



Faculté des Sciences de Gabès

Département de Physique

Initiation à la démarche expérimentale

Module « **activités pratiques** »

LPH3 –semestre 1

A.U. 2021-2022

Kamel Khirouni

Département de Physique

1- Démarche expérimentale

La physique est une science expérimentale ou on part de l'expérience, on relève les observations puis on établit des lois (qui permettent de prévoir l'évolution des systèmes).

But des travaux pratiques

Illustration expérimentales des théories

Utilisation des différents appareils et instruments

La découverte d'un phénomène, loi,

Initiation à la démarche expérimentale,

Etapes de la démarche expérimentale

Préparation théorique, réalisation de l'expérience, l'observation, l'explication et l'interprétation et la rédaction du rapport

Préparation théorique

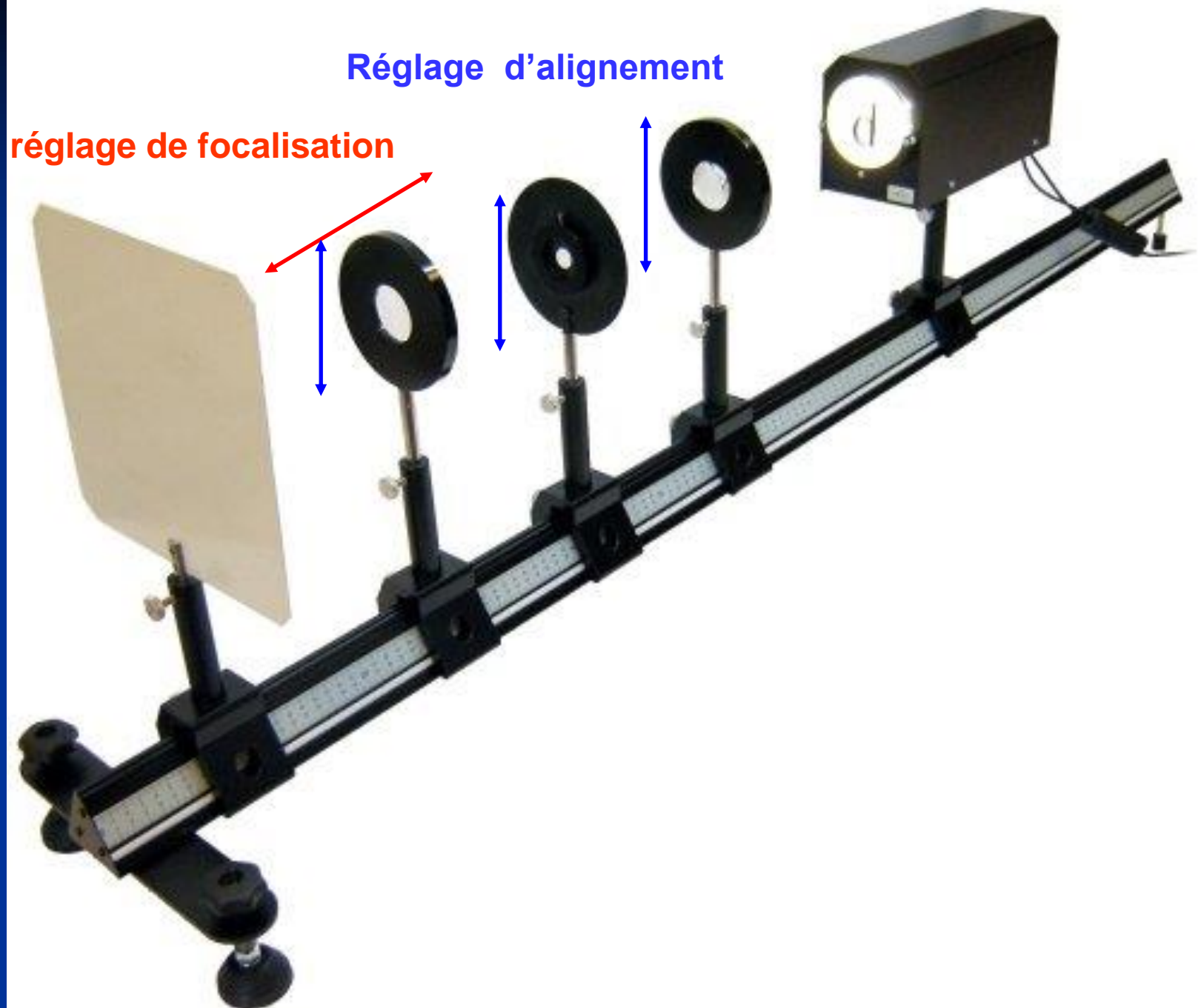
- Ressortir les relations cause à effet entre les grandeurs
- Evaluer les ordres de grandeurs
- Lire la documentation pour savoir utiliser les appareils

Réalisation de l'expérience

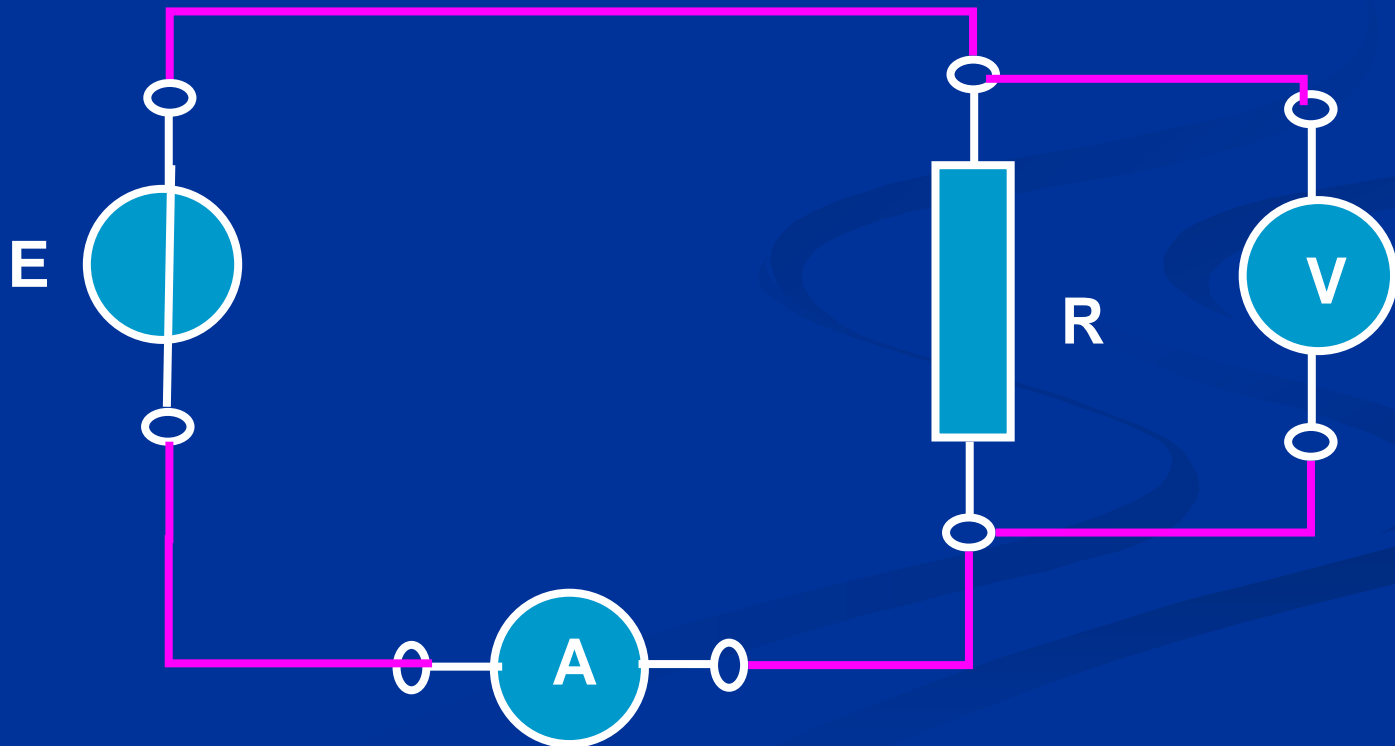
- Identification des appareils et des instruments
- Savoir comment mettre en marche et arrêter ces instruments
- Faire le montage expérimental

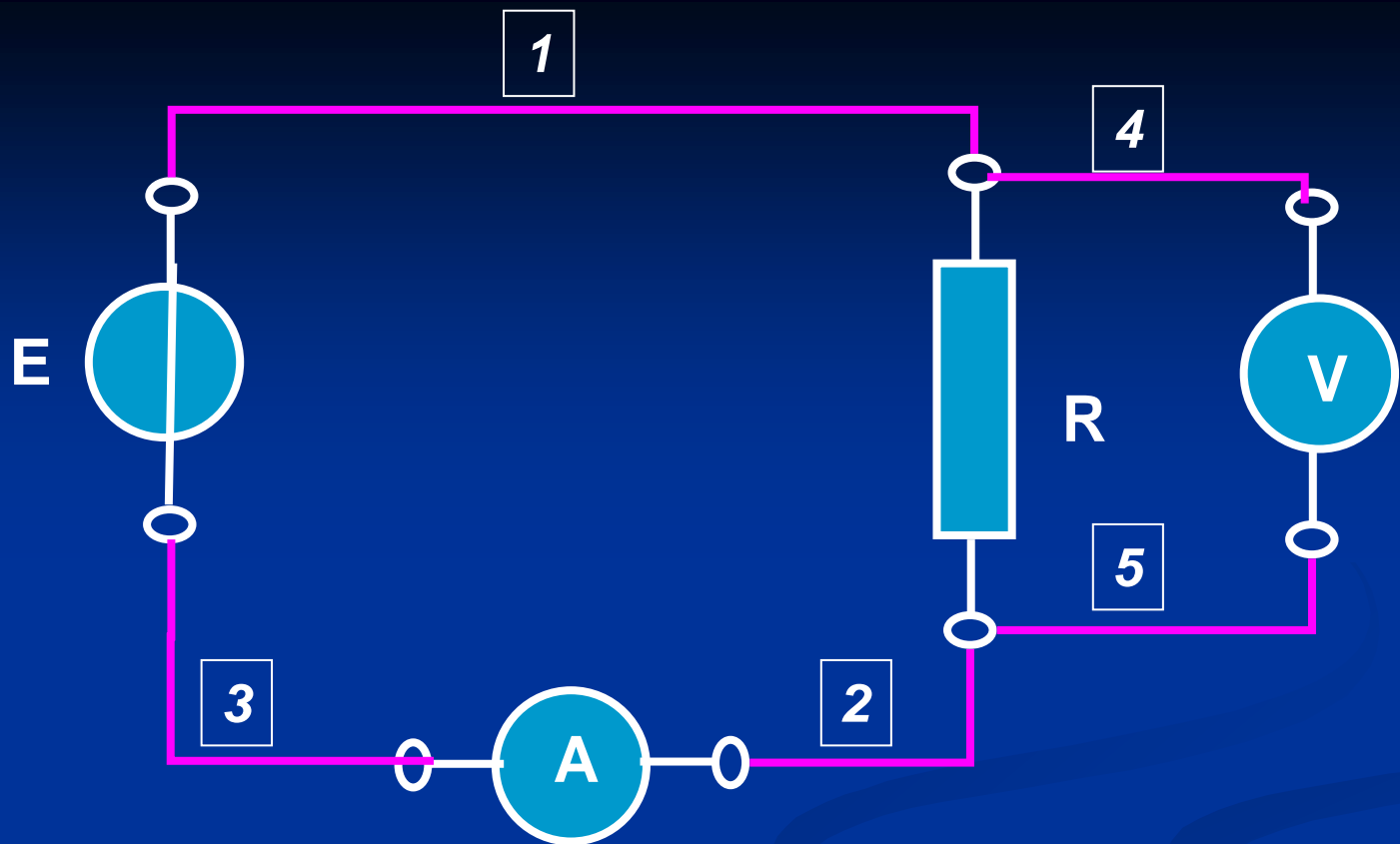


Choisir une position adéquate et stable pour chaque appareil
Pour les montages optique s'assurer de la propreté des surfaces réfractrices ou réfléchissantes. Le réglage se fait soit par alignement soit par focalisation.



➤ Pour les montages électriques on commence par choisir les positions des appareils. On réalise le câblage maille par maille: on branche les éléments qui sont en série et on termine par les éléments qui sont en parallèle





Relever les mesures d'une manière critique

Essayer de prendre les valeurs extrêmes et de représenter simultanément

Observation

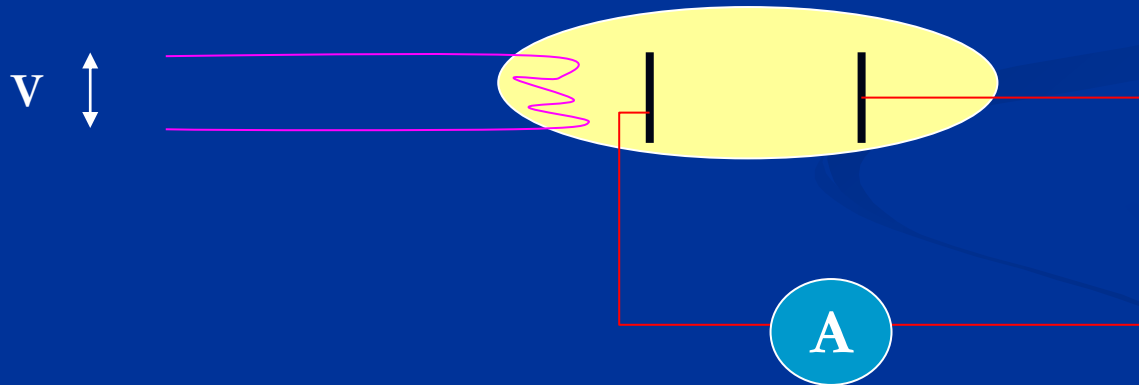
Au cours de l'expérience, on note toutes les observations qui sont liées à l'expérience. La notation doit être claire, compréhensible et succincte.

Interprétation

Comparaison entre les valeurs expérimentales et théoriques

Expliquer les écarts et leur trouver une origine Physique

Trouver l'origine physique de l'évolution



Eviter de faire une description

Compte rendu

- Introduction
- Techniques expérimentales
- Résultats
- Discussion
- conclusion

Eviter de donner ce qui est connu

Évaluation des incertitudes sur les résultats

Mesures expérimentales \longrightarrow Erreurs

Grandeur physique $G \longrightarrow G_m$: valeur mesurée
 G_e : valeur exacte

Erreur de mesure: $e = G_e - G_m$

G_e non connue $\longrightarrow e$ non connue $\longrightarrow \Delta G$: incertitude absolue
(estimation de e_{\max})

$\frac{\Delta G}{G_m}$ (%): Incertitude relative

Ecriture d'une mesure: $G = (G_m \pm \Delta G)$ (unité)

Nombre de chiffres significatifs:

6036.5	403.4 ou 1.820×10^2	18.0	18	0.24	0.01
5 c.s.	4 c.s.	3 c.s.	2 c.s.	2 c.s.	1 c.s.

Origine des incertitudes:

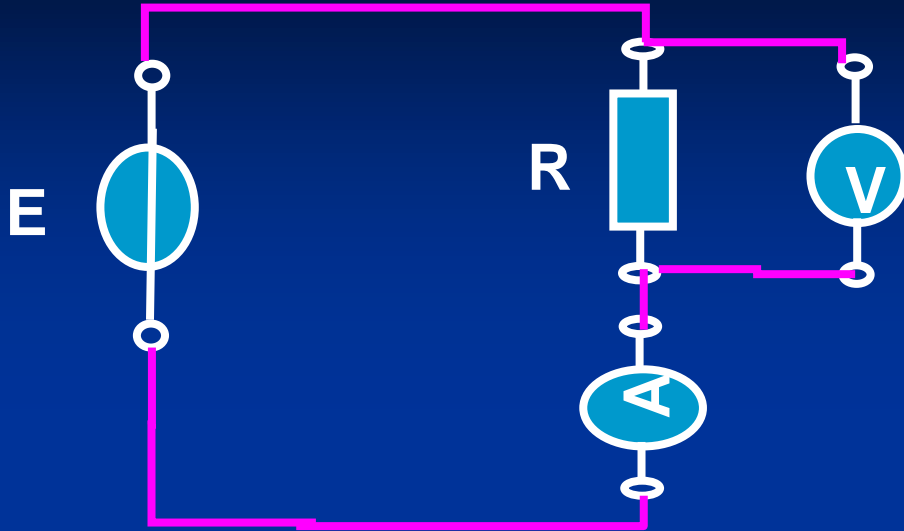
lecture,
réglage,
appareil
méthode.

Calcul des incertitudes:

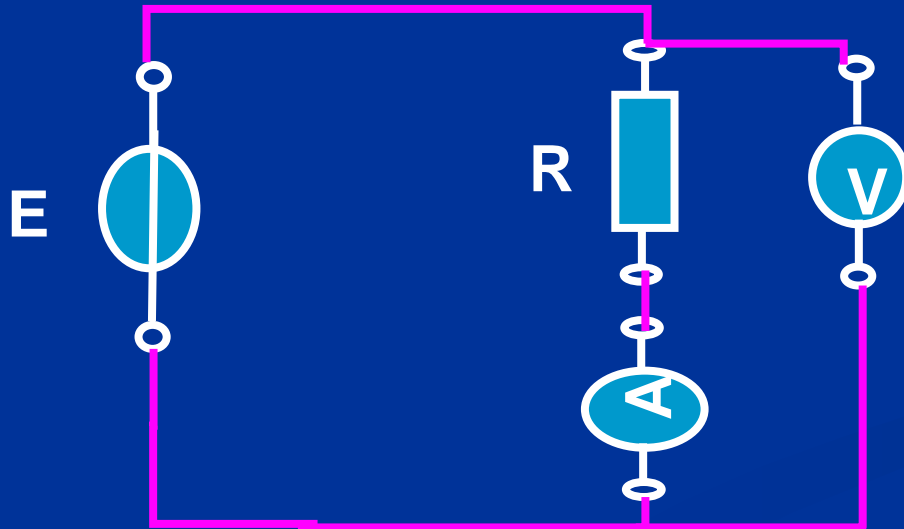
Mesure directe

$$\Delta G = \Delta G_{\text{méthode}} + \Delta G_{\text{appareil}} + \Delta G_{\text{réglage}} + \Delta G_{\text{lecture}}$$

Incertitude de méthode



On mesure la vraie tension aux bornes de la résistance et l'intensité totale (traversée par la résistance et le voltmètre)



On mesure la vraie intensité de courant traversant la résistance et la tension totale (aux bornes de la résistance et du voltmètre)



On peut estimer l'incertitude de lecture à $\frac{1}{4}$ division sur cette échelle

On peut estimer l'incertitude de lecture à $\frac{1}{2}$ division sur cette échelle

L'incertitude de lecture sur un appareil à affichage numérique est égale au dernier digit suivi de l'unité

L'incertitude de réglage est la plus petite variation de la cause qui provoque un effet détectable

Mesure indirecte: Calcul différentiel

Si $G = f(x, y, \dots)$, on procède par calcul différentiel.

1- on calcule $\text{Log}G = \text{Log}(f(x, y, \dots))$

2- on calcule la différentielle logarithmique $d(\text{Log}G) = dG/G$

3- on regroupe les termes en facteur de dx, dy, \dots

4- on remplace les d par Δ et on prend les valeurs absolues de chaque facteur.

$$\clubsuit \quad G = e^x + e^{-2x}$$

$$G = e^x + e^{-2x}$$

$$\text{Log} G = \text{Log}(e^x + e^{-2x})$$

$$\begin{aligned} \frac{dG}{G} &= \frac{d(e^x + e^{-2x})}{e^x + e^{-2x}} \\ &= \frac{e^x dx}{e^x + e^{-2x}} - \frac{2e^{-2x} dy}{e^x + e^{-2x}} \\ &= \left(\frac{e^x - 2e^{-2x}}{e^x + e^{-2x}} \right) dx \end{aligned}$$

$$\frac{\Delta G}{G} = \left| \frac{e^x - 2e^{-2x}}{e^x + e^{-2x}} \right| \Delta x$$

$$\Delta G = \left| e^x - 2e^{-2x} \right| \Delta x$$

♣ $G = e^x + e^{-2y}$

$$G = e^x + e^{-2y}$$

$$\text{Log}G = \text{Log}(e^x + e^{-2y})$$

$$\frac{dG}{G} = \frac{d(e^x + e^{-2y})}{e^x + e^{-2y}}$$

$$= \frac{e^x dx}{e^x + e^{-2y}} - \frac{2e^{-2y} dy}{e^x + e^{-2y}}$$

$$\frac{\Delta G}{G} = \frac{e^x \Delta x}{e^x + e^{-2y}} + \frac{2e^{-2y} \Delta y}{e^x + e^{-2y}}$$

$$\Delta G = e^x \Delta x + 2e^{-2y} \Delta y$$

Représentation Graphique

La représentation graphique

- est une aide visuelle qui permet de mettre en évidence l'évolution d'une grandeur en fonction d'une autre.
- permet de déterminer une grandeur physique (généralement la pente d'une droite ou de l'intersection de deux courbes).
- permet d'établir une relation (de proportionnalité le plus souvent) entre deux grandeurs.



Maximum de soin pour la représentation Graphique

Choix de l'échelle

Règle prioritaire :

On doit pouvoir lire rapidement et facilement les coordonnées d'un point quelconque sur le graphique

Règle secondaire

Les points expérimentaux doivent être répartis sur la plus grande partie de la surface disponible

Exemple

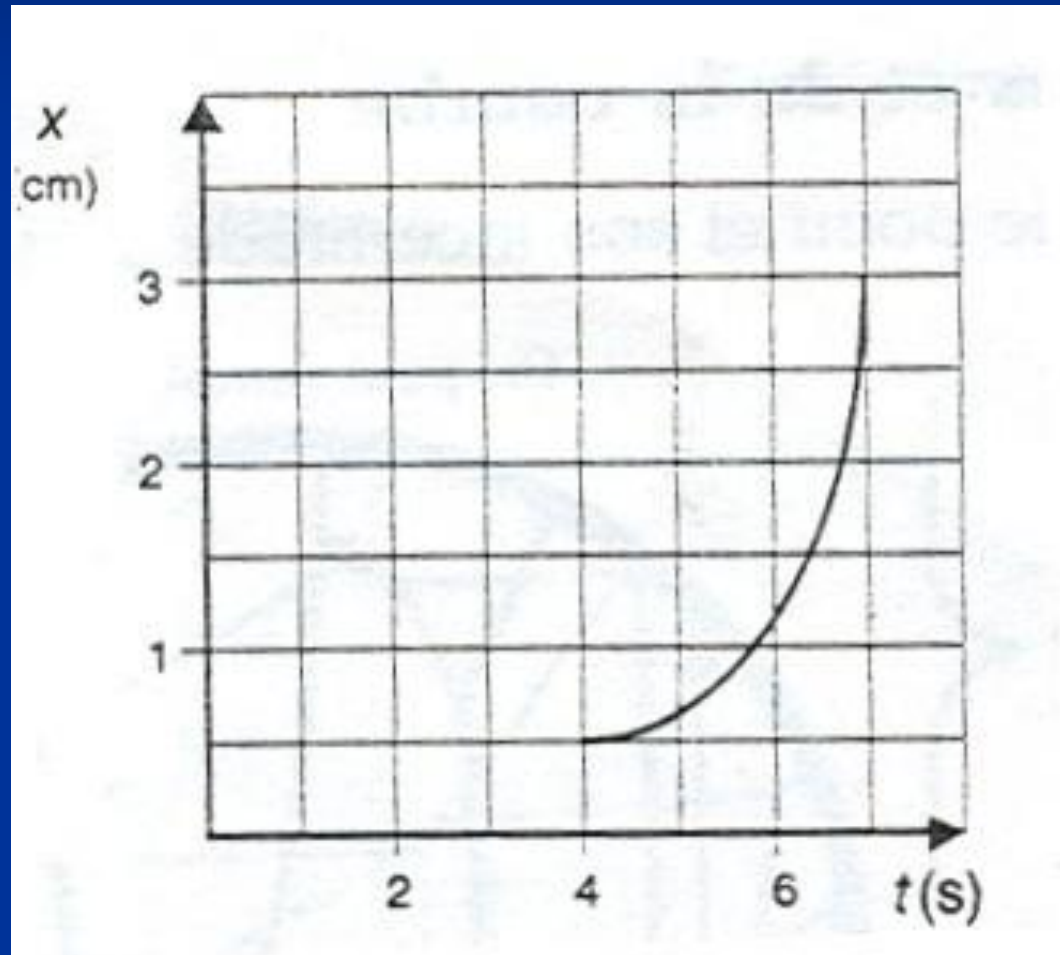
V varie de 0.1 V à 16 V et on a une longueur $L=10\text{cm}$ pour

Représenter ces valeurs

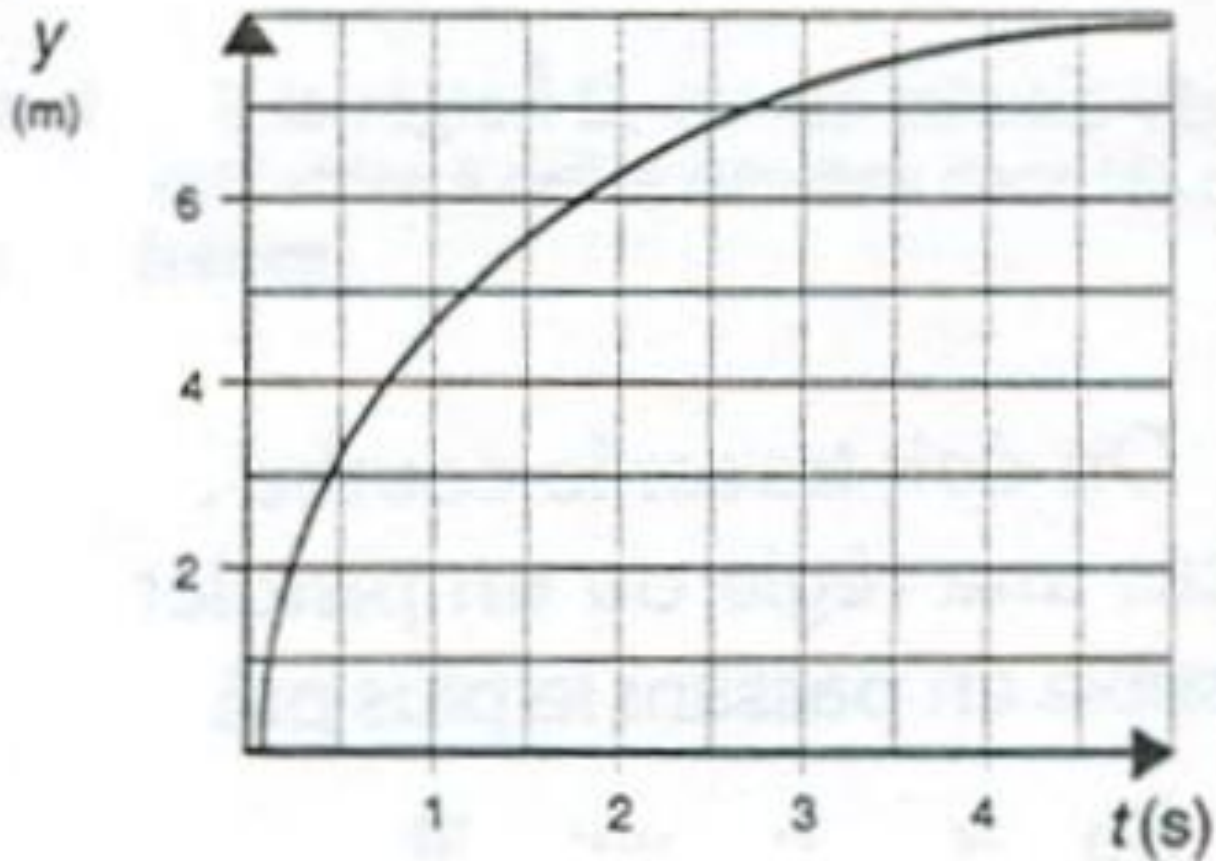
$$E = (16 - 0.1) / 10 \sim 1.6\text{V/cm}$$

On choisit une échelle de 2V/cm

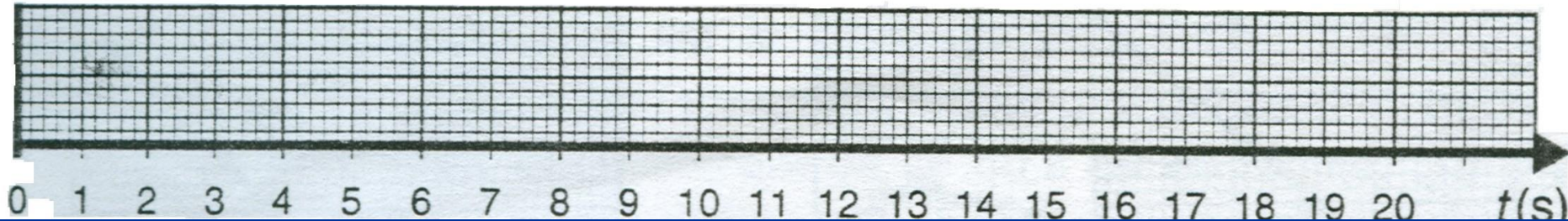
Mauvaise utilisation l'espace



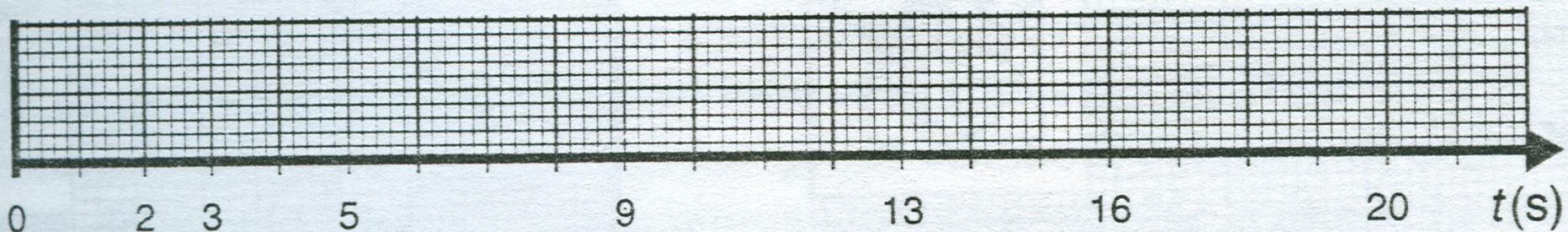
Utilisation optimale de l'espace



Exemples à ne pas suivre

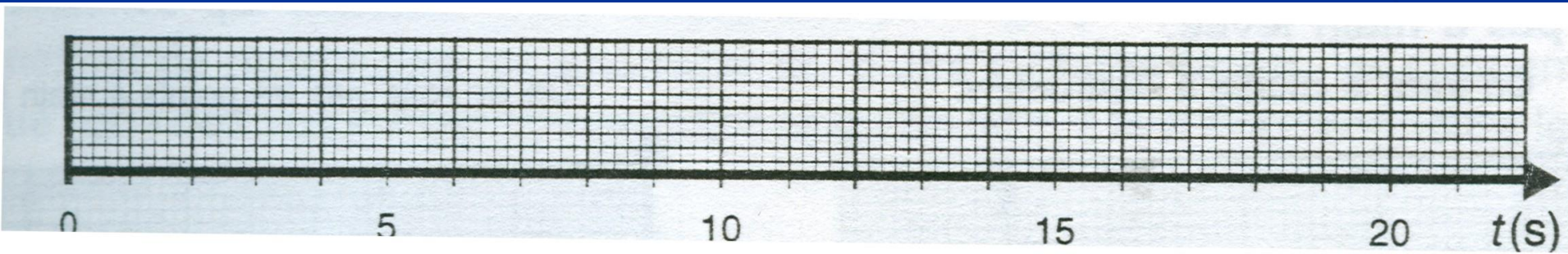


La graduation est surchargée de chiffres



La graduation n'est pas à intervalles réguliers

Exemple à suivre



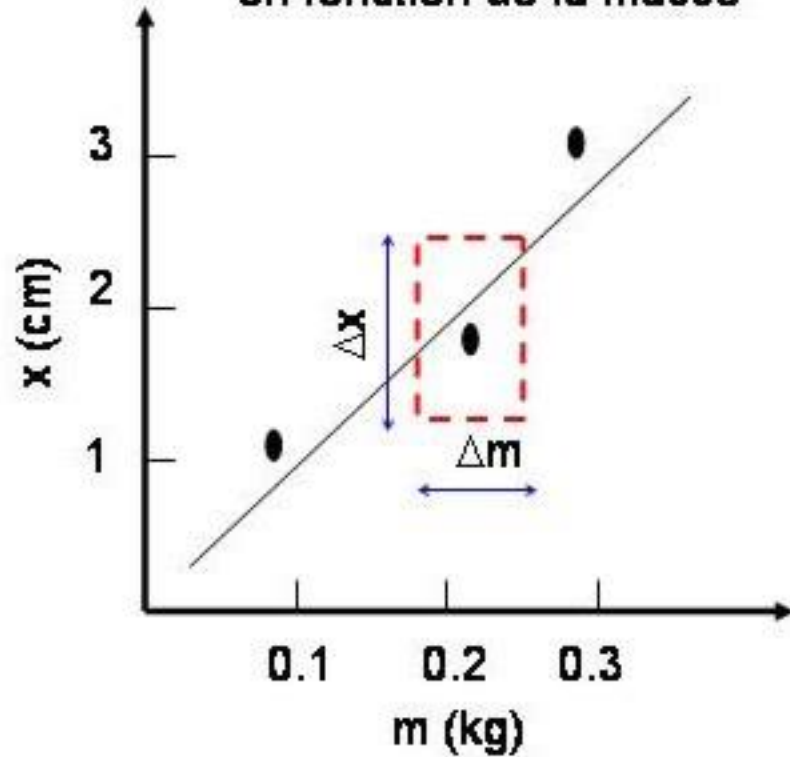
Recommandations pour la réalisation d'une représentation graphique

Le but d'une représentation graphique est de donner un aperçu visuel sur les résultats. Il faut donc qu'elle soit la plus claire possible. Les règles suivantes permettent d'atteindre cet objectif.

- **Attribuer un titre clair et significatif au graphique.**
- Ecrire la grandeur et l'unité sur chaque axe.
- **Graduer les axes de telle façon que la lecture des coordonnées de chaque point soit facile. Il n'est pas nécessaire d'indiquer la valeur sous chaque graduation.**
- Représenter chaque point en utilisant des symboles clairs (\blacktriangle , \square , \bullet , \times ,)
- **Tracer la courbe (dont l'allure est déduite de l'étude théorique) la plus régulière possible et qui passe le plus près possible des points expérimentaux. Il ne faut pas relier les points entre eux par des segments de droite.**
- Les notations sur la représentation graphique doivent être lisibles, sans la charger inutilement et ne doivent pas masquer la courbe.

Barres d'erreurs

Allongement du ressort R_1
en fonction de la masse



Allongement du ressort R_1
en fonction de la masse

