous**

passer outre à ces recommandations, vous pouvez provoquer la **détérioration partielle ou définitive d'un matériel qui coûte cher.**

II - Éléments de circuits utilisés en TP :

1 - Générateur basse tension alternative : (transformateur).

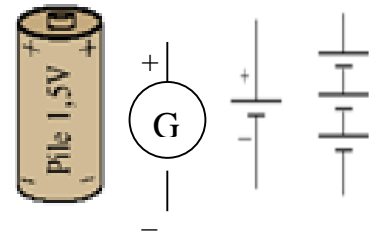
Il permet d'élever ou d'abaisser une tension alternative donnée. Nous nous en servons essentiellement en TP comme source de tension alternative. Nous utilisons selon les manipulations deux transformations : l'un a ses bobines et son circuit magnétique apparent, l'autre est enfermé dans un boîtier.



Représentation schématique d'une source de tension alternative ci-contre.

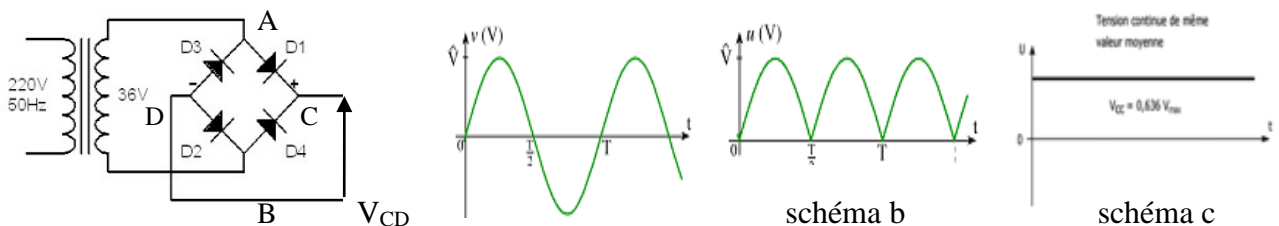
2 - Générateur de tension continue :

Les générateurs de tensions continues utilisés en T.P seront des piles, Des batteries d'accumulateurs ou des générateurs transformateurs Redresseurs. Rappelons que de tels générateurs ont un pôle positif (borne rouge) et un pôle négatif (borne noir ou bleu). Le courant électrique va du Pôle + au pôle - à l'extérieur du générateur. Représentation schématique D'une source de tension contenue ci-contre








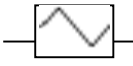
Générateur transformateur-redresseur :

Ci-dessous figure le schéma simplifié d'un générateur transformateur-redresseur. A la sortie AB du transformateur, un pont de diodes permet de disposer entre les points C et D d'une tension V_{CD} redressée mais non continue (schéma b). Sur certains appareils, un circuit de filtrage élimine les variations de cette tension variable pour la rendre continue (schéma c).



3 - Générateur de basses fréquences :

Cet appareil délivre une tension d'amplitude et de fréquence variables. Les générateurs dits basse fréquence (GBF) utilisés en travaux pratique délivrent des signaux sinusoïdaux (), des signaux carrés () triangulaires ()



Présentation schématique   


Il faut savoir que chaque générateur de tension par sa construction ne doit pas débiter un courant supérieur à une certaine limite. Au-delà de cette limite la tension chute en générale et le

générateur se détériore. Par exemple, une batterie d'accumulateurs au plomb 50 Ah (ampère-heure) ne doit pas débiter plus de 5 A. Sauf pendant les intervalles de temps très courts : au démarrage d'une voiture par exemple. Une pile plate 4.5 v ne doit pas débiter plus de 0.5 A. Les transformateurs redresseurs du laboratoire sont limités à 5 ou 10 A. Il y aura donc lieu avant d'utiliser ces générateurs de vérifier si la résistance du circuit d'utilisation est suffisamment élevée pour que ces conditions soient respectées.

4 - Résistances :

Elles sont, soit de valeur fixe (en graphite aggloméré) soit variables par bonds successifs.

Représentation schématique : Résistance fixe :  où : 

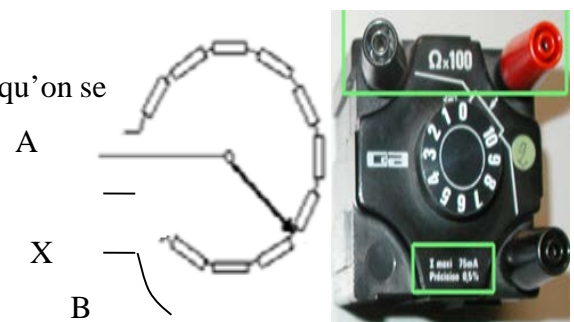
Résistance variable :  où : 

5 - Boîtes AOIP :

Elles sont constituées de 10 résistances égales en série. Lorsqu'on se branche entre A et B, nous avons la résistance totale (fixe).

Lorsqu'on se branche entre A et X, nous avons une résistance

Qui peut varier de 0 à la résistance maxi de la boîte. La valeur de la résistance variable est le produit du chiffre (porté par le Commutateur tournant) placé en face du repère fixe par le multiplicateur indiqué sur ce même commutateur tournant.

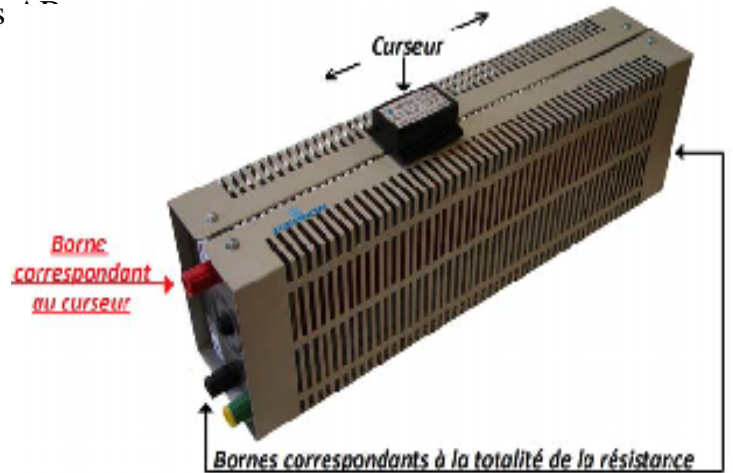
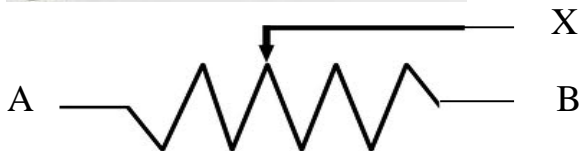


Exemple : $R_{AX} = 7 \times 10 = 70 \Omega$, $R_{AB} = 10 \cdot 10 = 100 \Omega$; $R_{XB} = (10-7) \cdot 10 = 30 \Omega$.

Remarque importante : Sur l'une des faces latérales de la boîte AOIP, le constructeur a indiqué l'incertitude en %. Sur le commutateur, figure le courant maxi que peut supporter la boîte sans danger de détérioration. Dans un circuit comprenant des boîtes AOIP, avant le branchement de la source de tension, il est nécessaire de calculer l'intensité qui va traverser le circuit. Si cette intensité est supérieure à celle indiquée par le constructeur, il faut absolument mettre en série dans le circuit une résistance (dite de protection) de valeur telle que l'intensité soit ramenée à une valeur acceptable pour les boîtes.

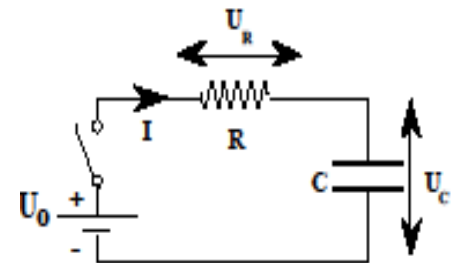
6 - Rhéostats :

Leur fonctionnement est identique à celui d'une boîte AOIP. La résistance constante AB est constituée d'un fil bobiné. Les points variables X sont reliés à un curseur mobile. Comme pour la boîte AOIP, le constructeur indique le courant maxi qui peut traverser le rhéostat sans le détériorer de même que la valeur de la résistance totale.



7 - Circuit :

On réalise un circuit en reliant un générateur à d'autres éléments de circuits comme les résistances, condensateurs etc... Le courant traverse le circuit du pôle + du générateur au pôle - lorsque celui-ci est polarisé. Il faut donc refermer le circuit sur le générateur pour que le courant puisse circuler.



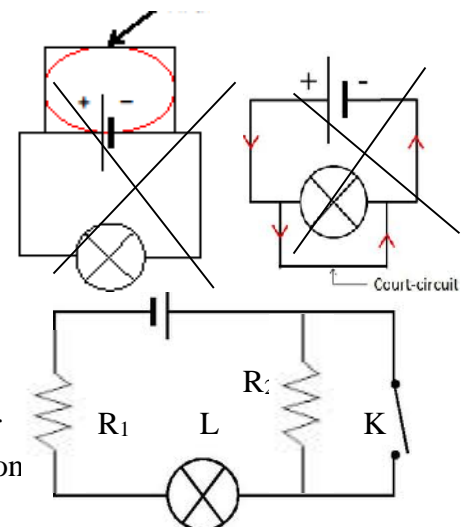
Remarque : Le pôle + du générateur doit être relié au pôle + des éléments du circuits polarisés (récepteur, voltmètre etc...). Même chose pour le pôle - doit être relié au pôle - des éléments du circuit.

8 - Court-circuit :

On court-circuite une source de tension si l'on relie ses deux pôles (ou bornes) par un fil ou un objet conducteur de résistance négligeable. Le circuit ainsi formé est parcouru par un courant intense qui détériore la source de tension. Ci-contre figurent des exemples de court-circuit à éviter.

Court-circuiter signifie également annuler l'effet d'une résistance (ou de tout autre élément) dans un circuit.

Exemple : Dans le circuit ci-contre, en fermant l'interrupteur K, on court-circuite la résistance R_2 . Dans ces cas, l'intensité est limitée par la résistance R_1 et la lampe L qui joue le rôle de résistance de protection

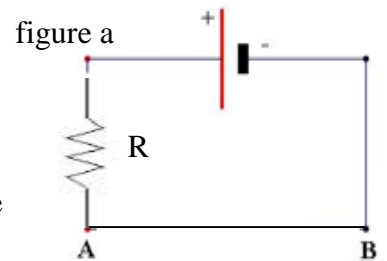


III - MESURES ELECTRIQUES :

Nous aurons affaire à des mesures sur les circuits, essentiellement des mesures d'intensités du courant et de tension électrique. Aussi nous décrirons ces appareils, que nous utiliserons souvent. Plus tard nous décrirons l'oscilloscope et le générateur de basse fréquence :

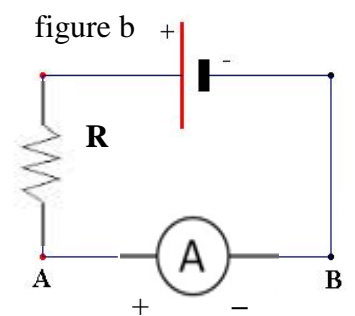
1 - Ampèremètre :

L'ampèremètre est un appareil de mesure du courant électrique. Dans un circuit électrique, il se branche en série. Si on veut mesurer par exemple le courant électrique débité par un générateur de f.é.m. E dans une résistance où les deux points A et B du circuit sont reliés par un fil voir figure a.



Le générateur arrêté, on supprime cette liaison et on branche l'ampèremètre

Entre A et B. En général, l'aiguille des ampèremètres analogiques ne peut dévier que dans un sens. Cela impose de réfléchir au sens du courant et impose de câbler l'ampèremètre de manière à mesurer une intensité positive: on vérifie alors que la borne + de l'ampèremètre est reliée en A au pôle + du générateur, l'autre borne de l'ampèremètre – (borne **com**) au point B pôle – du générateur (Figure b). Pour avoir une valeur meilleure, il faut utiliser un bon calibre.



Tous les appareils modernes sont multi calibres : on change de calibre soit

En tournant un commutateur, soit en déplaçant une fiche. Lorsqu'on utilise

Un ampèremètre analogique, il faut éviter d'utiliser un calibre plus petit que l'intensité du courant. Si on n'a aucune idée de l'ordre de grandeur de l'intensité que l'on va mesurer, il est souhaitable de partir du plus haut calibre, en général suffisant. On obtient ainsi une idée du courant circulant dans le circuit. Puis on diminue le calibre jusqu'à atteindre le calibre le plus petit possible. Pour l'ampèremètre analogique, l'aiguille se déplace sur une graduation commune à plusieurs calibres. L'indication lue ne représente qu'un nombre de divisions. Il faut donc déduire l'intensité à partir de ce nombre en tenant compte de la valeur du calibre, en faisant un calcul sachant que la graduation maximale correspond au calibre :

$$\text{Intensité mesurée} = \frac{G_{lue}}{G_{max}} \times \text{Cal}$$

Avec G_{lue} : graduation lue G_{max} : graduation maximale et Cal: Calibre utilisé

Pour que sa présence ne modifie pas l'intensité du courant à mesurer, sa résistance interne devrait être faible par rapport à la résistance du circuit. Mais dans une mesure de précision, il faut tenir compte de cette résistance interne.

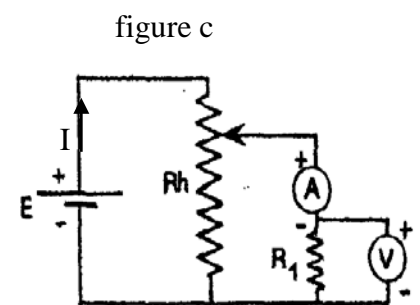
2 – Voltmètre :

Le voltmètre est un appareil pour mesurer la tension (différence de potentiel) entre deux points. Pour mesurer une tension, on branche le voltmètre en dérivation (en parallèle) entre les deux points du circuit dont on souhaite mesurer la tension (figure c). La lecture sur le voltmètre est semblable à l'ampèremètre. Il faut bien faire attention à choisir le calibre supérieur à la tension que l'on souhaite mesurer. Un voltmètre doit avoir une grande résistance interne pour ne pas modifier la tension à mesurer. Il faut tenir compte de cette résistance interne, elle est en générale indiqué par le constructeur (en Ω/V).

3 - Remarques importantes sur l'utilisation des ampèremètres et des voltmètres :

a - Polarité des appareils:

Les ampèremètres et les voltmètres utilisés en courant continu ont une polarité. Il faut donc que le courant qui les traverse dans un sens convenable : sort du générateur par la borne + et entre dans tous les appareils par la borne +. Donc, les bornes + et - des appareils de mesure doivent être reliées aux bornes de même signe de la source de courant comme l'indique la figure c ci-contre.




b - Calibre d'un appareil:

Tous les appareils du laboratoire sont des appareils à sensibilité multiples. Car différentes sensibilités peuvent être connues à partir des indications de calibre que le constructeur fait figurer, soit sur les différentes bornes d'entrée de l'appareil, soit en face de l'index du commutateur. Par exemple le calibre 30V signifie que sur ce calibre l'aiguille du voltmètre dévie de toute l'échelle lorsqu'une d.d.p. de 30V est appliquée aux bornes de l'appareil (l'échelle est la graduation devant laquelle se déplace l'aiguille). Le calibre 30V ne peut donc être utilisé que pour mesurer les tensions inférieures à 30V. En générale, le nombre qui correspond à la dernière graduation de l'échelle et le nombre qui correspond au calibre sont dans un rapport simple. Par exemple, si le voltmètre possède les calibres 1, 3, 10, 30, 100 et 300V, il possède deux échelles : l'une graduée de 0 à 3 (ou 30) et l'autre de 0 à 10 (ou 100). Ainsi pour les calibres 3, 30, et 300 on lira sur l'échelle 3 (ou 30) (rouge); pour les calibres 1, 10, et 100 on lira sur l'échelle 10 (ou 100) (noir).

L'exemple ci-contre décrit un cas où la graduation de l'échelle est simple à utiliser. Le passage de la lecture de la graduation à la valeur de l'intensité du courant électrique mesurée n'est pas très compliqué. Pour le calibre $100 \mu A$ on lira sur l'échelle 100 la lecture est de 7 graduations comme une graduation vaut $2 \mu A$. L'intensité $I = 7 \times 2 \mu A = 14 \mu A = 14 \cdot 10^{-6} A$



Certains voltmètres et ampèremètres ont des échelles différentes en continu et en alternatif. On fera donc attention de lire sur une échelle continue marquée + ou – lorsqu'on travaillera en courant continu, et sur l'échelle alternative marquée  lorsqu'on travaille en alternatif.

Lorsqu'on branche un voltmètre ou un ampèremètre, on prend toujours le calibre le plus grand. Si la déviation de l'aiguille est trop faible, on passe au calibre suivant après d'être assuré que sur ce nouveau calibre l'aiguille ne dépassera pas la limite de l'échelle.

c - Classe d'un appareil:

L'indication de classe définit la précision de l'appareil de mesure et elle est indiquée par le constructeur à l'ordre d'un ou de deux chiffres = 1,5 et ~ 2,5 : cette indication signifie que l'appareil est de classe 1,5 en continu et de classe 2,5 en alternatif. La classe permet de déterminer l'incertitude absolue que l'on fait quelle que soit la lecture. Pour un appareil de classe 1,5 l'incertitude absolue est 1,5/100 du calibre utilisé ; cela veut dire que si l'échelle à 100 div, l'incertitude absolue de la mesure est 1,5 div quelle que soit la graduation de laquelle s'arrête l'aiguille. L'incertitude de classe permet de connaître l'incertitude absolue associée à chaque mesure faite par l'appareil : ΔV (ou ΔI) = $\frac{\text{classe}}{100} \times \text{calibre}$. C'est la convention définie par le constructeur.

Par exemple : pour un voltmètre de classe 1,5, l'incertitude absolue est égale à 1,5/100 du calibre utilisé. Si on utilise le calibre 3V on calcule $\Delta V = \frac{1,5}{100} \times 3 = 0,045$ V.

Pour le calibre 15V alors $\Delta V = \frac{1,5}{100} \times 15 = 0,23$ V et ceci quelle que soit la tension V mesurée et le nombre de graduation que comporte l'échelle. Si la tension mesurée V est égale au calibre C (lorsque l'aiguille de l'appareil dévie près du maximum de l'échelle). L'incertitude relative de la mesure égale à : $\frac{\Delta V}{V} = \frac{1,5}{100} \times \frac{C}{V} = \frac{1,5}{100} \times 1 = \frac{1,5}{100}$ et ceci quelle que soit le calibre utilisé.

TP n°1 Mesure des courants et des tensions électriques

A. I – Objectifs :

Cette séance de travaux pratiques a pour but de vous familiariser avec le matériel présent au laboratoire : utilisation et câblage d'un appareil de mesure dans un circuit électrique contenant des composantes connues d'après un schéma donné (montage à partir d'un schéma). Nous allons évaluer l'ordre de grandeur des erreurs de mesures obtenues pour quelques appareils simples que nous utiliserons de façon récurrente dans les futures séances. Nous allons aussi apprécier les conséquences que cela entraînera sur nos choix futurs et sur la façon d'écrire nos résultats numériques.

- Respecter les conditions de sécurité :
 - ✓ Mise en service de l'alimentation après vérification du montage.
 - ✓ Coupure de l'alimentation avant toute intervention manuelle dans le circuit.
- Maîtriser l'emploi des appareils de mesures suivants : ampèremètre et voltmètre analogique.
- Mesurer des tensions (différence de potentiels) et des courants dans des circuits simples.
- Donner la valeur algébrique correspondant à une mesure réalisée avec un appareil analogique.
- Donner le résultat d'une mesure avec un nombre raisonnable de chiffres significatifs avec incertitude de la mesure.

B. II - Le matériel nécessaire :

- ✓ Un générateur de tension continue réglable (0 - 30 V)
- ✓ Deux résistances R_1 et R_2 , un ampèremètre et un voltmètre analogique.
- ✓ Une plaque de connexion de résistance et des fils de connexions.

C. III – Préparation : Répondre aux questions suivantes

1 - Comment mesure-t-on une tension électrique ? L'intensité du courant électrique ? Indiquer la polarité de ces appareils.

2 - Quelles sont les précautions à prendre pour ne pas détériorer les appareils de mesure lors de la mise sous tension du circuit ?

3 - Comment choisit-on le calibre à utiliser lors d'une mesure ?

D.IV. Manipulation :

Réaliser le montage et penser au calibre à utiliser. **Faites-le vérifier par l'enseignant avant de mettre sous tension**

- 1 - Avec un montage adéquat, régler le générateur pour qu'il délivre la tension $E = 10 \text{ V}$.
- 2 - Réaliser le montage de chaque schéma, en respectant les consignes de sécurité. Mise en service de l'alimentation après vérification du montage par l'enseignant. Coupure de l'alimentation avant toute intervention manuelle dans le circuit
- 3 - Effectuer les mesures de la tension et de l'intensité du courant électrique pour chaque montage. Conclure sur les valeurs des tensions et intensités du courant électrique mesurées et calculées.

Nom:.....

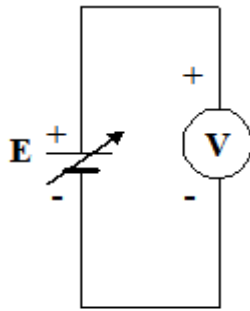
Prénoms:.....

Groupe :.....

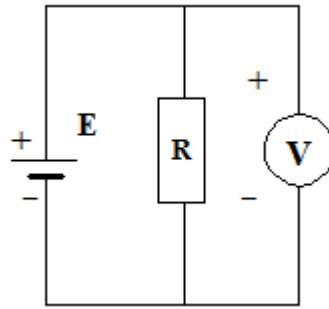
TP n°1 *Mesure des tensions et des courants*

Expérience n°1:

1 - Réaliser les montages ci-dessous et prendre $E = 10\text{ V}$



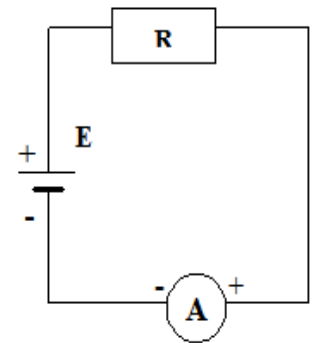
Calibre.....



Calibre.....

$E = \dots\dots\dots$

$R = \dots\dots\dots$



Calibre.....

Mesurer la tension U aux bornes de R puis l'intensité du courant électrique I circulant dans R .

$U = \dots\dots\dots$

$I = \dots\dots\dots$

$\frac{U}{I} = \dots\dots\dots$

Donner la précision des mesures sous la forme $\frac{\Delta U}{U} = \dots\dots\dots$ $\frac{\Delta I}{I} = \dots\dots\dots$

Présenter les résultats sous la forme $U \pm \Delta U = \dots\dots\dots$ $I \pm \Delta I = \dots\dots\dots$

Expérience n°2:

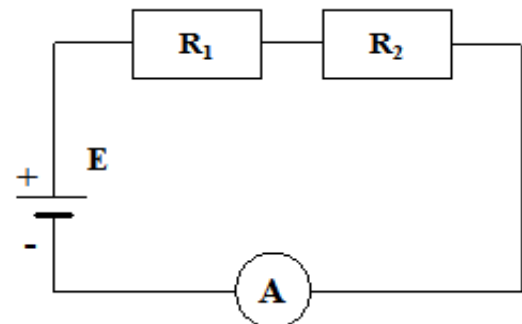
1 - Réaliser le montage ci-dessous

$E = \dots\dots\dots$

$R_1 = \dots\dots\dots$

$R_2 = \dots\dots\dots$

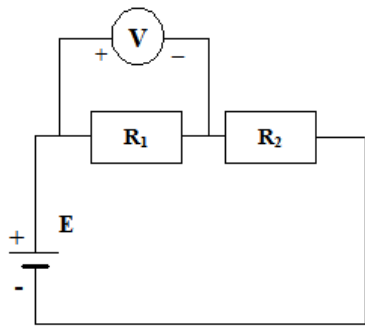
Calibre.....



Mesurer l'intensité du courant électrique I circulant dans le circuit et indiquer son sens.

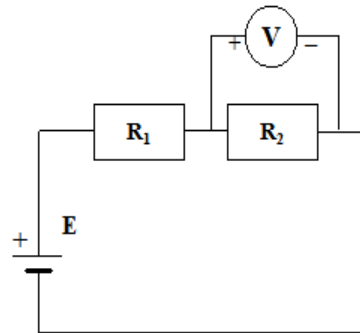
$I = \dots\dots\dots$ puis $\frac{\Delta I}{I} = \dots\dots\dots$ que $I \pm \Delta I = \dots\dots\dots$

2 – Relier le voltmètre comme indiqué sur les figures ci-dessous et mesurer la tension U.



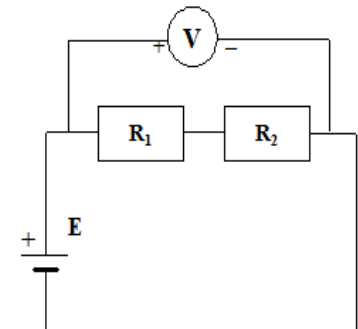
Calibre.....

$$U_1 \pm \Delta U_1 = \dots\dots\dots$$



Calibre.....

$$U_2 \pm \Delta U_2 = \dots\dots\dots$$



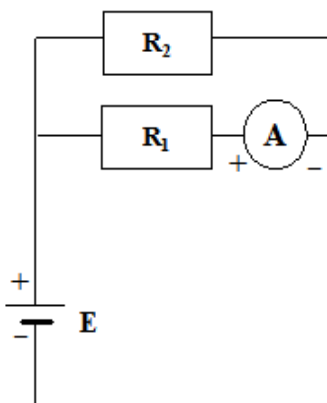
Calibre.....

$$U_3 \pm \Delta U_3 = \dots\dots\dots$$

3 - Conclusion :

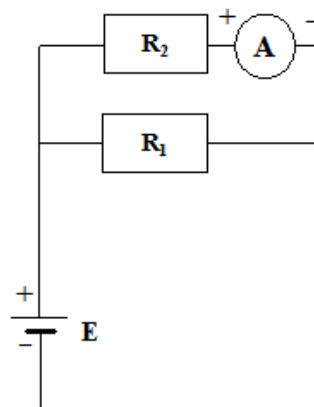
Expérience n°3:

1 - Réaliser les montages ci-dessous et mesurer l'intensité du courant électrique I circulant dans chaque circuit en indiquant son sens.



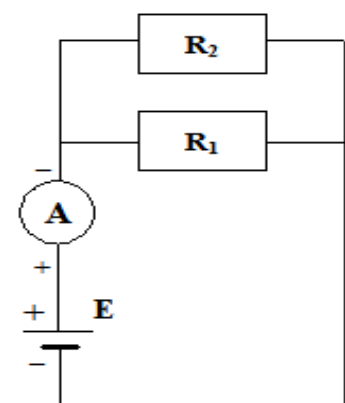
Calibre.....

$$I_1 \pm \Delta I_1 = \dots\dots\dots$$



Calibre.....

$$I_2 \pm \Delta I_2 = \dots\dots\dots$$



Calibre.....

$$I_3 \pm \Delta I_3 = \dots\dots\dots$$

2 - Conclusion:

TP 2 : Potentiel et champ électriques

(Surfaces équipotentielles)

I - Introduction :

Il est indispensable, avant de commencer cette manipulation, de connaître en un point M la signification du champ électrique « \vec{E} » et le potentiel « V ». Ces deux grandeurs sont liées par les relations suivantes : $\vec{E} = -\overrightarrow{\text{grad } V}$ et $dV = -\vec{E} \cdot \overrightarrow{MM'}$. Cette dernière nous donne la différence de potentiel $dV = V(M) - V(M')$, entre les points M et M' infiniment voisins, en fonction du champ \vec{E} au voisinage de ces points. La méthode utilisée dans cette expérience permet de mesurer le champ et le potentiel électrique de façon expérimentale. Les conducteurs sont mis dans un récipient fabriqué avec une matière isolante, et rempli d'eau de robinet de faible conduction qui contient des ions. Les ions qui se trouvent dans l'eau permettent le passage de courant électrique de faible intensité. Nous pouvons mesurer la différence de potentiel entre n'importe quels deux points à l'intérieur du récipient, et ceci n'a aucune influence sur les surfaces équipotentielles.

II - But du TP :

Le but de ce TP est de déterminer, par des mesures de potentiel, les équipotentielles ainsi que le champ électrique en différents points de l'espace pour des armatures métalliques de forme géométriques différentes auxquelles on applique une tension alternative.

III – Matériel utilisé :

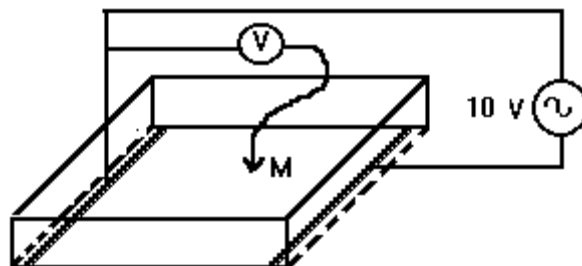
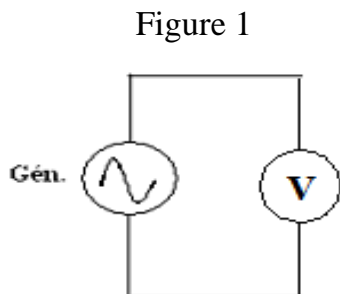
- Cuve rhéographique
- Électrodes planes et circulaires
- Voltmètre doté d'une sonde.
- Générateur de tension alternative.

IV – Manipulation :

A- Potentiel et champ électriques produits par deux électrodes planes :

Réglez la tension du générateur
Alternatif à 10 V (figures 1)

figure 2



Réaliser le dispositif de la figure 2. S'assurer du Montage avec l'enseignant avant de mettre le générateur de tension électrique en marche.

Précautions : Les plaques doivent toucher le fond de la cuve et la sonde de mesure doit être tenue verticalement.

1 – Dessiner sur une feuille millimétrée les surfaces équipotentielles pour les potentiels suivants : $V_1 = 4V$, $V_2 = 6V$, $V_3 = 8V$ en prenant pour chaque surface 6 valeurs.

2 - Quelle est la forme des équipotentielles. En déduire l'allure des lignes de champ.

3 – Trouver le champ électrique moyen au point M_1 situé au milieu des deux surfaces équipotentielles de V_1 et V_2 et au point M_2 situé sur la surface V_2 . Dessiner ces deux vecteurs en choisissant une échelle adéquate.

4 – Choisir un axe Ox , mesurer le potentiel V tous les 1,5 cm et remplir le tableau suivant :

x (cm)													
V (Volts)													
E (Volts/cm)													

5 – Tracer la courbe de V en fonction de la position x sur la même feuille millimétrée en précisant l'échelle choisie. Conclusion.

6 - En déduire la courbe de variation du champ électrique $E(x)$. Trouver alors la relation liant E , V et x .

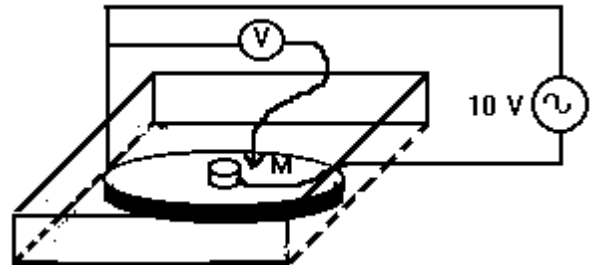
B - Champ et potentiel créés par deux électrodes circulaires :

1 - On remplace dans la cuve les deux conducteurs

figure 3

Plans par ceux cylindriques placés

Concentriques puis on branche chacune d'elles à l'alimentation. Réaliser le dispositif de la figure 3. S'assurer de la justesse du montage avec l'enseignant avant de mettre le générateur en marche.



2 - Dessiner sur une feuille millimétrée les surfaces équipotentiellles pour les potentiels suivants : $V_1 = 4V$ et $V_2 = 8V$ en prenant pour chaque surface 8 valeurs symétriques.

3 - Quelle est la forme des équipotentiellles. En déduire l'allure des lignes de champ.

4 - Mesurer le potentiel pour chaque 1cm à partir du centre. Mettre les résultats obtenus dans le tableau suivant.

r (cm)												
V (Volts)												
E (Volts/cm)												

5 - Tracer le graphe $V(r)$ et calculer le champ électrique E . Conclusion.

TP 3 : Mesure des résistances (Pont de Wheatstone)

I - Introduction :

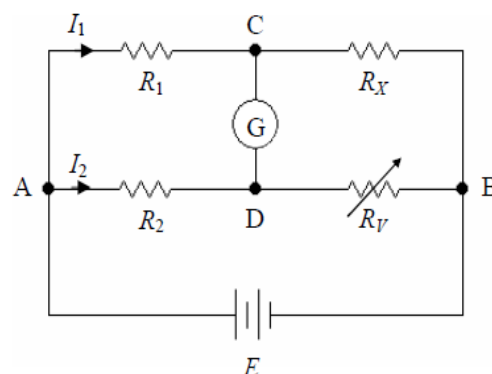
Pour mesurer une résistance électrique on dispose de plusieurs méthodes. La méthode la plus précise qu'on va utiliser est celle du pont de Wheatstone. Elle est à la base de nombreux appareils et sous-systèmes industriels.

II – But :

Déterminer la valeur des résistances électriques inconnues en utilisant le pont de Wheatstone. Ce dispositif peut également vérifier les relations donnant la résistance équivalente d'un dispositif en série ou en parallèle.

III – Principe:

Le pont de Wheatstone est un circuit électrique comportant trois résistances connues et une quatrième à déterminer, alimenté par un générateur de tension continue E. Considérons le circuit de la figure ci-contre, où R_1 et R_2 sont connues, R_V est une résistance réglable



connue (potentiomètre) et R_X est une résistance à déterminer.

Les points C et D sont reliés à un galvanomètre (voltmètre) qui mesure la tension entre ces deux points formant le pont. De manière générale nous avons la différence de potentiel donnée comme suit : $V_C - V_D \neq 0$. Pour déterminer la valeur de la résistance R_X , il faut ajuster la résistance variable R_V dans le pont jusqu'à ce qu'on arrive à annuler la tension ($V_C - V_D$). On dit alors le pont est équilibré alors $V_C - V_D = 0$ donc $V_C = V_D$, le courant électrique I_1 traverse R_1 et R_X de même le courant I_2 traverse R_2 et R_V .

Nous avons d'une part : $V_A - V_C = R_1 I_1$ et $V_A - V_D = R_2 I_2 \Rightarrow R_1 I_1 = R_2 I_2$ (1)

Et d'autre part : $V_C - V_B = R_X I_1$ et $V_D - V_B = R_V I_2 \Rightarrow R_X I_1 = R_V I_2$ (2)

On divise (1) par (2) alors on trouve que $\frac{R_X}{R_1} = \frac{R_V}{R_2} \Rightarrow R_X = \frac{R_1}{R_2} \times R_V = K \times R_V$

Remarquons que le rapport $\frac{R_1}{R_2}$ est connu par K appelé rapport de tête de pont.

IV – Manipulation :

- Une plaque de connexion de résistance, une boîte de résistances variable R_V
- Deux résistances R_1 et R_2 de valeur connue, résistances inconnues R_{X1} et R_{X2} .
- Une source continue $E = 10V$, un galvanomètre comme indicateur de zéro ou un voltmètre sensible, des fils de connexions.

1 – Réaliser le Montage de la figure ci-dessus.

2 – Déterminer la valeur de la résistance R_{X1} ainsi que son incertitude ΔR_{X1} .

3 – Répéter le même travail pour la résistance R_{X2} .

4 – Mettre R_{X1} et R_{X2} en séries et déterminer la valeur de la résistance équivalente R_S ainsi que son incertitude ΔR_S . Comparer cette valeur R_S avec celle de $R_{X1} + R_{X2}$

5 – Mettre R_{X1} et R_{X2} en parallèles et déterminer la valeur de la résistance équivalente R_p ainsi que son incertitude ΔR_p . Comparer cette valeur R_p avec celle de $\frac{R_{X1} \times R_{X2}}{R_{X1} + R_{X2}}$.

6 – Puisque R_{X1} et R_{X2} sont montées en parallèle et le pont est équilibré ; mesurer I_{x1} qui circule dans R_{X1} et I_{x2} dans R_{X2} ainsi que le courant I_2 . Comparer $I_{x1} + I_{x2}$ avec celle de I_2 .

6 – Conclusion.

Étapes de travail : Faire le montage de la figure ci-dessus et équilibrer le pont comme suit : Mettre le calibre du voltmètre sur 10V et la résistance variable R_V sur zéro ohm (tous les boutons sur 0). Après vérification par l'enseignant mettre le générateur en marche, l'aiguille du voltmètre dévie. Faites varier la résistance variable en commençant par le bouton multiple de 1000 ($\times 1000 \Omega$) le plus grand sur la position n°1. Vous remarquez que l'aiguille du voltmètre diminue de déviation alors si elle a atteint le zéro Volt donc le pont est équilibré et la valeur de $R_V = 1 \times 1000 \Omega = 1000 \Omega$. Si non on regarde la valeur de $V_C - V_D$, si elle est positive alors on passe à la position n°2 du bouton pour diminuer la déviation jusqu'à atteindre zéro Volt pour lire la valeur de R_V . Si la valeur de $V_C - V_D$ est négative alors on doit revenir sur la position zéro (celle d'avant) et on passe pour le bouton suivant c'est-à-dire au bouton $\times 100$ ($\times 100 \Omega$). On répète le même travail que le bouton n°1. Ainsi de suite jusqu'au dernier bouton si c'est nécessaire.

Exemple : Équilibrer le pont et déduire R_V

Après avoir alimenté le circuit avec $R_V = 0 \Omega$ le voltmètre indique 3V. On tourne le bouton $\times 1000$ sur la position 1, l'aiguille dévie au-dessous de zéro donc cette valeur ne

convient pas on déduit que $R_V < 1000\Omega$. Il faut retourner à la position d'avant (position 0) et passer au deuxième bouton x100 à la position 1 l'aiguille dévie et indique 1 V. On passe à la position 2 l'aiguille dévie au-dessous de zéro donc cette valeur ne convient pas on déduit que $R_V < 200\Omega$. Il faut retourner à la position d'avant (position 1) et passer au troisième bouton x10, à la position 1 l'aiguille dévie et indique 0,5V donc on passe à la position 2 le voltmètre indique 0,3V, on passe à la position 3 l'aiguille dévient au-dessous de zéro. Il faut retourner sur la position 2 et passer au bouton x1. Mettre la position 1 le voltmètre indique 0,2V puis position 2 puis 3 et la position 4 le voltmètre indique zéro. Pour déduire la valeur de R_V il faut ajouter les valeurs des quatre boutons alors $R_V = 0 \times 1000 + 1 \times 100 + 2 \times 10 + 4 \times 1 = 124\Omega$.



Boite à résistance variable (R_V)

TP 4 : LOI D'OHM

I – Théorie :

Loi d'Ohm: Lorsqu'on applique différents courants I aux bornes d'une résistance quelconque, la tension U change en fonction du courant I . Si cette tension est directement proportionnelle au courant, on dit que ce dispositif, (le fil résistif ou la résistance), obéit à la loi d'Ohm.

Un matériau qui obéit à la loi d'Ohm est dit ohmique ; sinon, il est non-ohmique.

- La **caractéristique** tension-intensité d'un dipôle est le graphique qui représente l'évolution de la tension aux bornes de ce dipôle en fonction de l'intensité qui le traverse.

II – But :

- Mesurer la tension et l'intensité aux bornes d'un dipôle pour tracer sa caractéristique.
- Étudier la relation entre le **courant électrique traversant différentes composantes dans un circuit, et la tension appliquée à leurs bornes**, en regard de la loi d'Ohm.
- Utiliser un montage potentiométrique pour tracer la courbe $U = f(I)$ d'un dipôle résistif.
- Savoir interpréter et tracer une caractéristique.

III - Manipulations :

1-Matériel utilisé :

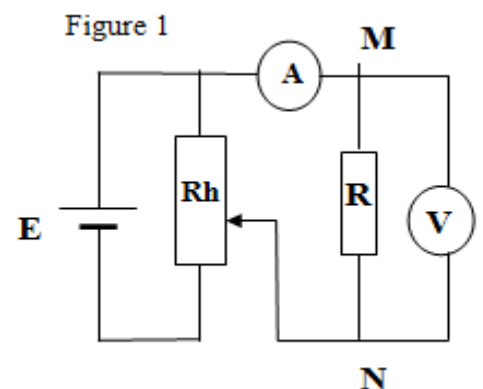
Source de tension, voltmètre analogique, ampèremètre analogique, plaquette de montage, fils de branchement, résistance, ampoule, diode et un rhéostat.

2- Caractéristique d'un élément résistif :

Réaliser le montage expérimental schématisé ci-contre : (figure 1)

Être très prudent pour l'utilisation du rhéostat.

Réalisez le montage en prenant toutes les précautions nécessaires. On branche la résistance R étudiée en série avec la résistance variable, l'ensemble directement aux bornes de l'alimentation stabilisée. Branchez le voltmètre et l'ampèremètre de façon à mesurer le courant qui traverse R et la tension aux bornes de R . Déplacez le curseur du rhéostat avec précaution (évitez le court-circuit) de manière à faire varier la tension aux bornes du dipôle résistif et complétez le tableau ci-dessous.



U (V)										
Calibre (voltmètre)										
ΔU ()										
I (A)										
Calibre (ampèremètre)										
ΔI ()										

Arrêtez la source de tension puis changez les pôles MN de telle façon que le courant électrique change de sens (opposé au sens précédent) dans le dipôle et n'oubliez pas de revenir aux calibres les plus élevés du voltmètre et de l'ampèremètre à chaque montage. Remplir le tableau.

U (V)										
I (A)										

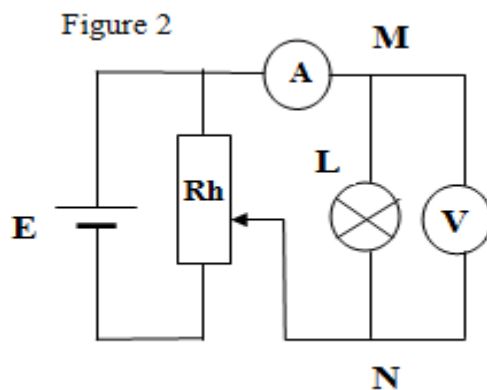
Tracez la courbe $U = f(I)$. Faire une interprétation.

Rappels : un graphe doit contenir un titre, le nom des axes et leurs unités, des axes gradués régulièrement, une échelle correcte.

3- Caractéristique d'une lampe :

Faire le montage de la figure 2

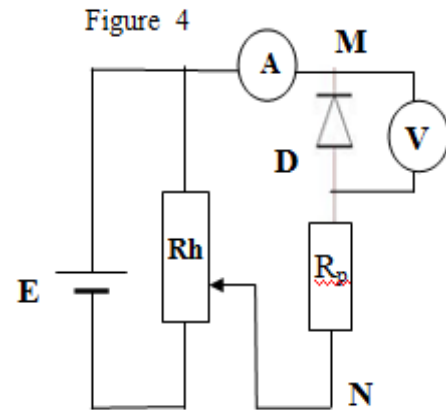
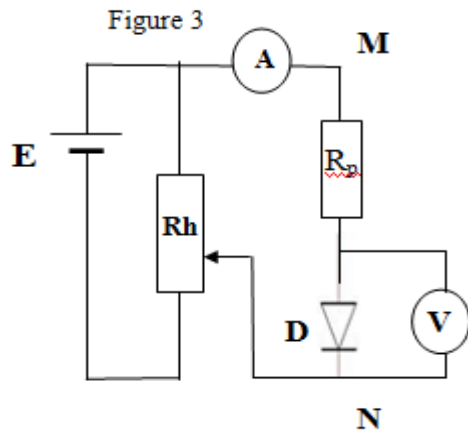
Refaire le même travail que précédemment : en remplaçant la résistance **R** par une lampe **L**.



4 - Caractéristique d'une diode :

Faire le montage de la figure 3 (sens direct) puis la figure 4 (sens inverse)

Refaire le même travail que précédemment pour ces cas sans intervertir les pôles M et N.



IV – Interprétation des caractéristiques

- Parmi les éléments étudiés, quels sont ceux qui ont une résistance constante ?
- Montrez comment varie la résistance de la lampe lorsque l'intensité augmente ?
- Pouvez-vous dire pourquoi on protège la diode en mettant une résistance R_p en série avec elle ?
- Dites comment varie la résistance de la diode en fonction de l'intensité du courant ?

TP 5 : L'oscilloscope

Objectifs :

- Apprendre à se familiariser et visualiser une tension à l'aide d'un oscilloscope.
- Réglages de tension en modes DC (courant continu) et AC (courant alternatif).
- Régler le balayage de façon à obtenir un ou deux motifs élémentaires d'une tension sinusoïdale sur l'écran de l'oscilloscope. À déterminer les caractéristiques d'un signal.
- Exploiter un GBF : générateur de signaux basse fréquence.

Introduction : En électronique ces deux appareils (GBF et Oscilloscope) sont pratiquement indispensables que soit le montage à réaliser. Il faut savoir les utiliser correctement. Il existe de nombreux types d'oscilloscopes et de GBF mais, leur utilisation suit toujours la même règle. De plus ces appareils sont reliés au montage en général par des câbles qui permettent d'éviter le parasitage des signaux visualisés.

Le matériel utilisé : Au cours de cette manipulation on a besoin de : un oscilloscope, une pile de 4,5 Volts (3 piles de 1,5 v en série), un générateur G.B.F. et deux cordons BNC.

I - Le principe fonctionnement de l'oscilloscope :

Il existe de nombreux types d'oscilloscopes et de GBF mais, même si le positionnement des différents boutons change, leur utilisation suit toujours la même règle. Nous étudierons quelques-unes des nombreuses fonctions que peut réaliser un oscilloscope.

I-1 Branchements et réglages préliminaires :

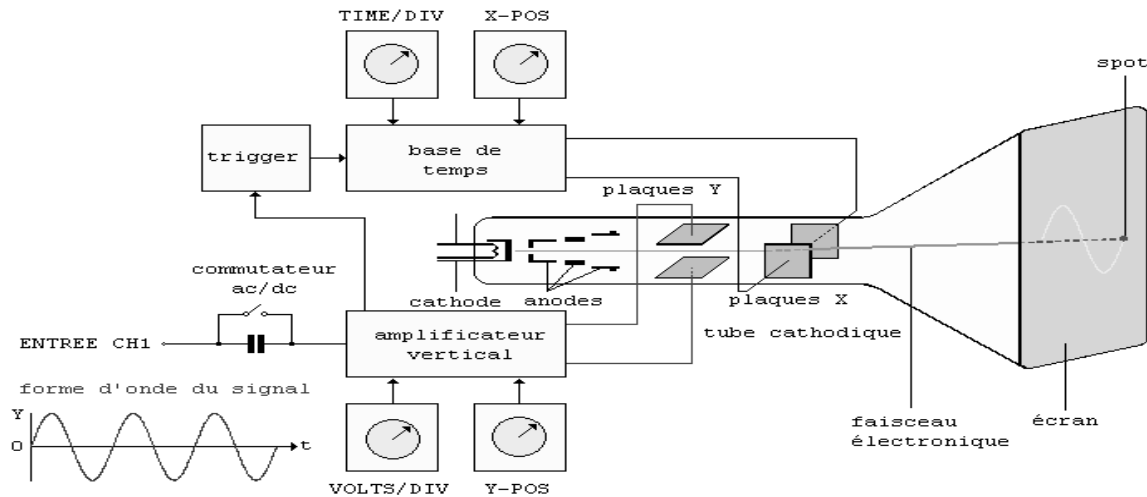
Un oscilloscope (voltmètre amélioré) est un appareil de mesure électronique qui permet de visualiser l'évolution des phénomènes électriques, qui varient en fonction du temps. Il se branche **en dérivation (en parallèle)**. On obtient une courbe appelée oscillogramme (signal obtenu sur l'écran). Il existe des oscilloscopes "simple trace", encore appelés "mono courbes", "double trace" ou "à quatre traces", permettant d'étudier simultanément un, deux ou quatre signaux. La mesure des caractéristiques d'un signal électrique est simple, car elle se fait sur un écran gradué suivant deux axes perpendiculaires :

*Un axe vertical « Y », qui détermine l'amplitude de la tension d'un signal électrique, La graduation de l'axe correspond à des **volts par centimètre**.

*Un axe horizontal «X », peut être gradué de deux façons :

- volts par division ou seconde par division

Des électrons sont émis par un canon à électrons. Ils passent entre des plaques verticales et des plaques horizontales qui vont dévier le faisceau d'électrons. Celui-ci vient ensuite frapper un écran fluorescent. L'impact du faisceau sur l'écran est appelé le spot.



I-2 Déviation horizontale : balayage

Les plaques X verticales sont soumises à une tension variable : c'est la tension de balayage. Elle a pour effet de dévier la trajectoire des électrons selon l'horizontale. La tension de balayage variant au cours du temps, le spot va se déplacer sur l'écran. La tension de balayage à la forme d'une rampe : Le spot met un certain temps à parcourir l'écran de gauche à droite (durée de balayage) puis revient très rapidement à son point de départ. La durée nécessaire à ce retour est inférieure à la persistance rétinienne : on ne le voit pas. Le déplacement horizontal x est proportionnel à la durée Δt écoulée depuis le départ du spot de la gauche de l'écran : $\Delta t = bx$ Le déplacement x s'exprime en nombre de divisions b , la durée de balayage, s'exprime en **s/div** ou en **ms/div**. (*une division vaut un cm*). La vitesse de balayage horizontal se règle grâce au bouton "durée de balayage" ou "base de temps" ou "sensibilité horizontale".

Ex : si $b=2$ ms/div, une déviation horizontale du spot de 3 divisions correspond à une durée de 6 ms.

I-3 Déviation verticale

Les plaques Y horizontales sont soumises à la tension U que l'on veut mesurer. Elles vont dévier le faisceau d'électrons selon la verticale. La déviation verticale du spot, y, est proportionnelle à la tension U appliquée à l'entrée de l'oscilloscope : $U = k \cdot y$ k s'exprime en volt par division : **V/div** ou en **mV/div** : c'est la sensibilité verticale.

Ex : si $k=2$ V/div, une déviation verticale du spot de 2 divisions correspond à une tension de 4 volts.

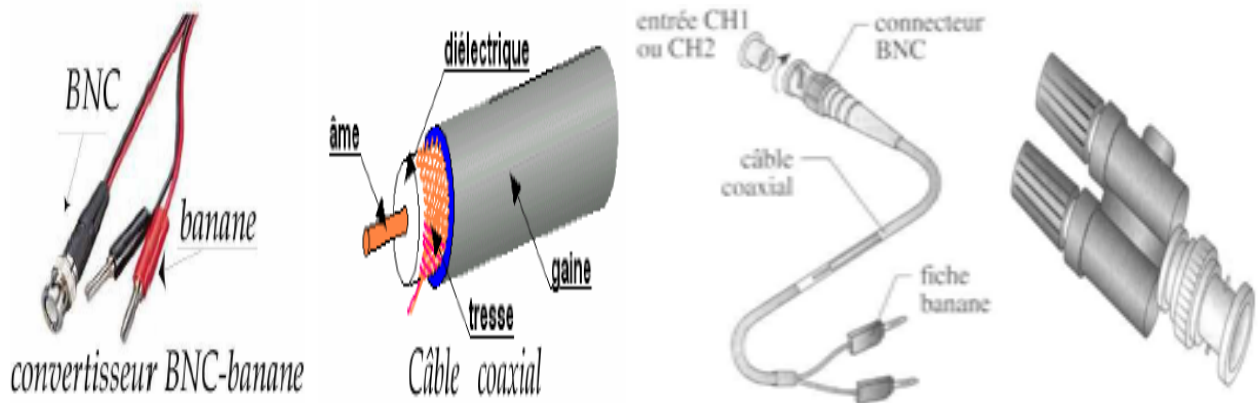
L'oscilloscope que nous allons étudier est à double voie ou bi courbe. Il permet d'observer une tension périodique sur une première entrée (voie 1 ou **CH1**) ou sur une deuxième entrée (voie 2 ou **CH2**). Pour visualiser le signal 1 ou le signal 2 ou les deux simultanément (l'un sur **CH1** et l'autre sur **CH2** par exemple), il suffit de régler convenablement le sélecteur des voies en fonction du choix à faire. Cependant, le balayage de l'axe des x est assuré par une base de temps commune aux deux voies. Un commutateur unique permet le choix de la vitesse de balayage (v qui est un temps/cm).

Avant de commencer la manipulation, il est recommandé de repérer les commutateurs les plus importants de votre oscilloscope : base de temps, sensibilité suivant y et x, sélecteur des voies, remise à zéro.

Le mode **XY (5)** : Un oscilloscope peut être utilisé pour tracer la courbe représentative d'une fonction $y = f(x)$. Dans ce cas, l'appareil est commuté en **X-Y**, c'est à dire que :

- Un signal est appliqué sur l'entrée Y
- Un deuxième signal est appliqué à l'entrée **X** : la base de temps de l'oscilloscope est inopérante. La courbe obtenue n'indique pas le temps. Cette fonction est plus rarement utilisée.

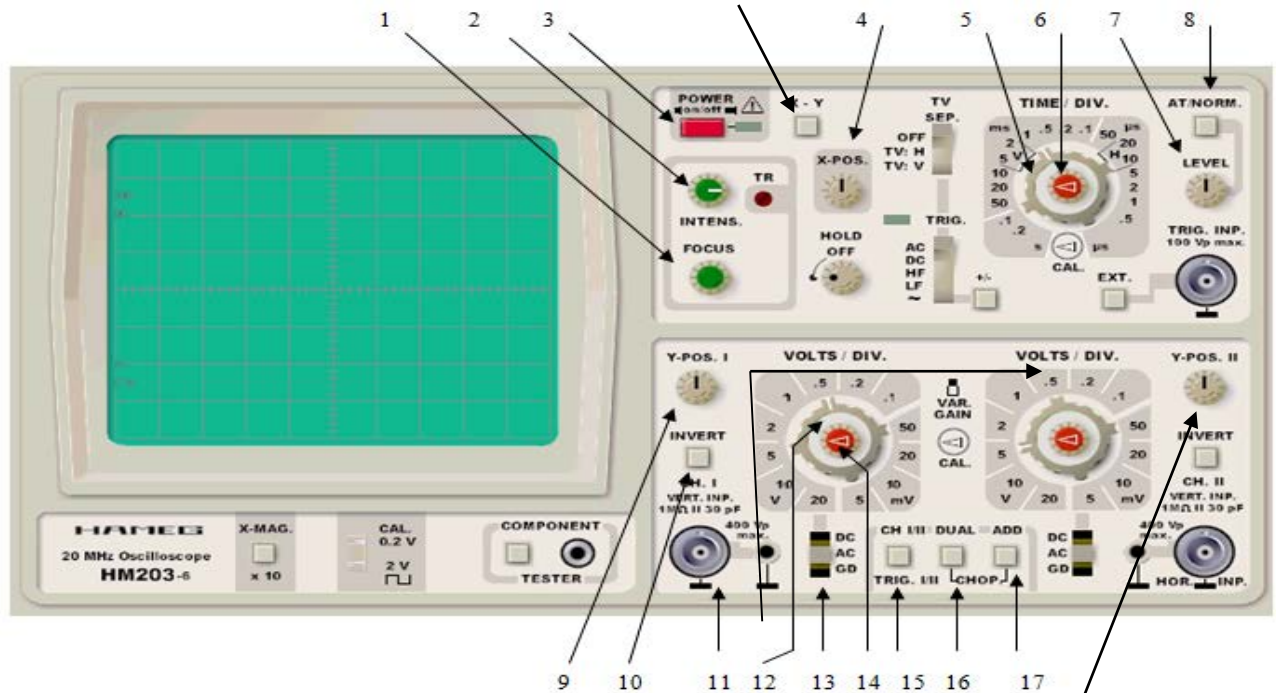
Important : les masses des deux voies sont communes, **on ne connecte qu'un seul fil de masse à l'oscilloscope.**



Connections : La plupart des appareils et composants sont des dipôles. Ils comportent deux bornes qui doivent être reliées par des connexions. Pour recueillir le signal à l'oscilloscope, on utilise un câble coaxial BNC (Binary Normalized Connector). Ce cordon BNC comporte deux conducteurs : le conducteur central relié à la borne, et la gaine, reliée à la partie extérieure de la borne. Elle correspond à la masse commune des appareils du montage. Il faut toujours veiller à une bonne liaison de masse. Les câbles de transmission de signaux doivent en principe être blindés, afin d'éviter que des signaux parasites ne viennent perturber le signal à étudier.

Schéma de l'oscilloscope

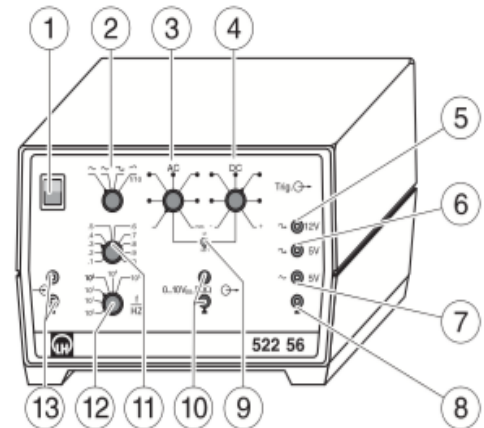
Le générateur de tension basse fréquence : G.B.F₁₈



Les boutons de 9 à 14 sont identiques pour les deux voies (CH1 et CH2)

C'est un générateur de tension alternative qui délivre des tensions sinusoïdales, en dent de scie (triangulaire), ou en créneau (carrée) de fréquence réglable. L'amplitude est ajustable. La fréquence est réglable en continu de 0,1 Hz à 10 kHz : bouton de réglage et gammes multiples de 10. La tension est délivrée à la *sortie coaxiale* (fiche BNC) impédance de sortie 50Ω.

- 1 Commutateur principal avec voyant
- 2 Commutateur sélecteur de la fonction
- 3 Atténuateur de précision de l'amplitude C.A.
- 4 Bouton de réglage de l'amplitude C.C.
- 5 Sortie de déclenchement (forme carrée) de 12 V
- 6 Sortie de déclenchement (forme carrée) de 5 V
- 7 Sortie de déclenchement (forme triangulaire)
- 8 Douille de masse commune (sans terre)
- 9 Atténuateur grossier 10 : 1 de l'amplitude totale
- 10 Sortie de la fonction réglée avec 2
- 11 Réglage de précision de la fréquence
- 12 Réglage grossier de la fréquence
- 13 Entrée pour la commande externe de la fréquence



Caractéristiques techniques

Fréquence : 0,1 Hz à 100 kHz, répartie sur 6 plages

Commande interne : Commutateur sélecteur pour les plages 10^0 , 10^1 , 10^3 , 10^2 , 10^4 , 10^5 Hz et bouton tournant sur échelle linéaire pour facteur 0,1 à 1

II – Manipulations :

1 - Mise en marche de l'oscilloscope

a - Avant la mise en marche :

Repérer, sur la face avant de l'oscilloscope, les trois "blocs" qui regroupent les boutons de commande de la voie 1 *CH I* (11), de la voie 2 *CH II* (11) et la *base de temps* (5). Vérifiez qu'aucune tension n'est appliquée sur les entrées *CH I* et *CH II*.

b - Mise en marche :

Mettre les boutons de réglage du spot *INTENS* (2) et *FOCUS* (1) en position médiane, ainsi que les boutons de cadrage vertical et horizontal (*Y-POS I* (9), *Y-POS II* (9) et *X-POS* (4)). Brancher l'appareil au secteur et allumer l'oscilloscope par le bouton *POWER* (3). Obtenant une trace en ligne (due au balayage), commutez au mode *X-Y* (18) pour visualiser un *spot*. Agir sur la commande *INTENS* et *FOCUS* pour obtenir un spot fin et "peu" lumineux. Agir sur les commandes *X-POS* (\leftrightarrow) et *Y-POS* (\updownarrow) pour déplacer et centrer le spot (sur la ligne horizontale graduée de l'écran).

Attention ! Chaque fois que l'on visualise un spot sur l'écran, il faut réduire au maximum sa luminosité (grâce au bouton **INTENS**) pour ne pas abîmer l'écran. Quand on revient au mode balayage, le signal n'est souvent plus visible, il suffit alors d'augmenter la luminosité pour que la courbe réapparaisse.

2 - Mesure de tensions continues

a - réglages préalables

Quittez le mode **X-Y** pour passer au mode balayage (**Y-t**), augmentez l'intensité pour que la trace soit visible. Vous obtenez alors une ligne continue sur l'écran. Mettre le bouton **VOLTS/DIV (12)** de **CHI** en position moyenne et "calibrée" le commutateur **VOLTS/DIV (12)** en butée droite). Mettre la vitesse de balayage (bouton **TIME/DIV(5)**) sur une position moyenne et "calibrée" le commutateur **TIME/DIV.** en butée droite).

Mettre le bouton **AC/DC (13)** sur **DC**. Mettre **HOLD OFF** en butée à gauche (position la plus fréquente). Mettre **LEVEL (7)** en position moyenne.

b - Mesure d'une tension continue de 1,5V

À l'aide d'un câble à fiches BNC-Bananes, connectez l'entrée **CHI** de l'oscilloscope aux bornes d'un générateur de tension continue (pile de $4,5V=3 \times 1,5V$) (la noire à la borne – et la rouge à la borne +). Une trace horizontale doit apparaître, sinon diminuez le calibre **VOLTS/DIV** de la voie **CHI** jusqu'à la retrouver. Régler l'intensité et la netteté du faisceau (avec **INTENS** et **FOCUS**). Faire le cadrage horizontal à l'aide du bouton **X-POS**. Se placer sur **GND (13)** de **CHI** : l'oscilloscope doit alors mesurer une tension nulle. La "trace" doit donc se situer sur la ligne centrale, qu'on prend en général comme ligne 0 Volt. Si la "trace" n'est pas bien centrée, la déplacer verticalement grâce au bouton **YPOSI**. Désactiver la commande **GND** et remettre **CHI** sur **DC**. Notez le calibre utilisé ; comptez le nombre **n** de divisions "verticales" occupées par le signal ; multipliez **n** par le calibre, déduire **U₁**.
Changer de calibre ; recomptez le nombre de divisions verticales **n**, multipliez **n** par le calibre ; la tension du signal garde-t-elle la même valeur ? Quel calibre, à votre avis, permet une meilleure précision sur la mesure ?

Inverser l'emplacement des fiches "bananes" pour le même générateur (la noire à la borne + et la rouge à la borne –). Rallumer votre alimentation, que remarquez-vous ?

Brancher le voltmètre aux bornes du même générateur (pile de $4,5V=3 \times 1,5V$) et sélectionner le calibre. Noter la valeur mesurée de la tension : U_2 . Comparez U_1 avec U_2 .

c- L'oscilloscope en mode "XY" (5) le bouton enfoncé

Mode XY : on trace une tension Y sur l'axe vertical en fonction de la tension X sur l'axe horizontal $Y=f(X)$. La courbe obtenue n'indique pas le temps. Cette fonction est plus rarement utilisée.

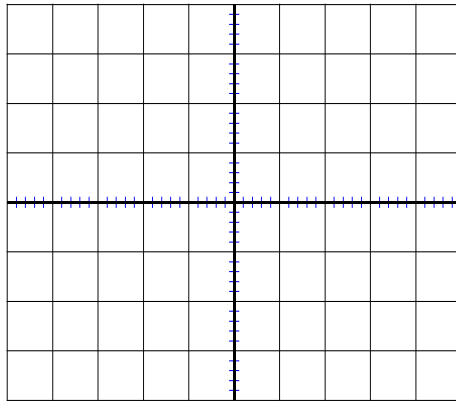
1 - Appliquer une tension continue U sur X (puis sur Y) et faites varier le gain (remplir le tableau).

U (V)	+ 1,5			-1,5		
Gain (V/cm)	0,5	1	2	0,5	1	2
X (cm)						
Y (cm)						

2 – Fixer le gain à 1,5 V/cm et faites varier la tension U (tableau). Tracer le graphe U(X) puis U(Y).

U (V)	+ 1,5	+ 3	+ 4,5	- 1,5	- 3	- 4,5
X(cm)						
Y(cm)						

3 – Appliquez une tension $U_1 = 1,5 V$ à l'entrée X et $U_2 = 3V$ à l'entrée Y pour le gain $X = \text{gain } Y = 1 V/cm$. Dessinez ces tensions visualisée sur l'écran.



Si on permute U_1 avec U_2 que remarque-t-on ?

Si on inverse la polarité de U_1 seulement que remarque-t-on ?

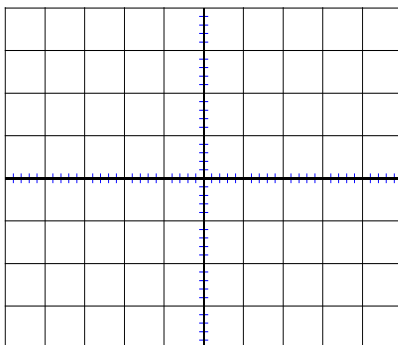
Si on inverse la polarité de U_1 et U_2 simultanément que remarque-t-on ?

3 – Mesure de tensions variables Visualisation d'un signal carré :

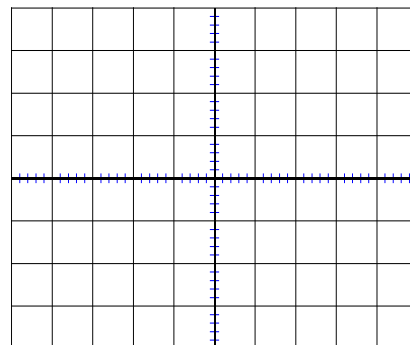
Dans cette partie, nous allons utiliser un "Générateur Basses Fréquences" (**GBF**); celui-ci peut délivrer, à diverses fréquences, des tensions. Connectez le **GBF** (par sa sortie **OUTPUT 50**) à la voie **CHI (puis CHII)** de l'oscilloscope, par un câble à fiches **BNC**. Allumer le **GBF** (en enfonçant le bouton); réglez le **GBF** pour qu'il délivre un signal **carré** de fréquence f . Actionnez le mode **DC** de l'oscilloscope. En mode "**XY**" dessinez la position du spot lumineux pour chaque cas.

a – Pour $f=5\text{Hz}$

Entrée X



Entrée Y

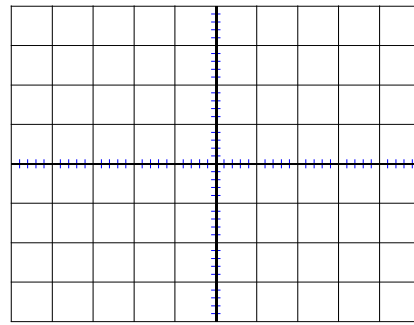
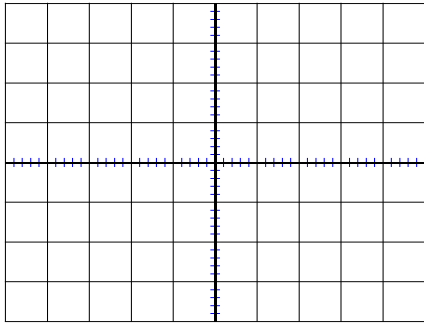


– Pour $f = 200 \text{ Hz}$ mettez le bouton du générateur à fond à droite et mesurez son amplitude.

b – Appliquez une tension carré simultanément sur X et sur Y puis dessinez la position du spot pour :

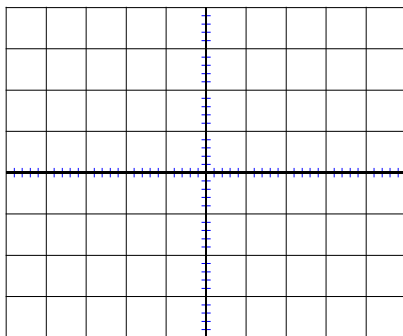
$f = 5 \text{ Hz}$ Gain (X) =

$f = 200 \text{ Hz}$ Gain (Y) =



c – Illustrez la position du spot lumineux pour $f = 150 \text{ Hz}$

Gain X = ou Gain Y =



6 – Appliquez une tension sinusoïdale sur X (puis sur Y) en décrivant le mouvement du spot lumineux pour $f = 5 \text{ Hz}$ et pour $f = 200 \text{ Hz}$

7 – Mettre le bouton amplitude du générateur à fond vers la droite. Mesurez U_m la tension maximale de sortie. Gain X ou Y = $U_m = U_{\max} = \dots\dots$

8 – Appliquez le signal sur X et Y. Décrivez le mouvement du spot pour $f = 5 \text{ Hz}$ et pour $f = 200 \text{ Hz}$

9 – Appliquez une tension sinusoïdale sur X et une tension continue de 4,5 V sur Y: décrivez le mouvement du spot. Faites le travail inverse : tension continue sur X et tension sinusoïdale sur Y.

III - Conclusion : Intérêts de l'oscilloscope :