

Niveau : 2nde C

THEME 1 : MECANIQUE

LEÇON 1 : LE MOUVEMENT

Durée : 6 heures

HABILETES	CONTENUS
Montrer	le caractère relatif du mouvement d'un point matériel.
Définir	<ul style="list-style-type: none"> • un référentiel. • un repère d'espace. • un repère de temps. • le vecteur – position d'un point matériel.
Repérer	quelques points dans un repère convenablement choisi.
Définir	<ul style="list-style-type: none"> • la trajectoire d'un point matériel. • la vitesse moyenne. • la vitesse instantanée. • le vecteur-vitesse.
Déterminer	les caractéristiques du vecteur –vitesse.
Représenter	le vecteur –vitesse.
Déterminer	la nature d'un mouvement : - mouvement rectiligne uniforme ; - mouvement rectiligne uniformément varié ; - mouvement circulaire uniforme.

<p><u>MATERIELS PAR POSTE DE TRAVAIL</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • • • • • 	<p><u>SUPPORTS DIDACTIQUES :</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Schémas sur polycopies - Fiche TD - -
	<p><u>BIBLIOGRAPHIE :</u></p> <p>Eurin-gié, Arex, Internet, Guides et programmes</p>
<p><u>PRE-REQUIS :</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - vitesse moyenne - - 	<p><u>VOCABULAIRE SPECIFIQUE :</u></p> <p>Référentiel – repère – vecteur position – vitesse moyenne – vitesse instantanée – vecteur-vitesse – mru – mruv – mcu</p>
<p><u>STRATEGIES DE TRAVAIL ET CONSIGNES PARTICULIERES</u></p>	

PLAN DU COURS

1. RELATIVITE DU MOUVEMENT

- 1.1. Exemple
- 1.2. Référentiel

2. REPERAGE D'UN POINT MOBILE

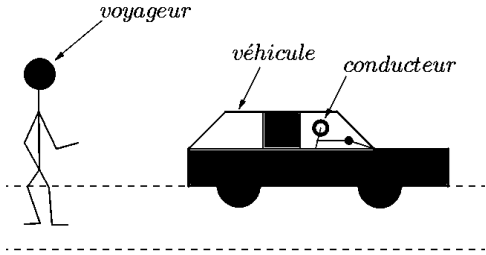
- 2.1. Point mobile
- 2.2. Repères
- 2.3. Vecteur-position d'un point mobile
- 2.4. Trajectoire d'un point mobile

3. VITESSE D'UN POINT MOBILE

- 3.1. Vitesse moyenne
- 3.2. Vitesse instantanée
- 2.3. Vecteur-vitesse

4. QUELQUES TYPES DE MOUVEMENT

- 4.1. Dispositif expérimental
- 4.2. Etude du document n°1 :
 - 4.2.1. Nature du mouvement
 - 4.2.2. Vecteurs vitesses
 - 4.2.3. Conclusion
- 4.3. Etude du document n°6 :
 - 4.3.1. Nature du mouvement
 - 4.3.2. Vecteurs vitesses
 - 4.3.3. Conclusion
- 4.4. Etude du document n°4 :
 - 4.4.1. Nature du mouvement
 - 4.4.2. Vecteurs vitesses
 - 4.4.3. Conclusion

Moments didactiques/ Durée	Stratégies pédagogiques	Activités Professeur	Activité élèves	Trace écrite	
Présentation	Questions-réponses	Rappels/pré requis	Les élèves répondent aux questions	LE MOUVEMENT	
				<p style="text-align: center;"><u>Situation d'apprentissage</u></p> <p>De retour des grandes vacances, Mory, élèves en classe de seconde C voyage abord d'un mini car avec son grand frère. Les deux sont assis juste à côté du conducteur. Mory constate que l'aiguille d'un des compteurs du tableau de bord du véhicule se déplace quand le véhicule est en mouvement et s'arrête quand il stationne. Curieux, il interroge son grand frère. Celui-ci lui explique que cette aiguille indique la vitesse instantanée du véhicule.</p> <p>Arrivé à l'école, Mory décide avec l'aide de ses camarades de définir la vitesse moyenne et la vitesse instantanée en vue de les différencier.</p> <p>1. <u>RELATIVITE DU MOUVEMENT</u></p> <p>1.1. <u>Exemple</u></p> <p>On considère la figure suivante (le voyageur est immobile) :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Par rapport au véhicule, le conducteur est au repos. • Par rapport au voyageur, le conducteur est en mouvement. <p>Le mouvement est donc relatif à l'objet de référence choisi.</p> <div style="text-align: right;">  </div>	

1.2. Référentiel

Le référentiel est donc un solide indéformable par rapport auquel on décrit le mouvement d'un objet.

Exemples de référentiels :

- Le *référentiel de Copernic* (ou référentiel héliocentrique) : permet l'étude des astres du système solaire.
- Le *référentiel géocentrique* : permet l'étude des satellites de la terre.
- Le *référentiel terrestre* : pour les études mécaniques effectuées dans les laboratoires à partir du sol.

2. REPERAGE D'UN POINT MOBILE

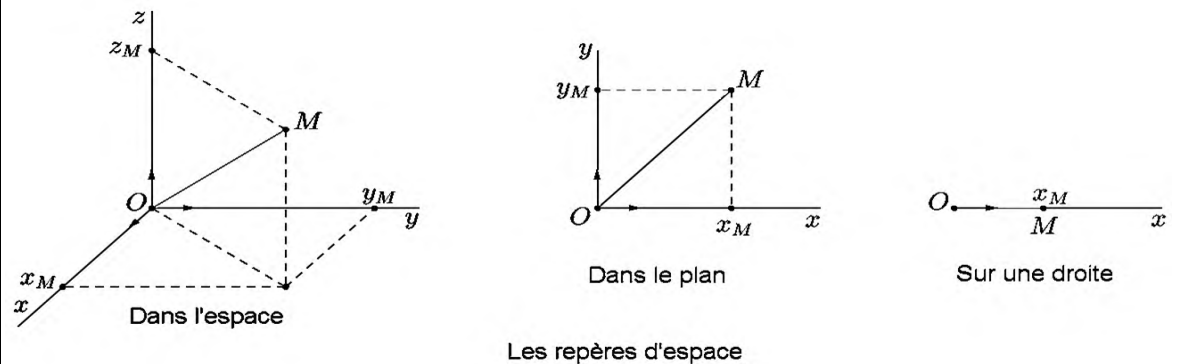
2.1. Point mobile

Tout objet en mouvement est appelé objet mobile et peut, en fonction de ses dimensions, être assimilé à un point appelé point mobile.

2.2. Repères

2.2.1. *Repère d'espace*

C'est un repère lié au référentiel et qui permet de définir la position du mobile par ses coordonnées. Il est en général orthonormé.



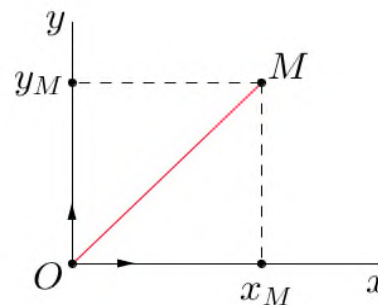
2.2.2. Repère de temps

Ce repère permet d'associer à chaque position une date. Il est défini par :

- Un instant initial, choisi arbitrairement, comme origine des dates ($t = 0$),
- Une unité de date. L'unité légale est la seconde (s).

2.3. Vecteur-position d'un point mobile

Soit M la position d'un point mobile à une date t.

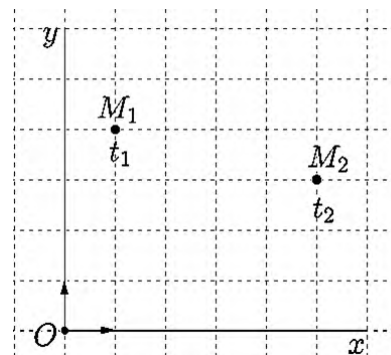


Le vecteur \overrightarrow{OM} est appelé vecteur-position du point mobile à la date t.

$$\text{On a : } \overrightarrow{OM} = x\vec{i} + y\vec{j}$$

Soit \overrightarrow{OM}_1 et \overrightarrow{OM}_2 les vecteur-positions d'un point mobile respectivement aux dates t_1 et t_2 .
On appelle vecteur déplacement du mobile le vecteur : $\overrightarrow{M_1M_2} = \overrightarrow{OM}_2 - \overrightarrow{OM}_1$

Activité d'application 1



- 1- Donner les coordonnées du point mobile aux différentes dates.
- 2- Exprimer, à chaque instant son vecteur-position.
- 3- En déduire l'expression du vecteur déplacement $\overrightarrow{M_1M_2}$

2.5. Trajectoire d'un point mobile

La trajectoire est l'ensemble des positions successivement prises par le point mobile au cours de son mouvement. C'est donc la figure décrite par le mobile lors de son mouvement. Elle dépend donc du référentiel.

La trajectoire d'un mobile peut être :

- Rectiligne (une droite)
- Circulaire (un cercle)
- Curviligne (une courbe quelconque).

3. VITESSE D'UN POINT MOBILE

3.1. Vitesse moyenne

La vitesse moyenne est le quotient de la distance parcourue par la durée mise pour la parcourir.

$$V_m = \frac{d}{\Delta t} = \frac{d}{t_2 - t_1} \quad \left| \begin{array}{l} d(m) \\ \Delta t(s) \\ V_m(m.s^{-1}) \end{array} \right.$$

NB : On note : $m.s^{-1}$ ou m/s

Remarque : on a : $v(m.s^{-1}) = \frac{v(km.h^{-1})}{3,6}$ et $v(km.h^{-1}) = v(m.s^{-1}) \times 3,6$

Activité d'application 2

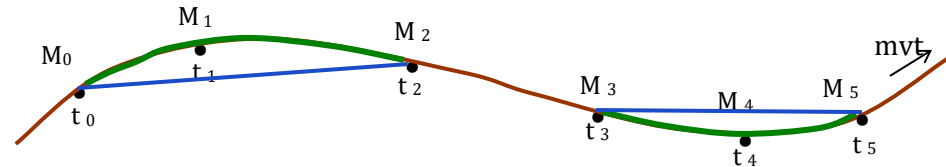
Un automobiliste effectue le trajet Bonon-Daloa, long de 45 km en 50 min. Calculer sa vitesse moyenne en $m.s^{-1}$ puis en $km.h^{-1}$.

3.2. Vitesse instantanée

La vitesse instantanée est la vitesse à un instant précis (t). On la note $V(t)$. Elle se lit sur les compteurs des véhicules.

On la calcule comme étant la vitesse moyenne entre deux instants très proches encadrant l'instant (t_i) en question :

$$V(t_i) = \frac{M_{i-1}M_{i+1}}{t_{i+1} - t_{i-1}}$$

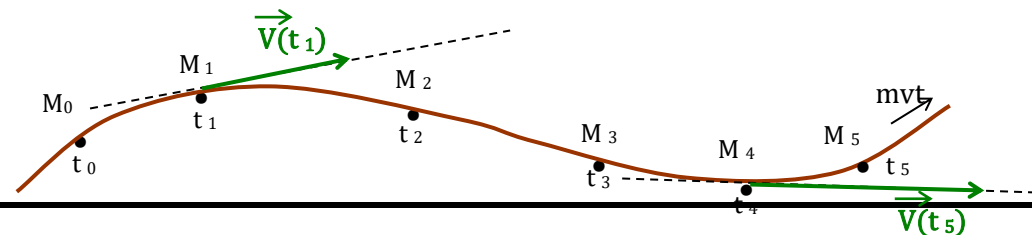


$$\text{Ainsi on a : } V_1 = \frac{M_1M_2}{t_2-t_1} \quad \text{et} \quad V_4 = \frac{M_3M_5}{t_5-t_3}$$

3.3. Vecteur-vitesse

A chaque vitesse instantanée $V(t)$, on associe un vecteur appelé **vecteur vitesse** $\vec{V}(t)$ dont les caractéristiques sont :

- le point d'application : la position du mobile à la date t .
- la direction : la tangente à la trajectoire ;
- le sens : celui du mouvement.
- la valeur : valeur positive de la vitesse instantanée $V(t) = \|\vec{V}(t)\|$



Selon la manière dont varie la vitesse du mobile, on distingue deux types de mouvements

- Si la vitesse est constante, le mouvement est dit uniforme.
- Si la vitesse varie, le mouvement est dit varié.

Remarque

Sur un enregistrement, les différentes positions du point mobile sont indiquées à intervalle de temps réguliers égaux à τ . Ainsi $t_{i+1} - t_{i-1} = 2\tau$. On obtient alors :

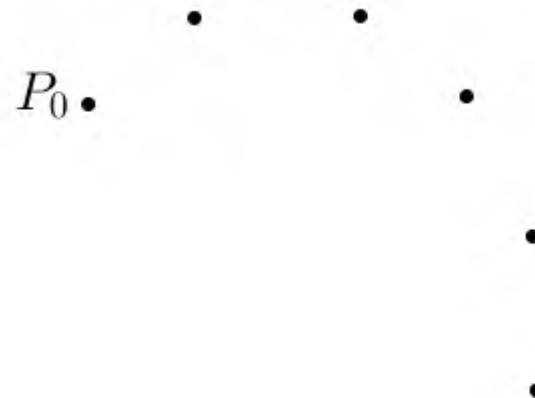
$$\text{Vecteur vitesse : } \overrightarrow{V(t_i)} = \frac{\overrightarrow{M_{i-1}M_{i+1}}}{2\tau}$$

$$\text{Valeur du vecteur vitesse : } V(t_i) = \frac{M_{i-1}M_{i+1}}{2\tau}$$

Activité d'application 3

Le document ci-dessous indique les différentes positions d'un point mobile P à l'échelle 1/2. On donne : $\tau = 50$ ms (1ms = 0,001 s).

- 1- Numérote les différentes positions du mobile.
- 2- Détermine les valeurs des vecteurs vitesses du mobile aux dates : t_1 et t_3 .
- 3- Représenter ces vecteurs vitesses à l'échelle : 1cm pour 0,2 m/s.



4. QUELQUES TYPES DE MOUVEMENT

4.1. Dispositif expérimental

Les documents sont obtenus sur une table à coussin d'air à l'échelle 1.

Les différentes positions de la trajectoire du palet sont relevées à intervalles réguliers de temps τ .

Pour donner la nature du mouvement du système, il faut indiquer son type de trajectoire (rectiligne ou circulaire) et l'évolution de sa vitesse (uniforme ou varié).

4.2. Etude du document n°1

• • • • • • • • • •

4.2.1. Nature du mouvement

Les points sont alignés et équidistants : le mouvement du mobile A est **rectiligne uniforme**.

4.2.2. Vecteurs vitesses

➤ Calculons les vitesses instantanées aux dates t_2 , t_6 et t_{10} .

$$V_2 = \frac{A_1 A_3}{t_3 - t_1} = \frac{A_1 A_3}{2\tau} = \frac{3 \cdot 10^{-2}}{60 \cdot 10^{-3}} = 0,5 \text{ m.s}^{-1}$$

$$V_6 = \frac{A_5 A_7}{t_7 - t_5} = \frac{A_5 A_7}{2\tau} = \frac{3 \cdot 10^{-2}}{60 \cdot 10^{-3}} = 0,5 \text{ m.s}^{-1}$$

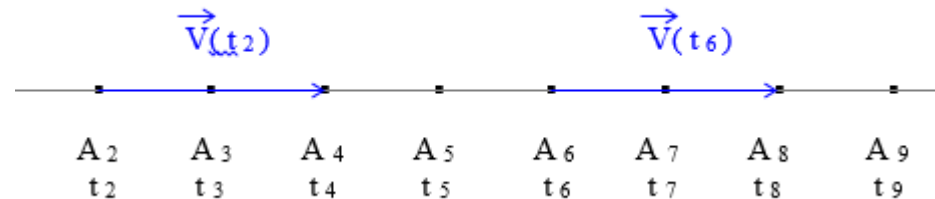
Remarque :

$$V_2 = V_6 = V_{10}$$

La vitesse instantanée est constante dans le temps.

➤ Représentons les vecteurs-vitesses à l'échelle : 1 cm pour $0,25 \text{ m.s}^{-1}$

Vecteur-vitesse	Valeur du vecteur-vitesse	Longueur du représentant	origine	direction	sens
\vec{V}_2	0,5 m/s	2 cm	A ₂	horizontale	Vers la droite
\vec{V}_6	0,5 m/s	2 cm	A ₆	horizontale	Vers la droite



On constate que : $\vec{V}_2 = \vec{V}_6$

4.2.3. Conclusion

Au cours d'un mouvement rectiligne et uniforme, **le vecteur-vitesse est constant** car il conserve sa direction, son sens et sa valeur.

4.3. Etude du document n° 6

4.3.1. Nature du mouvement

Les points sont alignés et la distance entre eux augmente d'une même quantité : le mouvement du mobile B est **rectiligne uniformément varié**.

4.3.2. Vecteurs vitesses

➤ Calculons les vitesses instantanées aux dates t_2 , t_5 , t_8 et t_{11} .

$$V_2 = \frac{B_1 B_3}{t_3 - t_1} = \frac{B_1 B_3}{2\tau} = \frac{1,8 \cdot 10^{-2}}{50 \cdot 10^{-3}} = 0,36 \text{ m.s}^{-1}$$

$$V_5 = \frac{B_4 B_6}{t_6 - t_4} = \frac{B_4 B_6}{2\tau} = \frac{3 \cdot 10^{-2}}{50 \cdot 10^{-3}} = 0,6 \text{ m.s}^{-1}$$

$$V_8 = \frac{B_7 B_9}{t_9 - t_7} = \frac{B_7 B_9}{2\tau} = \frac{4,2 \cdot 10^{-2}}{50 \cdot 10^{-3}} = 0,84 \text{ m.s}^{-1}$$

$$V_{11} = \frac{B_{10} B_{12}}{t_{12} - t_{10}} = \frac{B_{10} B_{12}}{2\tau} = \frac{5,4 \cdot 10^{-2}}{50 \cdot 10^{-3}} = 1,08 \text{ m.s}^{-1}$$

Remarque :

$$* \quad V_2 < V_5 < V_8 < V_{11}$$

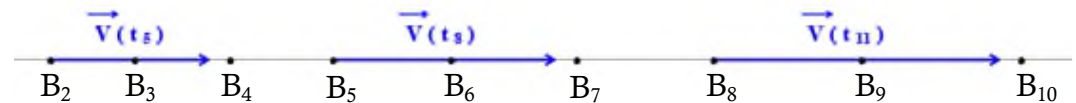
La vitesse instantanée n'est pas constante : On dit que le **mouvement est varié**.

$$* \quad V_5 - V_2 = V_8 - V_5 = V_{11} - V_8 = 0,24 \text{ m.s}^{-1}$$

La vitesse **augmente uniformément**.

➤ Représentons les vecteurs-vitesses à l'Echelle : 1 cm pour 0,2 m.s⁻¹

Vecteur-vitesse	Valeur du vecteur-vitesse	Longueur du représentant	origine	direction	sens
\vec{V}_2	0,36 m/s	1,8 cm	B ₂	horizontale	Vers la droite
\vec{V}_5	0,6 m/s	3 cm	B ₅	horizontale	Vers la droite
\vec{V}_8	0,84 m/s	4,2 cm	B ₈	horizontale	Vers la droite
\vec{V}_{11}	1,08 m/s	5,4 cm	B ₁₁	horizontale	Vers la droite



4.3.3. Conclusion

Au cours d'un mouvement rectiligne uniformément varié, le vecteur-vitesse n'est pas constant. Il conserve au cours du temps, **sa direction et son sens** mais sa valeur varie.

4.4. Etude du document n° 4

4.4.1. Nature du mouvement

Les points forment un cercle et sont équidistants : le mouvement du mobile M est **circulaire uniforme**.

4.4.2. Vecteurs vitesses

➤ Calculons les vitesses instantanées aux dates t_1 , t_3 et t_5 .

$$V_1 = \frac{M_0 M_2}{t_2 - t_0} = \frac{M_0 M_2}{2\tau} = \frac{5,5 \cdot 10^{-2}}{100 \cdot 10^{-3}} = 0,55 \text{ m.s}^{-1}$$

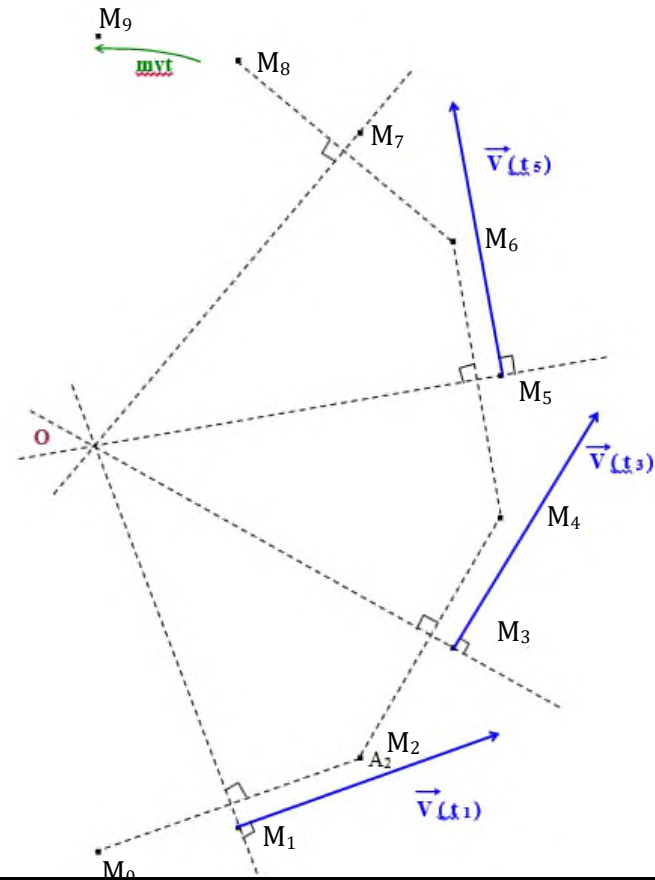
$$V_3 = \frac{M_2 M_4}{t_4 - t_2} = \frac{M_2 M_4}{2\tau} = \frac{5,5 \cdot 10^{-2}}{100 \cdot 10^{-3}} = 0,55 \text{ m.s}^{-1}$$

Remarque :

$V_1 = V_3 = V_5$. La vitesse instantanée est constante.

➤ Représentons les vecteurs-vitesses à l'échelle : 1 cm pour 0,1 m.s⁻¹

Vecteur-vitesse	Valeur du vecteur-vitesse	Longueur du représentant	origine
\vec{V}_1	0,55 m/s	5,5 cm	M ₁
\vec{V}_3	0,55 m/s	5,5 cm	M ₃



4.4.3. Conclusion

Au cours d'un mouvement circulaire et uniforme, **le vecteur-vitesse n'est pas constant** mais sa valeur se conserve.

Activité d'application 2

Associer le type de mouvement aux caractéristiques de son vecteur-vitesse, en mettant une croix dans la case qui convient.

caractéristique de la vitesse Mouvement	Direction du Vecteur-vitesse \vec{V} constante	Norme du vecteur-vitesse \vec{V} constante	Vecteur-vitesse \vec{V} constant
Rectiligne uniforme			
Rectiligne varié			
Circulaire uniforme			

SITUATION D'ÉVALUATION

Au cours d'une séance de travaux pratiques, ton groupe doit étudier le mouvement d'un mobile à partir de la copie de l'enregistrement du document n°08 ci-dessous. Les positions du mobile sont enregistrées à des intervalles de temps égaux $\tau = 25$ ms, sur une table à coussin d'air.

Tu es amené à rédiger le rapport de ton groupe :

1. Recopie et complète le tableau ci-dessous.

Phases Du mouvement	Nature de la trajectoire	Justification
De M_0 à		

- | | | |
|--|--|--|
| | | |
|--|--|--|
2. Calcule la vitesse moyenne de M_6 à M_{12}
 3.
 - 3.1. Calcule les valeurs des vitesses instantanées aux points M_1 , M_3 , M_7 et M_9 .
 - 3.2. Représente les vecteurs vitesses \vec{v}_1 , \vec{v}_3 , \vec{v}_7 et \vec{v}_9 , respectivement aux points M_1 , M_3 , M_7 et M_9 à l'échelle $1 \text{ cm} \rightarrow 0,25 \text{ m/s}$.
 4. Donne en justifiant la nature du mouvement du mobile au cours de chaque phase.

Niveau :2^{nde} C

THEME 1 : MECANIQUE

LEÇON 1 : LE MOUVEMENT

Durée : 6 heures

HABILETES	CONTENU
Connaître	les effets d'une action mécanique.
Définir	une action mécanique.
Modéliser	une action mécanique.
Identifier	les types d'actions mécaniques : - action mécanique localisée ; - action mécanique répartie en volume s'exerçant à distance ; - action mécanique de contact répartie en surface.
Représenter	quelques actions mécaniques : - tension d'un fil ; - poids d'un corps ; - réaction d'un support.
Déterminer	la relation entre la tension et l'allongement d'un ressort. .
Utiliser	la relation : $T = k (l - l_0)$.
Enoncer	le principe des interactions ou actions réciproques.
Utiliser	le principe des interactions ou actions réciproques.
Citer	quelques applications des actions réciproques.
Définir	un système mécanique.
Identifier	les forces extérieures agissant sur un système.
Représenter	les forces qui s'exercent sur un système.

<u>MATERIELS PAR POSTE DE TRAVAIL</u> <ul style="list-style-type: none">••••••	<u>SUPPORTS DIDACTIQUES :</u> <ul style="list-style-type: none">- Schémas sur photocopies- Fiche TD--
	<u>BIBLIOGRAPHIE :</u> Eurin-gié, Arex, Internet, Guides et programmes
<u>PRE-REQUIS :</u> - les forces (3 ^{ème}) -	<u>VOCABULAIRE SPECIFIQUE :</u> Action mécanique localisée – action mécanique répartie – Force de contact – force à distance
<u>STRATEGIES DE TRAVAIL ET CONSIGNES PARTICULIERES</u>	

1. LES MANIFESTATIONS D'UNE ACTION MECANIQUE

- 1.1. Expériences
- 1.2. Conclusion
- 1.3. Notion de forces

2. ACTION MECANIQUE LOCALISEE

- 2.1. Action d'un fil sur un solide
- 2.2. Action mécanique localisée : la tension du ressort
 - 2.2.1. Dispositif expérimental
 - 2.2.2. Résultats
 - 2.2.3. Exploitation des résultats
 - 2.2.4. Conclusion

Activité d'application

3. ACTION MECANIQUE REPARTIE

- 3.1. En volume : Le poids d'un corps
- 3.2. En surface : la réaction d'un support

4. CATEGORIES DE FORCES

Activité d'application

5. PRINCIPE DES ACTIONS RECIPROQUES

- 5.1. Expérience et observations
- 5.2. Interprétation
- 5.3. Conclusion
- 5.4. Application : Principe de la fusée

6. SYSTEME MECANIQUE

- 6.1. Définition
- 6.2. Système indéformable, système déformable
- 6.3. Inventaire de forces extérieures appliquées à un système
 - 6.3.1. Définition
 - 6.3.2. Inventaire de forces extérieures

Activité d'application

Moments didactiques/ Durée	Stratégies pédagogiques	Activités du Professeur	Activités des élèves	Trace écrite
				<p style="text-align: center;">ACTIONS MECANIQUES</p> <p style="text-align: center;"><u>Situation d'apprentissage</u></p> <p>Lors de la finale d'interclasses du Lycée Moderne de Bonon qui opposait la classe de 2nde A à celle de la 2nde C, l'arbitre a accordé un coup franc à la 2nde C. Avant le tir, le joueur pose son pied sur le ballon et constate que celui-ci se déforme légèrement. Il donne par la suite un coup de pied au ballon. Le ballon heurte un joueur de la 2nde A avant de se loger au fond des filets. Les élèves s'interrogent sur l'auteur du but. Pour cela ils décident d'identifier les actions mécaniques qui se sont exercées sur le ballon à partir de leurs effets, de définir et de modéliser une action mécanique.</p> <p style="text-align: center;">1. <u>MANIFESTATION D'UNE ACTION MECANIQUE</u></p> <p style="text-align: center;">1.1. <u>Effets dynamiques</u></p> <p style="text-align: center;">1.1.1. <u>Mise en mouvement d'un objet</u></p> <p>Koffi pousse une brouette initialement immobile ; elle se met en mouvement. Koffi exerce une action mécanique sur la brouette qui la met en mouvement. Auteur : Les bras de Koffi. Receveur : La brouette. <i>Une action mécanique peut donc mettre un objet en mouvement.</i></p> <p style="text-align: center;">1.1.2. <u>Modification du mouvement d'un objet</u></p> <p>Drogba marque un but de la tête sur un corner. Sa tête exerce une action mécanique sur la balle qui modifie son mouvement Auteur : La tête de Drogba Receveur : La balle <i>Une action mécanique peut donc modifier la nature du mouvement d'un objet</i></p> <p style="text-align: center;">1.2. <u>Effets statiques</u></p> <p style="text-align: center;">1.2.1. <u>Déformation d'un objet</u></p> <p>Bamba presse un chiffon ; il change de forme. La main de Bamba exerce une action mécanique sur le chiffon qui le déforme.</p>

Auteur : La main de Bamba.

Receveur : le chiffon

Une action mécanique peut donc déformer un objet.

1.2.2. Equilibre d'un objet

Un livre posé sur une table horizontale reste immobile. La table exerce une action mécanique sur le livre qui le maintient en équilibre.

Auteur : La table

Receveur : Le livre.

Une action mécanique peut donc maintenir un objet en équilibre.

1.3. Définition d'une force

Une force est une action mécanique capable de :

- Mettre un corps en mouvement ou modifier son mouvement.
- Déformer un corps ou le maintenir en équilibre.

On distingue :

- Les forces de contact : la tension du fil ; tension du ressort ; les forces de frottements
- Les forces à distance : l'attraction terrestre, la force électrostatique, la force magnétique.

2. MODELISATION D'UNE ACTION MECANIQUE

2.1. Caractère vectoriel de la force

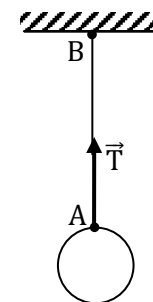
Une force est une grandeur vectorielle dont les caractéristiques sont :

- **Point d'application** : C'est le point où la force agit.
- **Direction** : la droite suivant laquelle la force agit.
- **Sens** : Celui du mouvement que la force est susceptible de produire.
- **Intensité** : C'est la valeur de la force exprimée en newton (N)

2.2. Représentation

Pour représenter une force, il faut choisir une échelle convenable.

Exemple : représenter la tension \vec{T} de valeur 10N du fil sur la figure ci-contre à l'échelle 1cm pour 5N



3. ÉTUDE DE QUELQUES EXEMPLES DE FORCES

3.1. Poids d'un corps

3.1.1. Définition

Le poids d'un corps est l'attraction exercée par la terre sur ce corps.

C'est une action mécanique à distance répartie en volume

3.1.2. Caractéristiques

- Point d'application : Le centre de gravité G du corps.
- Direction : La verticale passant par G
- Sens : Du haut vers le bas.
- Intensité : $P = mg$ avec : P en N, m en kg et g en (N/kg)

Remarque : Le poids d'un corps varie avec le lieu car g varie.

Exemple

Lieu	Lune	Equateur	Pôle nord	Jupiter
g (N/kg)	1,6	9,78	9,83	26

3.2. Tension d'un ressort

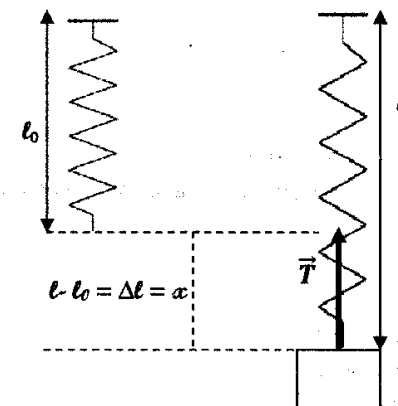
3.2.1. Définition

C'est la force exercée par le ressort sur un corps accroché à l'une de ses extrémités

C'est une action mécanique de contact localisée

3.2.2. Caractéristiques

- Point d'application : Point de contact entre le corps et le ressort.
- Direction : L'axe du ressort.
- Sens : Voir schéma ci-dessous.
- Intensité : C'est sa valeur T exprimée en N.
 ℓ_0 : longueur à vide du ressort.
 $\Delta\ell = x = \ell - \ell_0$: allongement du ressort.



3.2.3. Etude de l'allongement d'un ressort

a. Protocole

On utilise le dispositif précédent. On mesure la longueur à vide ℓ_0 . Pour différentes masses marquées accrochées à l'extrémité libre du ressort, on mesure les différentes longueurs ℓ correspondantes du ressort.

b. Tableau de mesures

Masses (g)	0	50	100	150	200	250	500
$P = T = mg$ (N)	0	0,5	1	1,5	2	2,5	5
ℓ en cm	0	2	4	6	8	10	20
ℓ en m	0	0,02	0,04	0,06	0,08	0,1	0,2

c. Tracé du graphe $T = f(x)$

Échelle : 1cm \leftrightarrow 0,5 N ou 50g et 1cm \leftrightarrow 0,02 m ou 2 cm

Voir papier millimétré

d. Exploitation de la courbe

La courbe obtenue est une droite passant par l'origine du repère. La tension T et l'allongement x sont proportionnels. Le coefficient de proportionnalité noté k est la constante de raideur (ou raideur) du ressort. On a :

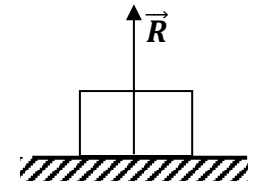
$$k = \frac{\Delta T}{\Delta x} = 25 \text{ N.m}^{-1}$$

e. Conclusion

La tension T d'un ressort est proportionnelle à son allongement : $T = kx$
avec T en (N), x en (m) et k en ($N.m^{-1}$)

1. Autres exemples de forces

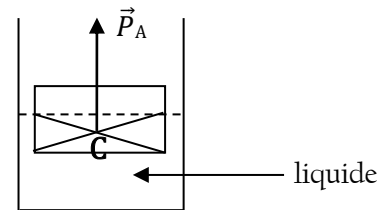
a) Réaction d'un support



C'est une action mécanique de contact répartie en surface

\vec{R} est perpendiculaire au support

b) Poussée d'Archimède



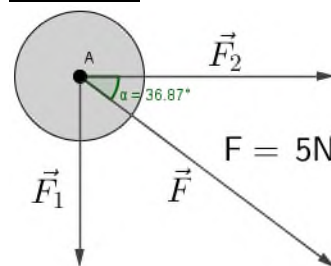
Activité d'application

En un point A d'un solide, sont appliquées :

- Une force \vec{F}_1 verticale, dirigée vers le bas d'intensité 3 N.
- Une force \vec{F}_2 horizontale, orientée vers la droite d'intensité 4 N.

Déterminer les caractéristiques de la résultante \vec{F} de ces forces.

Solution



Méthode graphique

	\vec{F}_1	\vec{F}_2	\vec{F}
Force	3 N	4 N	5 N
Représentant	3 cm	4 cm	5 cm

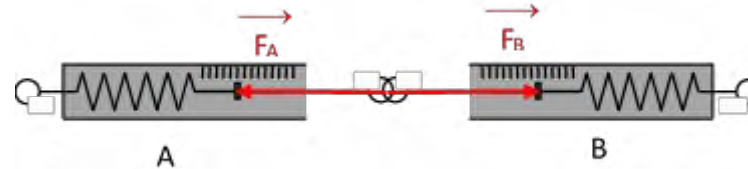
$Mes(\vec{F}, \vec{F}_2) \cong 37^\circ$

Méthode algébrique

$$F = \sqrt{F_1^2 + F_2^2} = \sqrt{3^2 + 4^2} = 5N \quad \alpha = \arctan\left(\frac{F_1}{F_2}\right) = \arctan\left(\frac{3}{4}\right) = 36,8 \cong 37^\circ$$

4. PRINCIPE DES ACTIONS RÉCIPROQUES

4.1. Mise en évidence



On constate que les deux forces ont la même direction, des sens opposés et la même valeur (intensité). On dit que les deux dynamomètres A et B sont en interaction.

4.2. Énoncé du principe

Lorsque deux corps A et B sont en interaction, le corps A exerce une force $\vec{F}_{A/B}$ sur le corps B et le corps B exerce une force $\vec{F}_{B/A}$ sur le corps A telle que $\vec{F}_{A/B} = -\vec{F}_{B/A}$
Exemples : La marche à pied, la propulsion d'une fusée, ... etc.

5. SYSTEME MECANIQUE

5.1. Définition

Un système est le corps ou l'ensemble de corps que l'on désire étudier.

Remarque : Tout ce qui n'appartient pas au système constitue le **milieu extérieur**.

5.2. Système indéformable, système déformable

- Un système est dit **indéformable** lorsque la distance entre deux de ses points quelconques reste invariable au cours du temps. *Ex : une bille, deux solides rigidement liés.*

- Un système est **déformable** lorsque la distance entre deux ou plusieurs parties de ce système varie au cours du temps. *Ex : deux solides liés par un fil élastique, système Terre/Objet en chute.*

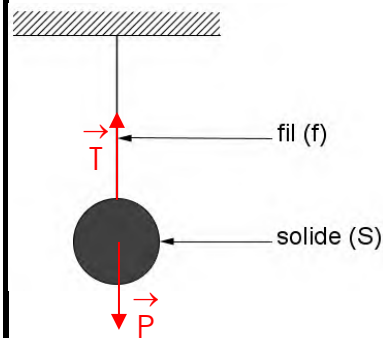
5.3. Inventaire de forces extérieures appliquées a un système

5.3.1. Définition

On appelle force extérieure, une force exercée par le milieu extérieur sur le système défini.

5.3.2. Inventaire de forces extérieures

Exemple :

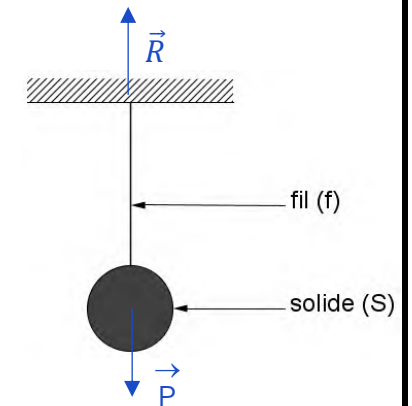


- Pour le système $\{solide(S)\}$ les forces extérieures sont :

- Le poids \vec{P} du solide (S)
- La tension \vec{T} du fil.

- Pour le système $\{solide(S) + fil (f)\}$ les forces extérieures sont :

- Le poids \vec{P} du solide
- La réaction \vec{R} du support

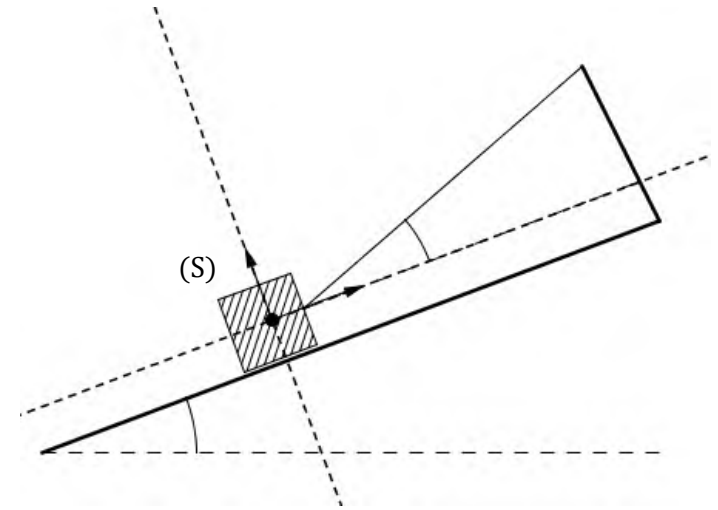


Remarque : L'inventaire des forces dépend du système choisi.

Activité d'application

On considère la figure suivante :

- 1- Identifie et représente les actions mécaniques qui s'exercent sur le solide (S).
- 2- Détermine les composantes de chaque force dans le repère indiqué.



SITUATION D'EVALUATION

Au laboratoire de physique-chimie, le professeur de la 2nd C₈ réalise avec ses élèves, une série d'expériences en vue de déterminer, les caractéristiques d'un ressort. Il utilise un ressort à spire non jointive, de constante de raideur est k , dont la longueur à vide est ℓ_0 .

Ces expériences sont représentées par les schémas ci-dessous.

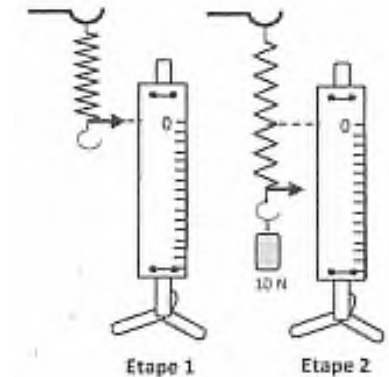
Expérience 1 : Le professeur exerce une tension \vec{T} à une des extrémités du ressort.

- lorsque la tension $T = T_1$, la longueur du ressort est $\ell_1 = 22$ cm
- lorsque la tension $T = T_2$, la longueur du ressort est $\ell_2 = 28$ cm

Expérience 2 : Le professeur étalonne le ressort.

Il obtient les résultats suivants :

T (N)	0	10	20	30	40	50	60
x (cm)	0	2	4	6	8	10	12



Expérience 1

1. A partir de l'expérience 1 :

1.1 détermine la longueur à vide ℓ_0 du ressort, sachant que : $\frac{T_1}{T_2} = 0,25$.

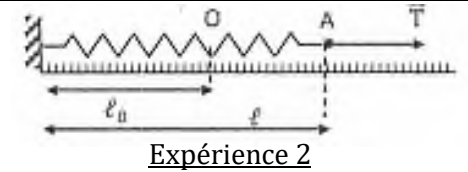
1.2 Déduis-en la constante de raideur k du ressort, sachant que pour une tension $T = 300$ N, la longueur du ressort est $\ell = 26$ cm.

2. A partir de l'expérience 2 :

2.1 Trace la courbe $T = f(x)$ à l'échelle 1 cm pour 1N.

2.2 Déduis de la représentation graphique la valeur de la constante de raideur k du ressort.

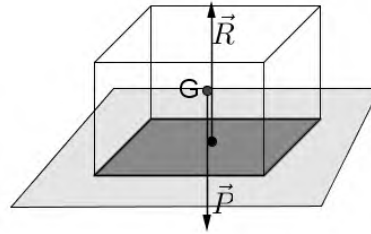
2.3 Détermine graphiquement l'intensité T de la tension de ce ressort pour un allongement de 7 cm.



PLAN DU COURS

<u>1. CONDITIONS D'EQUILIBRE D'UN SOLIDE SOUMIS A DEUX FORCES</u>	3
<u>1.1. Conditions d'équilibre</u>	3
<u>1.2. Etude de quelques exemples</u>	3
<u>1.2.1. Solide posé sur un plan horizontal</u>	3
<u>1.2.2. Solide suspendu à l'aide d'un fil</u>	4
<u>1.2.3. Solide posé sur un plan incliné</u>	4
<u>1.3. Types d'équilibre</u>	5
<u>2. CONDITIONS D'EQUILIBRE D'UN SOLIDE SOUMIS A TROIS FORCES NON PARALLELES</u>	Erreur ! Signet non défini.
<u>2.1. Expérience et observations</u>	6
<u>2.2. Interprétation</u>	6
<u>2.3. Conclusion</u>	6
<u>3. Application : résolution de problème de statique</u>	7
a) <u>Enoncé</u>	7
b) <u>Méthode graphique</u>	7
c) <u>Méthode analytique</u>	8

Moments didactiques/ Durée	Stratégies pédagogiques	Activités Professeur	Activité élèves	Trace écrite
Présentation	Questions-réponses	Rappels/ pré requis	Les élèves répondent aux questions	<p style="text-align: center;">EOUILBRE D'UN SOLIDE SOUMIS A DEUX PUIS TROIS FORCES</p>
				<p style="text-align: center;"><u>Situation d'apprentissage</u></p> <p>Pour le bal de fin d'année du lycée moderne de Bonon, un groupe d'élève du comité d'organisation décide d'installer un projecteur pour les jeux de lumière. Pour maintenir le projecteur juste au-dessus de la piste de danse, certains voudraient qu'il soit accroché à l'aide de trois fils tandis que d'autres souhaitent le maintenir à l'aide de deux fils.</p> <p>Pour s'accorder, ils décident d'identifier les forces extérieures agissant sur le projecteur et de déterminer les conditions de son équilibre selon qu'il est soumis à deux forces ou à trois forces.</p> <p style="text-align: center;"><u>1. CONDITIONS D'EQUILIBRE D'UN SOLIDE SOUMIS A DEUX FORCES</u></p> <p style="text-align: center;">1.1. <u>Conditions d'équilibre</u></p> <p>Lorsqu'un solide soumis à l'action de deux forces \vec{F}_A et \vec{F}_B est en équilibre, nécessairement :</p> <ul style="list-style-type: none"> • \vec{F}_A et \vec{F}_B ont la même droite d'action, • $\vec{F}_A + \vec{F}_B = \vec{0}$ <p style="text-align: center;">1.2. <u>Etude de quelques exemples</u></p> <p style="text-align: center;">1.2.1. <u>Solide posé sur un plan horizontal</u></p> <p>Le solide est en équilibre sous l'action de :</p> <p>Le poids \vec{P} du solide</p>



La réaction \vec{R} du support.

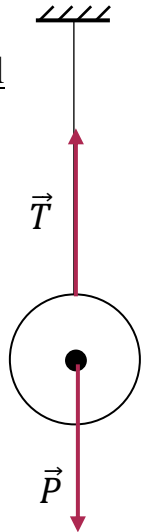
A l'équilibre on a :

- \vec{P} et \vec{R} ont la même droite d'action
- $\vec{P} + \vec{R} = 0 \Rightarrow P = R$

1.2.2. Solide suspendu à l'aide d'un fil

Le solide est en équilibre sous l'action de :

- Le poids \vec{P} du solide
- La tension \vec{T} du fil.
- A l'équilibre on a :
 - \vec{P} et \vec{T} ont la même droite d'action
 - $\vec{P} + \vec{T} = 0 \Rightarrow P = T$

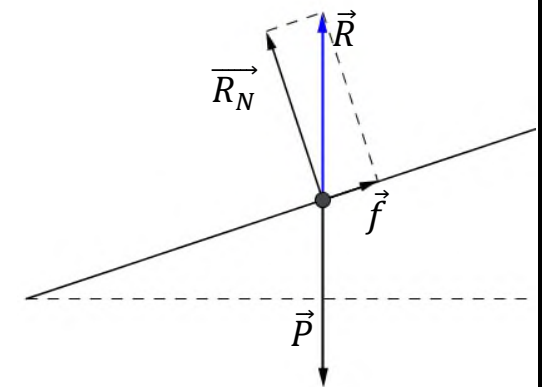


1.2.3. Solide posé sur un plan incliné

L'équilibre n'est possible que sur une surface rugueuse.

Dans ce cas la réaction \vec{R} se décompose en :

- Une réaction normale \vec{R}_N orthogonale au plan incliné
- Une réaction tangentielle appelée force de frottement \vec{f} tangent au plan incliné et opposé au déplacement probable du solide.



$$\vec{R} = \vec{R}_N + \vec{f}$$

1.3. Types d'équilibre

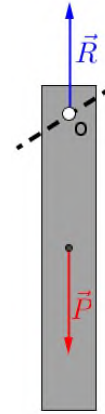


Fig. a



Fig. b

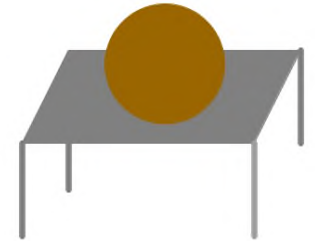


Fig. c

Fig. a : La règle, écartée de cette position d'équilibre, y revient après plusieurs oscillations : l'équilibre est dit stable.

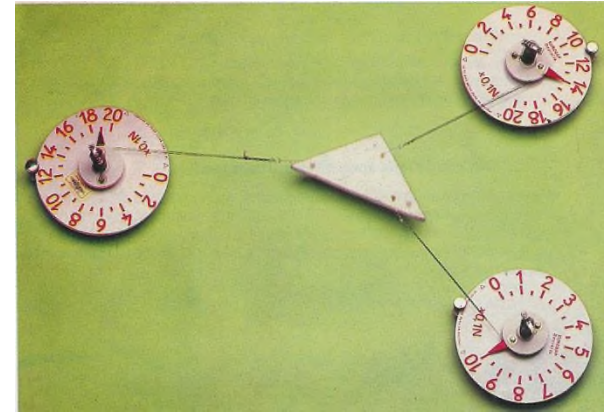
Fig. b : La règle, écartée de cette position d'équilibre, s'en éloigne : l'équilibre est dit instable.

Fig. c : La sphère, écartée de cette position d'équilibre, reste toujours en équilibre : l'équilibre est dit indifférent.

Remarque : L'équilibre d'un solide soumis à deux forces est stable si les deux forces s'éloignent l'une de l'autre (fig. a).

2. CONDITIONS D'EQUILIBRE D'UN SOLIDE SOUMIS A TROIS FORCES NON PARALLELES

2.1. Expérience et observations



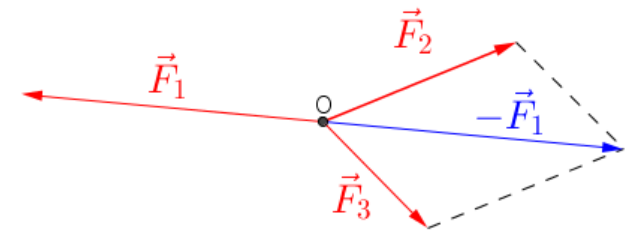
2.2. Interprétation

Le solide est en équilibre sous l'action de trois forces : \vec{F}_1 , \vec{F}_2 et \vec{F}_3

- Ces trois forces sont coplanaires
- Leurs droites d'action sont concourantes
- On constate que :

$$\vec{F}_1 = -(\vec{F}_2 + \vec{F}_3)$$

$$\Rightarrow \vec{F}_1 + \vec{F}_2 + \vec{F}_3 = \vec{0}$$



2.3. Conclusion

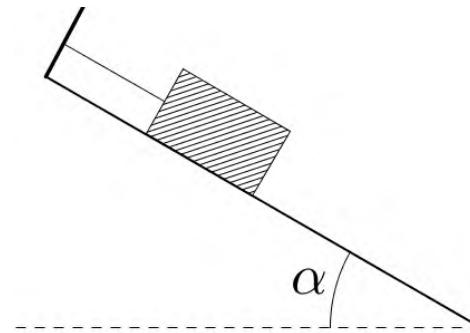
Lorsqu'un solide soumis à l'action de trois forces \vec{F}_1 , \vec{F}_2 et \vec{F}_3 non parallèles, est en équilibre, nécessairement :

- **Les droites d'actions de ces trois forces sont concourantes**
- **La somme vectorielle de ces trois forces est nulle :**

$$\vec{F}_1 + \vec{F}_2 + \vec{F}_3 = \vec{0}$$

3. Activité d'application : (résolution de problème de statique)

a) Énoncé



Un solide de masse 700 g est maintenu en équilibre sur un plan incliné, dont la surface de contact est lisse, par un fil inextensible (fig. ci-dessous).

Déterminer la tension du fil et la réaction du support, sachant que le plan incliné fait un angle α avec l'horizontale.

b) Méthode graphique

Systeme : le solide

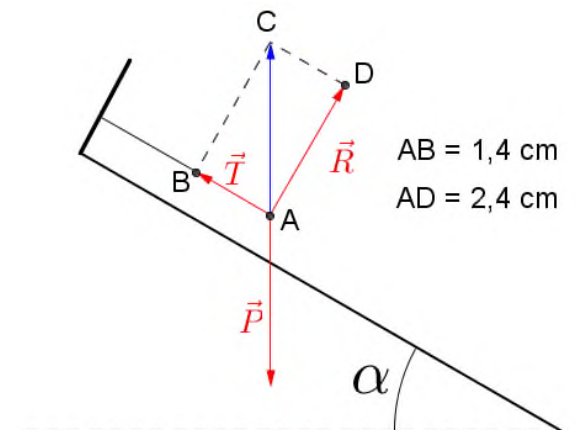
Référentiel : terrestre

Bilan des forces :

- Le poids \vec{P} du solide
- La réaction \vec{R} du plan incliné
- La tension \vec{T} du fil

Tableau des forces :

Echelle : 1 cm pour 2,5 N



Force	\vec{P}	\vec{R}	\vec{T}
Intensité	7 N	6 N	3,5 N
Longueur du représ.	2,8 cm	2,4 cm	1,4 cm

c) Méthode analytique

Système : le solide
 Référentiel : terrestre
 Repère : R(G ; x ,y)
 Bilan des forces :

- Le poids \vec{P} du solide
- La réaction \vec{R} du plan incliné
- La tension \vec{T} du fil

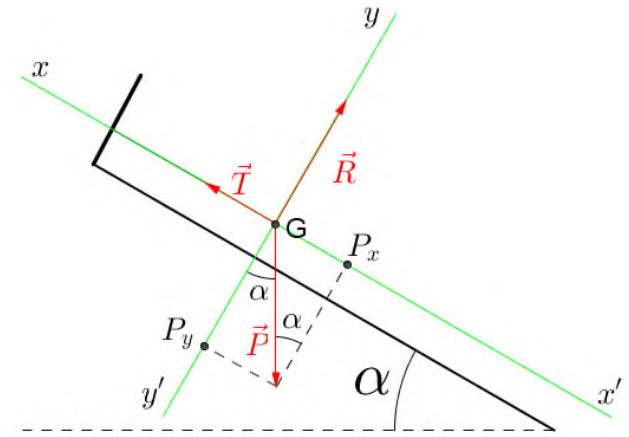


Schéma ci-contre

$$\vec{P} \begin{cases} Px = -P \sin \alpha \\ Py = -P \cos \alpha \end{cases} \quad \vec{T} \begin{cases} Tx = T \\ Ty = 0 \end{cases} \quad \vec{R} \begin{cases} Rx = 0 \\ Ry = R \end{cases}$$

A l'équilibre on a : $\vec{P} + \vec{R} + \vec{T} = \vec{0} \Rightarrow \begin{cases} Px + Tx + Rx = 0 \\ Py + Ty + Ry = 0 \end{cases} \Rightarrow$

$$\begin{cases} -P \sin \alpha + T = 0 \\ -P \cos \alpha + R = 0 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} T = mg \sin \alpha \\ R = mg \cos \alpha \end{cases}$$

A.N. :

SITUATION D'ÉVALUATION

Lors du lancement de la quatrième édition des festivités "Abidjan Perle De Lumières", des élèves de la classe de 2C₅ du collège moderne du plateau, observent une boule lumineuse de masse

m, suspendu au-dessus d'une route de 10 m de large, par deux câbles AF et BF comme l'indique le schéma ci-dessous.

La boule est en équilibre.

Soucieux de la sécurité des visiteurs, ils décident de déterminer la tension des câbles qui soutiennent la boule.

On appelle :

- \vec{T}_1 : la tension du câble AF

- \vec{T}_2 : la tension du câble FB.

On donne : $m = 30 \text{ kg}$; $\alpha = 30^\circ$; $\theta = 60^\circ$;

$g = 10 \text{ N/kg}$

Tu fais partie du groupe.

1. Fais le bilan des forces qui s'exercent sur la boule.

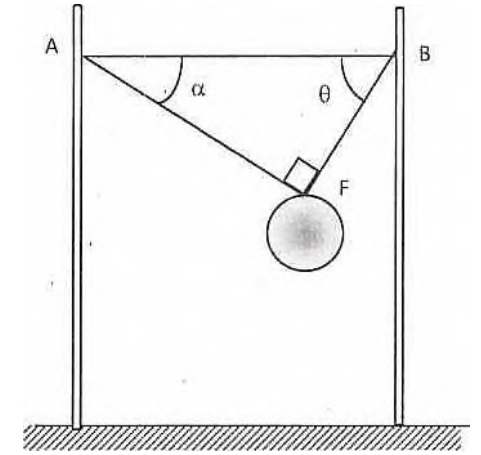
2. Représente les forces qui s'exercent sur la boule lumineuse.

3. Énonce les conditions d'équilibre d'un solide soumis à trois forces.

4. Détermine les valeurs de T_1 et T_2 :

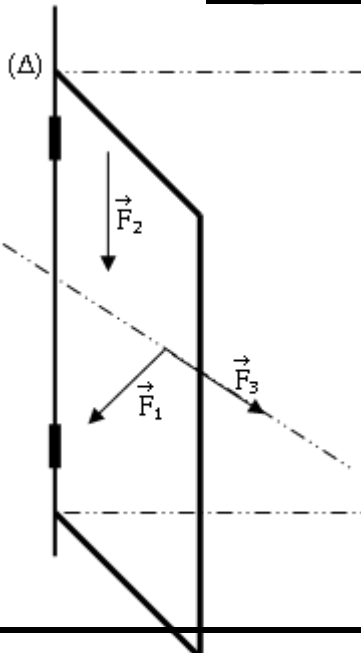
4.1 Par la méthode graphique.

4.2 Par la méthode analytique.



1. Rotation d'un solide autour d'un axe fixe
 - 1.1-Effet de rotation d'une force
 - 1.1.1. Expériences et observations
 - 1.1.2. Conclusion
 - 1.2. Moment d'une force par rapport à un axe fixe
 - 1.2.1. Expériences
 - 1.2.2. Définition du moment d'une force
 - 1.2.3. Le moment : grandeur algébrique

2. Conditions d'équilibre d'un solide mobile autour d'un axe fixe
 - 2.1. Théorème des moments
 - 2.1.1. Expérience
 - 2.1.2. Résultats
 - 2.1.3. Enoncé du théorème des moments
 - 2.2. Conditions générales d'équilibre

Moments didactiques/ Durée	Stratégies pédagogiques	Activités Professeur	Activité élèves	Trace écrite								
Présentation	Questions-réponses	Rappels/ pré requis	Les élèves répondent aux questions	EQUILIBRE D'UN SOLIDE MOBILE AUTOUR D'UN AXE FIXE								
				<p style="text-align: center; color: green;"><u>Situation d'apprentissage</u></p> <p>Pour décorer leur salle de classe, les élèves de la 2^{nde} C₂ du lycée moderne de Bonon désirent accrocher un tableau au mur en le maintenant dans une position inclinée grâce à un fil et posé sur un appui.</p> <p>Pour s'assurer que le tableau ne tombera pas, ils décident de connaître et de déterminer le moment d'une force puis de connaître et d'appliquer les conditions d'équilibre d'un solide mobile autour d'un axe fixe.</p> <p>1. <u>Rotation d'un solide autour d'un axe fixe</u></p> <p>1.1- <u>Effet de rotation d'une force</u></p> <p>1.1.1. <u>Expériences et observations</u></p> <div style="display: flex; align-items: center;">  <table border="1" style="margin-left: 20px;"> <thead> <tr> <th>Forces</th> <th>effet de Rotation</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Forces \vec{F}_2</td> <td>la porte ne tourne pas</td> </tr> <tr> <td>Forces \vec{F}_3</td> <td>la porte ne tourne pas</td> </tr> <tr> <td>Forces \vec{F}_1</td> <td>la porte tourne</td> </tr> </tbody> </table> </div>	Forces	effet de Rotation	Forces \vec{F}_2	la porte ne tourne pas	Forces \vec{F}_3	la porte ne tourne pas	Forces \vec{F}_1	la porte tourne
Forces	effet de Rotation											
Forces \vec{F}_2	la porte ne tourne pas											
Forces \vec{F}_3	la porte ne tourne pas											
Forces \vec{F}_1	la porte tourne											

1.1.2. Conclusion

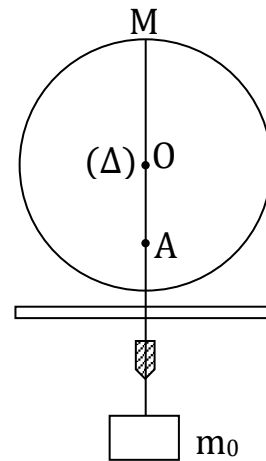
Une force n'a un effet de rotation sur un solide mobile autour d'un axe fixe que si sa droite d'action :

- n'est pas parallèle à l'axe de rotation ;
- ne coupe pas l'axe de rotation.

1.2. Moment d'une force par rapport à un axe fixe

1.2.1. Expériences

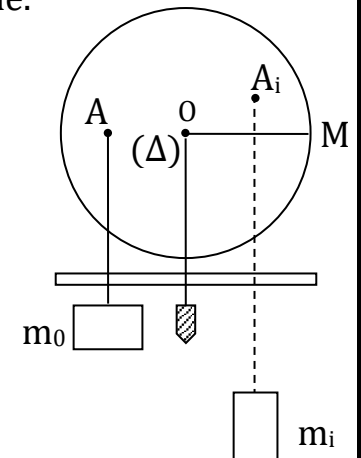
• Dispositif expérimental



$$m_0 = 600 \text{ g}$$

$$OA = d_0 = 15 \text{ cm}$$

Exerçons différentes forces à différentes distances d de l'axe (Δ), par l'intermédiaire de masses marquées, de sortes à ramener le rayon OM à l'horizontale.



• Tableau de mesure

F (N)	$F_0 = 6$	$F_1 = 4,5$	$F_2 = 6$	$F_3 = 9$
d (m)	$d_0 = 0,15$	$d_1 = 0,20$	$d_2 = 0,15$	$d_3 = 0,10$
F × d	0,90	0,90	0,90	0,90

• Exploitation des résultats

On obtient le même effet de rotation chaque fois que : $F_0 \times d_0 = F_i \times d_i$.

L'effet de rotation dépend donc à la fois de l'intensité **F** de la force exercée et de la distance **d** à l'axe de rotation. Cette distance d est appelée **bras de levier**.

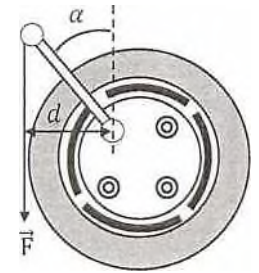
1.2.2. Définition du moment d'une force

Le moment $\mathcal{M}_\Delta(\vec{F})$ par rapport à un axe fixe (Δ) d'une force \vec{F} orthogonale à cet axe est égal au produit de l'intensité **F** de la force par la longueur **d** du bras de levier :

$$\begin{array}{c}
 \text{(N.m)} \longleftarrow \boxed{\mathcal{M}_\Delta(\vec{F}) = F \times d} \longrightarrow \text{(m)} \\
 \downarrow \\
 \text{(N)}
 \end{array}$$

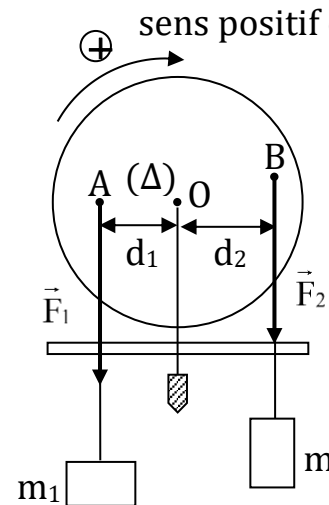
Activité d'application

Pour débloquer l'un des écrous qui fixe la roue de sa voiture, ton papa exerce sur une manivelle, une force F verticale d'intensité 400 N. La manivelle fait un angle $\alpha = 45^\circ$ avec la verticale. On t'indique que la longueur de la manivelle est $d = 20$ cm.



1. Calcule le moment de la force F .
2. Avec cette même force, indique la position de la manivelle pour laquelle le moment est le plus grand.
3. Calcule alors ce moment.

1.2.3. Le moment : grandeur algébrique



\vec{F}_2 tend à faire tourner le disque dans le sens positif choisi et \vec{F}_1 dans le sens contraire. On pose que :

$$\mathcal{M}_\Delta(\vec{F}_2) > 0 \text{ et égal à } \mathcal{M}_\Delta(\vec{F}_2) = F_2 \cdot d_2 ;$$

$$\mathcal{M}_\Delta(\vec{F}_1) < 0 \text{ et égal à } \mathcal{M}_\Delta(\vec{F}_1) = - F_1 \cdot d_1.$$

Conséquences

- Deux forces ayant le même moment par rapport à un axe auront le même effet de rotation.
- Si une force n'a aucun effet de rotation sur un solide alors son moment par rapport à l'axe de rotation du solide est nul.

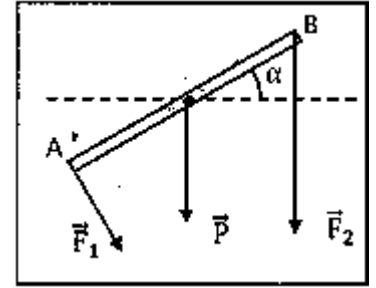
Activité d'application

Une tige homogène de longueur ℓ et de poids \vec{P} est mobile autour d'un axe horizontal perpendiculaire à cette tige en son milieu O. Elle est soumise à des forces comme l'indique la figure.

On donne : $\alpha = 30^\circ$; $\ell = 10 \text{ cm}$; $P = 1 \text{ N}$; $F_1 = 2 \text{ N}$; $F_2 = 3 \text{ N}$

1. Calculer les moments des forces qui s'exercent sur la tige par rapport à A

2. On considère maintenant la même tige avec les mêmes forces mais l'axe de rotation en B. Calculer les moments des différentes forces par rapport à Δ en B.

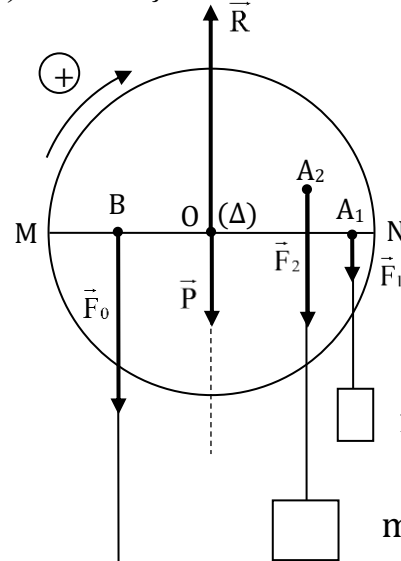


2. Conditions d'équilibre d'un solide mobile autour d'un axe fixe

2.1. Théorème des moments

2.1.1. Expérience

Maintenons en équilibre un disque capable de tourner autour d'un axe fixe (Δ) en exerçant des forces à différents endroits.



$$m_0 = 600 \text{ g} \quad (d_0 = 15 \text{ cm})$$

$$m_1 = 150 \text{ g} \quad (d_1 = 20 \text{ cm})$$

$$m_2 = 450 \text{ g} \quad (d_2 = 15 \text{ cm})$$

2.1.2. Résultats

F (N)	$F_0 = 6 \text{ N}$	$F_1 = 1,5$	$F_2 = 4,5$	$P = 2 \text{ N}$	$R = 14 \text{ N}$
d (m)	$d_0 = 0,15$	$d_1 = 0,20$	$d_2 = 0,15$	$d' = 0$	$d'' = 0$
\mathcal{M}_Δ (N.m)	- 0,90	+ 0,30	+ 0,60	0	0

Calculons la somme des différentes forces extérieures appliquées au disque maintenu en équilibre :

$$\begin{aligned}\sum \mathcal{M}_\Delta(\vec{F}_{\text{ext}}) &= \mathcal{M}_\Delta(\vec{F}_0) + \mathcal{M}_\Delta(\vec{F}_1) + \mathcal{M}_\Delta(\vec{F}_2) + \mathcal{M}_\Delta(\vec{P}) + \mathcal{M}_\Delta(\vec{R}) \\ &= -0,9 + 0,3 + 0,6 + 0 + 0 \\ \sum \mathcal{M}_\Delta(\vec{F}_{\text{ext}}) &= 0 \text{ N.m.}\end{aligned}$$

On constate que cette somme est nulle.

2.1.3. Enoncé du théorème des moments

Lorsqu'un solide mobile autour d'un axe fixe, est en équilibre, la somme algébrique des moments par rapport à cet axe, de toutes les forces extérieures appliquées à ce solide est nécessairement nulle :

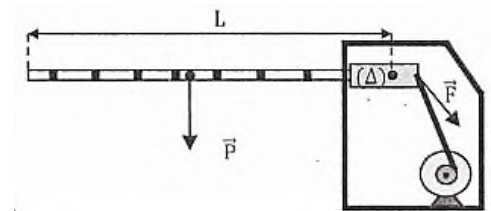
$$\sum \mathcal{M}_\Delta(\vec{F}_{\text{ext}}) = 0.$$

Activité d'application

Pour ouvrir une barrière d'accès au poste de péage d'attingué, une tige exerce à l'extrémité de la barrière une force \vec{F} dont le moment par rapport à l'axe de rotation (Δ) est $\mathcal{M}_\Delta(\vec{F}) = 62,5 \text{ N/m}$ (voir schéma ci-dessous).

Le poids de la barrière est $P = 50 \text{ N}$.

Calcule la longueur de la barrière sachant qu'elle est en équilibre dans la position décrite par le schéma



2.2. Conditions générales d'équilibre

Lorsqu'un solide mobile autour d'un axe fixe (Δ) est en équilibre alors :

- La somme algébrique des moments par rapport à l'axe des forces appliquées est nulle :

$$\sum \mathcal{M}_{\Delta}(\vec{F}_{\text{ext}}) = 0.$$

C'est la condition nécessaire de **non rotation** autour de l'axe (Δ).

- La somme vectorielle des forces appliquées est nulle :

$$\sum (\vec{F}_{\text{ext}}) = \vec{0}.$$

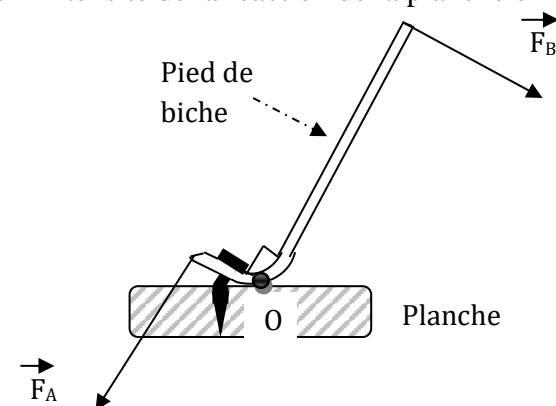
C'est la condition nécessaire d'**immobilité du centre d'inertie** du solide.

Activité d'application

Le pied de biche est un levier coudé. On appuie sur son extrémité pour arracher un clou avec une force \vec{F}_B d'intensité égale à 200N.

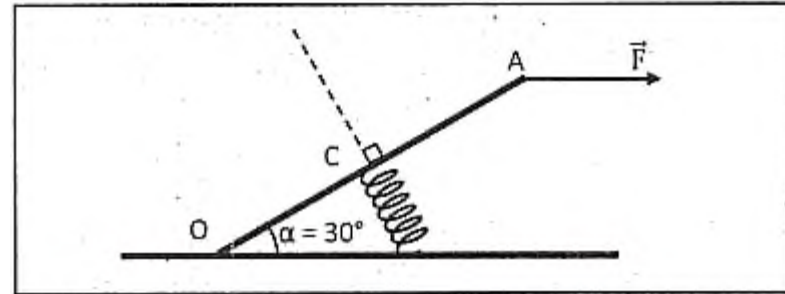
Le pied de biche est long de $OB = 20\text{cm}$. Le clou est pris dans la fourche à 2cm du point d'appui. On néglige le poids du pied de biche.

- 1) Déterminer l'intensité de la force \vec{F}_A exercée par le clou sur le pied de biche à la limite de l'arrachage.
- 2) Déterminer l'intensité de la réaction de la planche en O.



SITUATION D'ÉVALUATION

Un groupe d'élèves de 2nd C qui prépare un concours d'excellence découvre le schéma suivant dans leur livre.



La pédale OA, de poids négligeable, de longueur L, est mobile autour d'un axe horizontal passant par O.

Une force \vec{F} horizontale d'intensité $F = 20 \text{ N}$ est exercée en A.

La pédale est en équilibre quand le ressort, fixé en son milieu C, prend une direction perpendiculaire à OA ; OA fait alors un angle de α avec l'horizontale.

Il désire étudier l'équilibre de la pédale.

On donne : $L = 20 \text{ cm}$; $\alpha = 30^\circ$.

Joins-toi à eux pour faire cette étude.

1. Fais le bilan des forces qui s'exercent sur la pédale.
2. Ecris les conditions d'équilibre de la pédale.
3. Détermine à l'équilibre :
 - 3.1. La force exercée par le ressort sur la pédale.
 - 3.2. La raideur k du ressort, si on veut un raccourcissement de ce dernier de 8 cm.

Niveau :2^{nde} C

THEME 1 : MECANIQUE

LEÇON 5 : PRINCIPE DE L'INERTIE

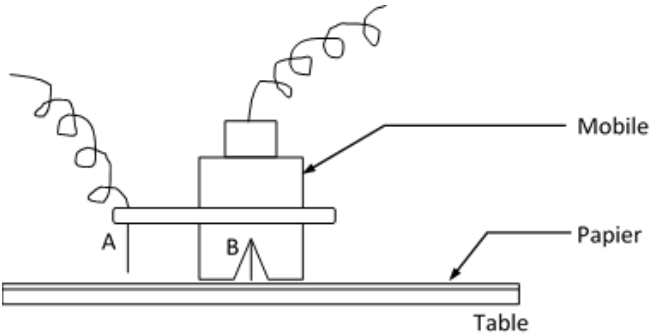
Durée : 4 heures

HABILETES	CONTENUS
Définir	<ul style="list-style-type: none">• un système isolé.• un système pseudo- isolé.
Déterminer	le centre d'inertie d'un solide de quelques solides homogènes.
Connaître	la relation barycentrique.
Déterminer	le centre d'inertie d'un système de deux solides.
Déterminer	la nature du mouvement du centre d'inertie d'un système isolé ou pseudo isolé.
Enoncer	le principe de l'inertie.
Appliquer	le principe de l'inertie.

<p><u>MATERIELS PAR POSTE DE TRAVAIL</u></p> <ul style="list-style-type: none">••••••••••	<p><u>SUPPORTS DIDACTIQUES :</u></p> <ul style="list-style-type: none">- Schémas sur polycopies- Fiche TD--
	<p><u>BIBLIOGRAPHIE :</u></p> <p>Eurién-gié, Arex, Internet, Guides et programmes</p>
<p>PRE-REQUIS :</p> <ul style="list-style-type: none">- Mouvement- Action mécanique- Equilibre d'un solide soumis à trois forces non parallèles	<p><u>VOCABULAIRE SPECIFIQUE :</u></p> <p>Principe de l'inertie – mouvement d'ensemble – mouvement propre</p>
<p><u>STRATEGIES DE TRAVAIL ET CONSIGNES PARTICULIERES :</u></p> <ul style="list-style-type: none">--	

PLAN DU COURS

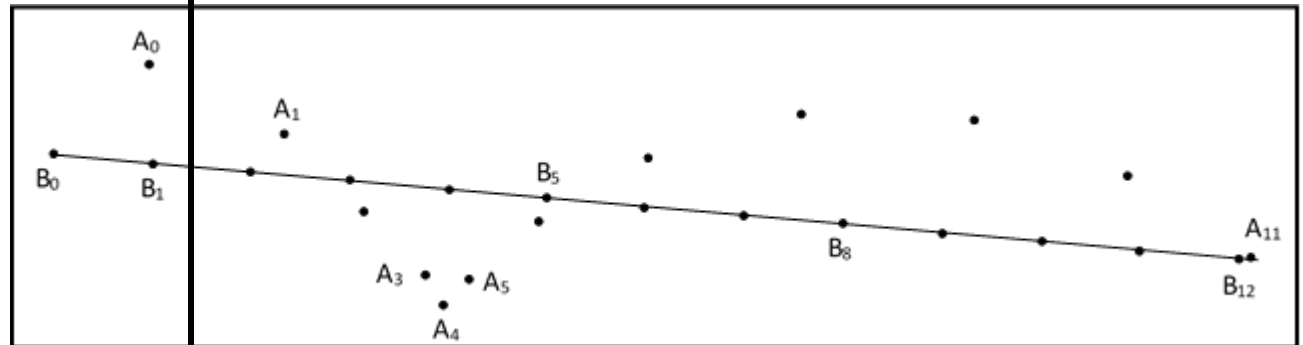
1. <u>DEFINITION</u>	3
1.1. <u>Système</u>	Erreur ! Signet non défini.
1.2. <u>Système isolé</u>	3
1.3. <u>Système pseudo-isolé</u>	3
2. <u>CENTRE D'INERTIE</u>	3
2.1. <u>Expérience</u>	3
2.2. <u>Résultats</u>	Erreur ! Signet non défini.
2.3. <u>Exploitations</u>	4
2.4. <u>Conclusion</u>	4
3. <u>ENONCE DU PRINCIPE DE L'INERTIE</u>	5
4. <u>MOUVEMENT D'ENSEMBLE ET MOUVEMENT PROPRE D'UN SYSTEME</u>	Erreur ! Signet non défini.
4.1. <u>Mouvement d'ensemble</u>	Erreur ! Signet non défini.
4.2. <u>Mouvement propre d'un système</u>	Erreur ! Signet non défini.
5. <u>DETERMINATION DU CENTRE D'INERTIE</u>	5
5.1. <u>Cas d'un solide à forme géométrique simple</u>	5
5.2. <u>Cas d'un ensemble de solides simples</u>	6

Moments didactiques/ Durée	Stratégies pédagogiques	Activités Professeur	Activité élèves	Trace écrite
Présentation	Questions-réponses	Rappels/ pré requis	Les élèves répondent aux questions	
				<p style="text-align: center; color: green;"><u>Situation d'apprentissage</u></p> <p>Suivant les jeux olympiques de Rio à la télévision avec son grand frère, Kotolaba, élève en classe de seconde, constate que les patineuses se déplacent pendant longtemps en ligne droite sur la glace, sans effort. Il interroge alors son grand frère qui lui explique cette situation en parlant du principe de l'inertie. Emmerveillé, Kotolaba décide en classe, avec l'aide de ses camarades de déterminer la nature du mouvement du centre d'inertie d'un solide, d'énoncer et d'appliquer le principe de l'inertie.</p> <p style="color: red;">1. DEFINITION</p> <p style="color: magenta;">1.1. Système isolé</p> <p>C'est un système qui n'est soumis à aucune force.</p> <p style="color: magenta;">1.2. Système pseudo-isolé</p> <p>C'est un système qui est soumis à des forces qui se compense à chaque instant. ($\sum \vec{F}_{ext} = \vec{0}$)</p> <p>Exemple : solide posé sur une table à coussin d'air.</p> <p style="color: red;">2. CENTRE D'INERTIE</p> <p style="color: magenta;">2.1. Expérience</p> <div style="text-align: center;">  </div>

Lançons le mobile sur la table à coussin d'air. A intervalles de temps égaux τ , relevons la position :

- du centre B de la plaque (point particulier) ;
- d'un point quelconque A de la plaque.

2.2. Résultats



2.3. Exploitations

La trajectoire de B est rectiligne et celle de A est curviligne

L'écart entre les positions consécutives de B est constant alors que l'écart entre les positions consécutives de A varie.

Le point B a un mouvement rectiligne uniforme alors que A a un mouvement curviligne varié.

2.4. Conclusion

Le point B qui a un mouvement rectiligne uniforme est appelé **centre d'inertie du palet**.

NB : *Ce résultat est valable pour un système isolé.*

2.5. Définition du centre d'inertie d'un solide

Le centre d'inertie d'un solide isolé ou pseudo-isolé est le point unique de ce solide qui est animé d'un mouvement rectiligne uniforme. Il sera noté G

Remarque :

Le mouvement du point G définit le **mouvement d'ensemble** du solide.

Tous les autres points du solide autre que G ont un mouvement appelé **mouvement propre**. (Ils tournent autour du centre d'inertie G)

3. ENONCE DU PRINCIPE DE L'INERTIE

Dans un référentiel galiléen, le centre d'inertie d'un système isolé ou pseudo-isolé :

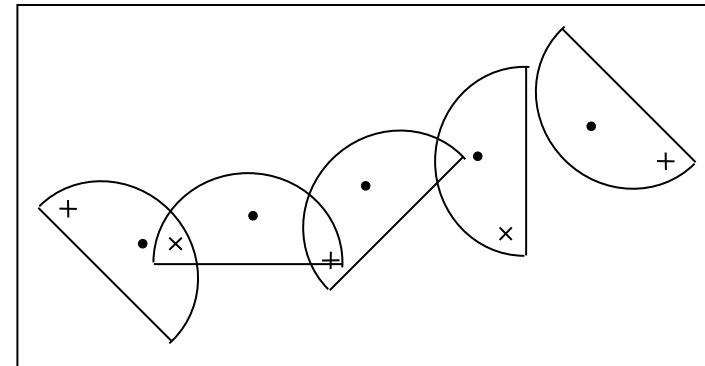
- reste au repos s'il est initialement au repos.
- a un mouvement rectiligne uniforme s'il est en mouvement

Activité d'application 1

La figure ci-contre représente les positions successives occupées par une plaque hémicylindrique en mouvement sur une table à coussin d'air. Deux points de la plaque sont repérés par les marques + et •.

La figure est à l'échelle : 1 cm pour 7,5 cm.

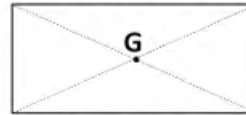
- 1- Lequel de ces deux points correspond au centre d'inertie G de la plaque ? Justifier la réponse.
- 2- La durée entre deux positions successives de la plaque est $\tau = 50$ ms. Déterminer la vitesse du centre d'inertie G.
- 3- Quel est le mouvement de la plaque autour de son centre d'inertie G ?



4. DETERMINATION DU CENTRE D'INERTIE

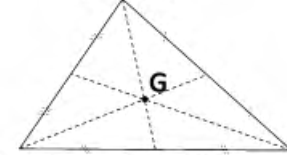
4.1. Cas d'un solide à forme géométrique simple

Carré ou rectangle



Point de concours des diagonales

Triangle



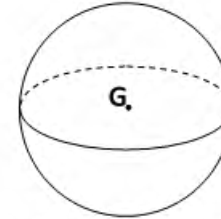
Point de concours des médianes

Cerceau ou cercle



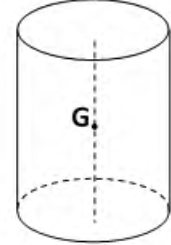
Centre du cerceau ou du cercle

Sphère



Centre de la sphère

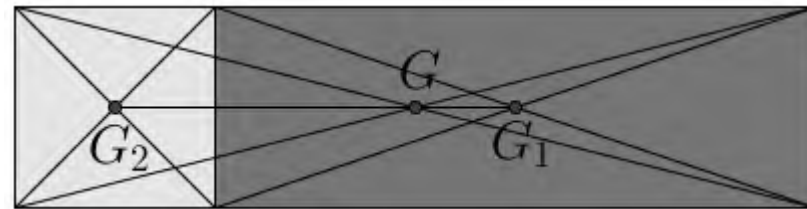
Cylindre



Milieu de la hauteur

4.2. Cas d'un ensemble de deux solides de formes simples

Considérons un système constitué de deux solides S_1 de masse m_1 et S_2 de masse m_2 tel que : $m_1 = 3m_2$.



- $G \in [G_1 G_2]$

- G est plus proche de G_1 (le solide le plus lourd)

$$\left. \begin{array}{l} \frac{m_1}{m_2} = 3 \\ \frac{GG_2}{GG_1} = 3 \end{array} \right\} \frac{m_1}{m_2} = \frac{GG_2}{GG_1}$$

$$\Rightarrow m_1 GG_1 = m_2 GG_2$$

$$\Rightarrow m_1 \overrightarrow{GG_1} = -m_2 \overrightarrow{GG_2}$$

$$\Rightarrow \mathbf{m}_1 \overrightarrow{GG_1} + \mathbf{m}_2 \overrightarrow{GG_2} = \vec{0}$$

Soit un point O quelconque :

$$\overrightarrow{OG} = \frac{\mathbf{m}_1 \overrightarrow{OG_1} + \mathbf{m}_2 \overrightarrow{OG_2}}{\mathbf{m}_1 + \mathbf{m}_2}$$

G est ainsi le barycentre des points G_1 et G_2 affectés des coefficients m_1 et m_2 .

REMARQUE :

-G est également appelé le centre de masse. Il est à la fois le centre d'inertie, centre de gravité et barycentre du système.

-On prendra généralement le point $O = G_1$; ce qui donne :

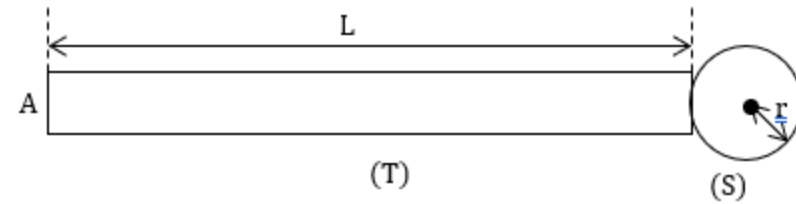
$$\overrightarrow{G_1 G} = \frac{m_2}{m_1 + m_2} \overrightarrow{G_1 G_2}$$

Activité d'application 2

L'objet ci-dessous est formé de deux parties :

- une sphère homogène (S) de masse $m_1 = 100$ g et de rayon $r = 1,2$ cm
- une tige homogène (T) de masse $m_2 = 200$ g et de longueur $L = 60$ cm.

- 1- Placer sur la figure les centres d'inertie G_1 et G_2 respectivement de la sphère et de la tige.
- 2- Donner la relation barycentrique entre G_1 , G_2 et G (centre d'inertie de l'objet).
- 3- Déterminer la position de G par rapport à l'extrémité A de la tige.



SITUATION D'ÉVALUATION

Aminata, élève en classe de seconde C au Collège les Rochers de Bonon, accompagne son père réparer la roue de sa voiture dans un garage de la place. Le mécanicien leur dit ceci : « la position du centre d'inertie de la jante de votre voiture a été légèrement déplacée à une autre position G_1 suite à des déformations ; pour la ramener à sa position initiale G , je dois fixer à la périphérie de la jante, une plaquette métallique ».

La plaquette métallique de masse $m_2 = 60$ g est considéré comme un solide ponctuel fixé au point A comme l'indique le schéma ci-dessous.

La jante est un disque supposé parfait et homogène de centre O, de diamètre $AB = 406$ mm et de masse $m_1 = 9,20$ kg.

Tu es invité à apprécier avec ta camarade de classe Aminata le travail du mécanicien.

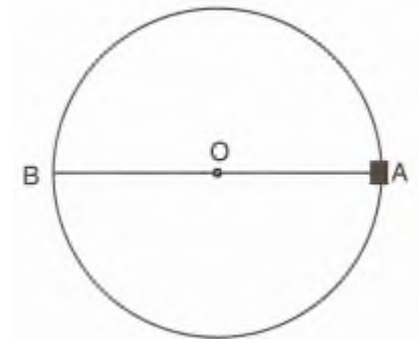
1. Indique la position initiale G du centre d'inertie de la jante, lorsque celle-ci n'avait pas encore été déplacée.

2.

2.1 Applique la relation barycentrique à la jante et à la plaquette affectées de leurs masses respectives.

2.2 Reproduis le schéma puis situe sur le rayon AB, de quel côté du point O le centre d'inertie de la jante avait été déplacé.

3. Détermine la position G_1 à laquelle le centre d'inertie de la jante avait été déplacé, par rapport au point O.



--	--	--	--	--

Niveau :2^{nde} C

THEME 1 : MECANIQUE

LEÇON 5 : QUANTITE DE MOUVEMENT

Durée : 4 heures

HABILETES	CONTENUS
Définir	le vecteur- quantité de mouvement.
Connaître	l'unité de quantité de mouvement.
Déterminer	les caractéristiques du vecteur-quantité de mouvement.
Représenter	le vecteur-quantité de mouvement.
Connaître	la loi de conservation du vecteur-quantité de mouvement.
Appliquer	la conservation du vecteur-quantité de mouvement.

MATERIELS PAR POSTE DE TRAVAIL

-
-
-
-
-
-
-
-
-
-

SUPPORTS DIDACTIQUES :

- Schémas sur polycopies
- Fiche TD
-
-

BIBLIOGRAPHIE :

Eurin-gié, Arex, Internet, Guides et programmes

PRE-REQUIS :

- Mouvement
- Action mécanique
- Equilibre d'un solide soumis à trois forces non parallèles

VOCABULAIRE SPECIFIQUE :

Quantité de mouvement –

STRATEGIES DE TRAVAIL ET CONSIGNES PARTICULIERES :

-
-

PLAN DU COURS

1-LE VECTEUR QUANTITE DE MOUVEMENT

1.1-Expérience et observations

1.2- Exploitation du document 1

1.3- Conclusion : Définition

2 -VECTEUR QUANTITE DE MOUVEMENT D'UN SYSTEME DE 2 SOLIDES

2.1- Expérience et observations

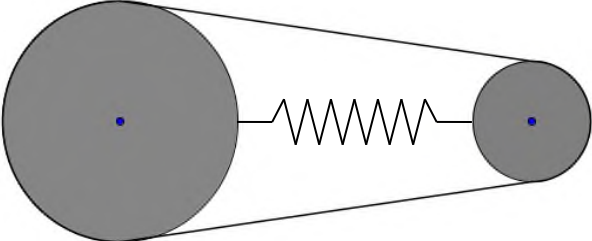
2.2- Exploitation du document 2

2.3- Conclusion

3- CONSERVATION DU VECTEUR QUANTITE DE MOUVEMENT

3.1- Exploitation du document 3

3.2- Conclusion

Moments didactiques/ Durée	Stratégies pédagogiques	Activités Professeur	Activité élèves	Trace écrite
Présentation	Questions-réponses	Rappels/ pré requis	Les élèves répondent aux questions	QUANTITE DE MOUVEMENT
				<p style="text-align: center; color: green;"><u>Situation d'apprentissage</u></p> <p>Une élève en classe de 2^{nde} C au Lycée Moderne de Bonon assiste à une partie de jeu de billes. Elle constate que quand une petite bille frappe de plein fouet une grosse bille immobile, cette dernière reste immobile ou se déplace faiblement, tandis que la petite bille recule nettement. Elle partage ces observations avec ses camarades de classe. L'un d'eux demande ce qui se passerait si ces deux billes étaient lancées l'une vers l'autre. Afin de répondre à cette question et expliquer les observations faites par leur camarade, les élèves décident de définir le vecteur-quantité de mouvement, de connaître ses caractéristiques et enfin d'appliquer la conservation de la quantité de mouvement.</p> <p style="text-align: center;"><u>1-LE VECTEUR QUANTITE DE MOUVEMENT</u></p> <p style="text-align: center;"><u>1.1-Expérience et observations</u></p> <p>Sur une table à coussin d'air horizontal, on dispose de 2 solides autoporteurs</p> <p>S₁ et S₂ reliés par 2 fils et un ressort (voir figure).</p> <p>$m_1 = 2 m_2$</p> 

Brûlons les 2 fils d'attache. Le ressort se détend en repoussant les 2 solides.

A intervalle de temps régulier τ l'enregistrement des positions des solides (1) et (2) est réalisé (voir doc1)

1.2- Exploitation du document 1

Les 2 solides sont **pseudo –isolés**.

Ils sont animés **d'un mouvement rectiligne uniforme** (principe de l'inertie)

$$\overline{V_{G_1}} = \frac{\overline{A_0 A_2}}{2\tau} \quad \overline{V_{G_2}} = \frac{\overline{B_1 B_3}}{2\tau}$$

$$\frac{V_{G_1}}{V_{G_2}} = \frac{A_0 A_2}{B_1 B_3} = 0,5 \quad \frac{m_1}{m_2} = \frac{1}{2} = 0,5 \quad \Rightarrow \frac{V_{G_1}}{V_{G_2}} = \frac{m_2}{m_1} \Rightarrow m_1 V_{G_1} = m_2 V_{G_2} \Rightarrow$$
$$m_1 \overline{V_{G_1}} = -m_2 \overline{V_{G_2}}$$

Posons : $\vec{p} = m\vec{V}$

\vec{p} est appelé **vecteur quantité de mouvement**

1.3- Conclusion : Définition

Le vecteur quantité de mouvement \vec{p} d'un solide est égal au produit du vecteur vitesse $\overline{V_G}$ de son centre d'inertie par sa masse m .

$$\vec{p} = m\vec{V}$$

➤ **Caractéristiques de \vec{p}**

\vec{p} et \vec{V}_G ont le même point d'application, la même direction et le même sens.

Sa norme est :

The diagram shows the equation $\vec{p} = m \vec{V}_G$ enclosed in a rectangular box. Three arrows point from labels below to the terms in the equation: a green arrow points to \vec{p} with the label Kg.m.s^{-1} ; an orange arrow points to m with the label kg ; and a blue arrow points to \vec{V}_G with the label m.s^{-1} .

Remarque

Le vecteur quantité de mouvement \vec{p} comme le vecteur vitesse \vec{V} se définit par rapport à un repère d'espace.

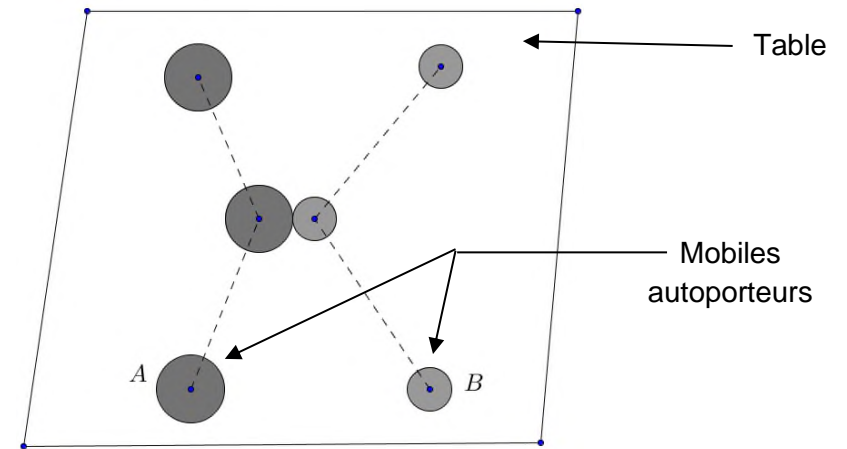
Activité d'application

Calculer la quantité de mouvement.

- a) d'une automobile de masse $m = 900 \text{ kg}$ lancé à la vitesse $V = 108 \text{ km.h}^{-1}$
- b) d'un proton de masse $m = 1,67.10^{-27} \text{ kg}$ se déplaçant à la vitesse $v = 2.10^6 \text{ m/s}$

2 - VECTEUR QUANTITE DE MOUVEMENT D'UN SYSTEME DE 2 SOLIDES

2.1- Expérience et observations



Etude d'un choc

On obtient l'enregistrement du document 2

2.2- Exploitation du document 2

Déterminons les positions du centre d'inertie G du système {A + B}

$$\overrightarrow{OG} = \frac{m_A \overrightarrow{OA} + m_B \overrightarrow{OB}}{m_A + m_B}$$

$$O = A \Rightarrow \overrightarrow{AG} = \frac{m_B}{m_A + m_B} \overrightarrow{AB}$$

$$\frac{m_B}{m_A + m_B} = \frac{1}{3} \Rightarrow \overrightarrow{AG} = \frac{1}{3} \overrightarrow{AB}$$

D'où les positions du centre d'inertie G (voir doc2)

système	Avant le choc (t_3)			Après le choc (t_9)		
	v	p	L(p)	v'	p'	L(p')
A (100g)	0,312m/s	0,0312 SI	3,12 cm	0,212m/s	0,0212 SI	2,12 cm
B (50g)	0,362m/s	0,0181 SI	1,81 cm	0,275m/s	0,0137 SI	1,37 cm
A+B(150g)	0,237m/s	0,0355 SI	3,55 cm	0,237m/s	0,0355 SI	3,55 cm

On constate que : Avant ou après le choc, on a :

$$\vec{p} = \vec{p}_A + \vec{p}_B \Rightarrow (m_A + m_B)\vec{V}_G = m_A\vec{V}_A + m_B\vec{V}_B$$

2.3- Conclusion

Le vecteur quantité de mouvement p d'un système de deux solides est égale à la somme des vecteurs quantité de mouvement de chaque solide

$$\vec{p} = \vec{p}_1 + \vec{p}_2 \Rightarrow (m_1 + m_2)\vec{V}_G = m_1\vec{V}_{G_1} + m_2\vec{V}_{G_2}$$

3- CONSERVATION DU VECTEUR QUANTITE DE MOUVEMENT

3.1- Exploitation du document 3

Systeme	\vec{p} avant le choc	\vec{p} après le choc
Solide A	0,0312 kg.m/s	0,0212 kg.m/s
Solide B	0,0181 kg.m/s	0,0137 kg.m/s
Systeme (solide A + solide B)	0,0355 kg.m/s	0,0355 kg.m/s

Le mouvement du système (A+B) est rectiligne uniforme par conséquence ce système est pseudo-isolé.

En plus on constate que : $\vec{p} = \vec{p}'$: Sa quantité de mouvement se conserve.

3.2- Conclusion

La quantité de mouvement d'un système isolé ou pseudo-isolé, déformable ou non se conserve.

NB : la conservation de la quantité de mouvement n'est qu'une expression du principe d'inertie.

Activité d'application : Recul d'une arme à feu

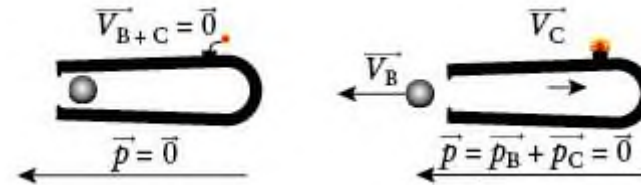
Un canon de masse $M = 1$ tonne éjecte un boulet de masse $m = 10$ kg à la vitesse $v = 1\,000 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$.

- 1- Qu'observe-t-on ?
- 2- Calculer la vitesse de recul du canon.

Corrigé

1 On observe que le canon recule dans le sens opposé à celui de l'éjection du boulet.

2 On peut faire un schéma, avant le tir et après le tir.



Le système $\{ \text{boulet} + \text{canon} \}$ est au repos avant le tir, donc la quantité de mouvement du système est nulle : $\vec{p} = (m + M)\vec{0} = \vec{0}$.

La quantité de mouvement est conservée car le système est isolé (le poids est compensé par la réaction du sol) :

$$\vec{p} = (m + M)\vec{0} = m\vec{v}_B + M\vec{v}_C.$$

Après le tir, la quantité de mouvement du système $\{ \text{boulet} + \text{canon} \}$ reste nulle. En projetant la quantité de mouvement sur un axe horizontal orienté vers la gauche du dessin, il vient :

$$(m + M) \times 0 = 0 = mv_B - Mv_C.$$

$$\text{D'où } mv_B = Mv_C \quad v_C = v_B \frac{m}{M}$$

$$v_C = 1\,000 \times \frac{10}{1\,000} = 10 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}.$$

SITUATION D'EVALUATION

Lors du lancement des festivités de fin d'année du Collège les Rochers de Bonon, un groupe d'élèves de seconde observe deux patineurs de masses respectives m_1 et m_2 au repos, sur le sol horizontal, venus épater le public avec leurs patins à roulettes. Ils se poussent mutuellement et se séparent. Après la séparation, les vitesses de leur centre d'inertie sont v_1 et v_2

Les élèves veulent étudier le mouvement des patineurs On donne : $m_1 = 50 \text{ kg}$; $m_2 = 20 \text{ kg}$; $v_1 = 2 \text{ m.s}^{-1}$.

Il t'est demandé de te joindre à eux pour faire cette étude.

1. Donne la loi de conservation du vecteur quantité de mouvement.
2. Détermine la relation entre v_1 et v_2 .
3. Calcule v_2 .
4. En considérant que les vitesses sont constantes, calcule la distance parcourue par chacun d'eux après 10 s

Niveau :2nde C

THEME 2 : ELECTRICITE ET ELECTRONIQUE

LEÇON 5 : LE COURANT ELECTRIQUE

Durée : 1 heures

HABILETES

CONTENUS

Connaître

- la nature du courant électrique dans les métaux.
- la nature du courant électrique dans les électrolytes.
- le sens conventionnel du courant électrique.
- les effets du courant électrique.

Représenter

le sens du courant électrique.

Expliquer

la circulation du courant électrique :
- dans les métaux ;
- dans les électrolytes.

MATERIELS PAR POSTE DE TRAVAIL

-
-
-
-
-
-
-
-
-
-

SUPPORTS DIDACTIQUES :

- Schémas sur polycopies
- Fiche TD
-
-

BIBLIOGRAPHIE :

Eurien-gié, Arex, Internet, Guides et programmes

PRE-REQUIS :

- Ions et molécules
-
-

VOCABULAIRE SPECIFIQUE :

Courant électrique – électron - électrolyte

STRATEGIES DE TRAVAIL ET CONSIGNES PARTICULIERES :

-
-

PLAN DU COURS

1-RAPPELS : ISOLANTS ET CONDUCTEURS

1.1°) Isolants

1.2°) Conducteurs

2- NATURE DU COURANT ELECTRIQUE

2.1°) Dans un conducteur métallique

2.1.1) Expérience

2.1.2) Observation et Interprétation

2.1.3) Conclusion

2.2°) Dans un électrolyte

2.2.1. Expérience

2.2.2. Observation et Interprétation

2.2.3. Conclusion

2.3°) Conclusion générale

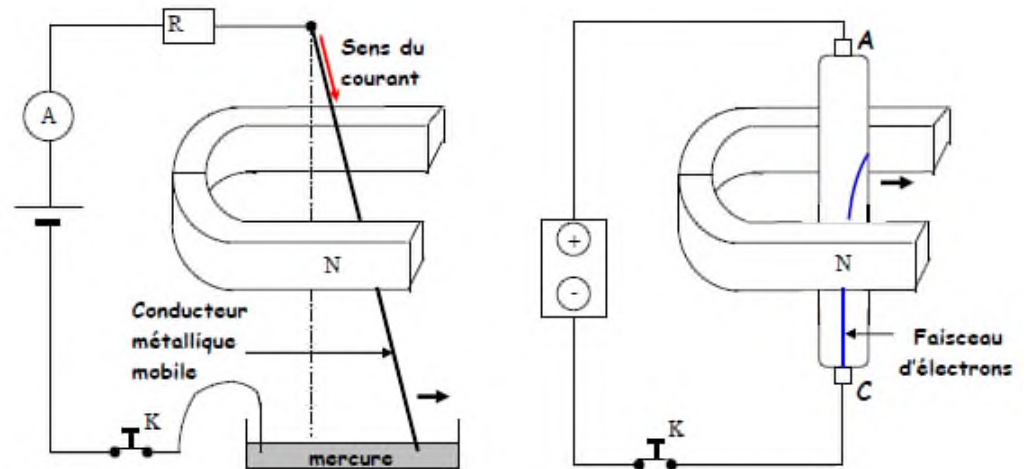
2.4°) Sens conventionnel du courant électrique

Moments didactiques/ Durée	Stratégies pédagogiques	Activités Professeur	Activité élèves	Trace écrite
Présentation	Questions-réponses	Rappels/ pré requis	Les élèves répondent aux questions	LE COURANT ELECTRIQUE
				<p style="text-align: center;"><u>Situation d'apprentissage</u></p> <p>Un élève en classe de 2^{nde}C₃ au Lycée Moderne de Bonon a appris à travers un documentaire à la télévision que certains bracelets qu'on croit en or sont en fait plaqués en or par électrolyse d'une solution contenant des ions or. Intrigué par cette information et soucieux de comprendre cette opération, il informe ses camarades de classe. Ensemble, ils cherchent à connaître la nature du courant électrique dans les électrolytes et dans les métaux, représenter le sens du courant électrique et d'expliquer la circulation du courant électrique dans les électrolytes et dans les métaux.</p> <p style="text-align: center;"><u>1-RAPPELS : ISOLANTS ET CONDUCTEURS</u></p> <p style="text-align: center;">1.1°) <u>Isolants</u></p> <p>Certains solides et certains liquides ne permettent pas le passage du courant électrique. Ce sont des isolants. EX : -solides : le bois, le caoutchouc.... -liquides : eau sucrée, l'acide éthanoïque pur...</p> <p style="text-align: center;">2°) <u>Conducteurs</u></p> <p>Les métaux et certaines solutions permettent le passage du courant électrique. Ce sont des conducteurs. EX : -Tous les métaux : fer, zinc, aluminium... Les solutions ioniques : eau salée, solution de CuSO₄...</p>

2- NATURE DU COURANT ELECTRIQUE

2.1°) Dans un conducteur métallique

2.1.1) Expérience



Action comparée d'un aimant sur un conducteur métallique et sur un faisceau d'e-

2.1.2) Observation et Interprétation

Sous l'action d'un aimant le conducteur métallique et le faisceau d'électrons sont dévié de la même manière.

- Dans le tube de Crookes les électrons se déplacent de la cathode vers l'anode.

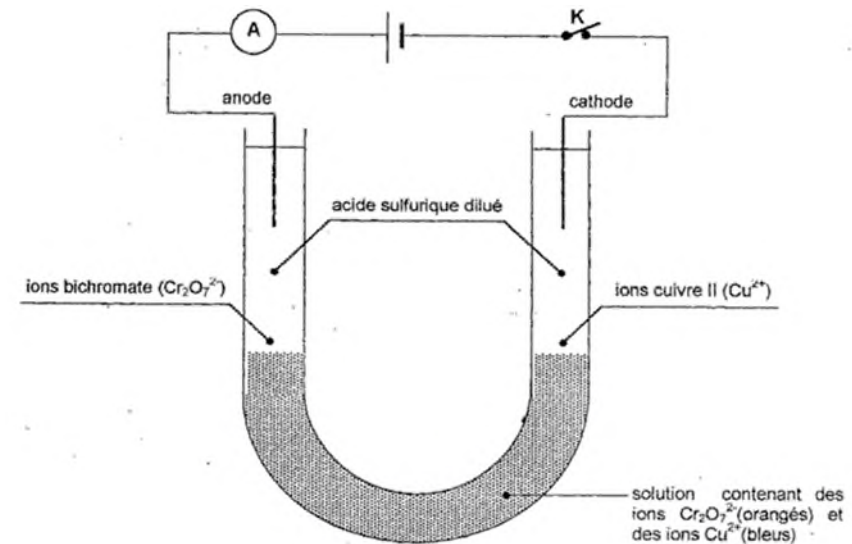
- Par analogie on déduit que dans le conducteur métallique des électrons tendent d'être déviés de la même façon par l'aimant.

2.1.3) Conclusion

Dans un conducteur métallique le passage du courant électrique est assuré par un déplacement d'ensemble des électrons libres.

2.2°) Dans un électrolyte

2.2.4. Expérience



2.2.5. Observation et Interprétation

- Une coloration bleue caractéristiques des ions Cu²⁺ apparaît à la cathode.
- Une coloration orangée caractéristiques des ions Cr₂O₇²⁻ apparaît à l'anode.

2.2.6. Conclusion

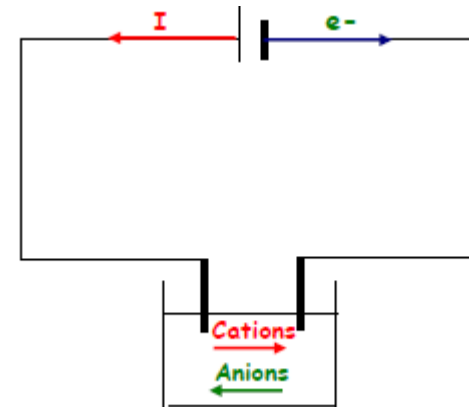
Dans un électrolyte le passage du courant électrique est assuré par le déplacement en sens opposé d'ions négatifs (anions) et d'ions positifs (cations)

2.3°) Conclusion générale

Le courant électrique est dû à un déplacement de porteurs de charge.

- Les électrons dans un conducteur métallique.
- Les ions dans un électrolyte.

2.4°) Sens conventionnel du courant électrique



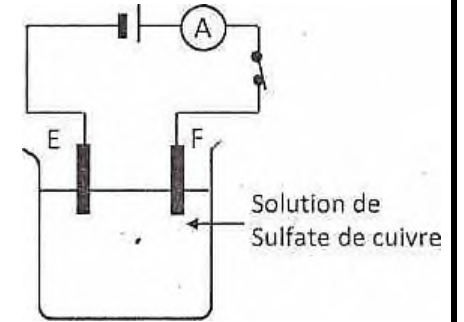
-Le courant électrique circule de la borne positive vers la borne négative du générateur.

-Les électrons se déplacent en sens inverse au sens conventionnel.

-Dans un électrolyte le sens conventionnel est le sens de déplacement des cations.

SITUATION D'EVALUATION

Au cours d'une séance de T.P des élèves de 2nd C du Collège les Rochers de Bonon veulent déterminer la nature des porteurs de charge dans un électrolyte. Ils réalisent avec l'aide de leur professeur, l'électrolyse d'une solution de sulfate de cuivre (Cu^{2+} ; SO_4^{2-}) en utilisant le montage schématisé ci-dessous :



Ce montage comporte :

- Un petit cristalliseur contenant la solution de sulfate de cuivre.
- des électrodes (E et F) en graphite qui plongent dans la solution.
- Un générateur relié aux électrodes à l'aide de fils de connexion.

Il t'est demandé de faire le rapport.

1. Donne les noms des électrodes E et F.
2. Indique sur le schéma avec des flèches :
 - 2.1 Le sens conventionnel du courant électrique.
 - 2.2 Le sens de déplacement des électrons.
 - 2.3 Le sens de déplacement de chaque type d'ions.
3. Explique, en quelques ligne :
 - 3.1. la circulation du courant électrique dans la solution.
 - 3.2. la circulation du courant électrique dans les fils de connexion.

Niveau :2nde C

THEME 1 : ELECTRICITE ET ELECTRONIQUE

LEÇON 8 : INTENSITE D'UN COURANT CONTINU

Durée : 3 heures

HABILETES	CONTENUS
Définir	<ul style="list-style-type: none">• la quantité d'électricité.• l'intensité du courant électrique.
Connaître	<ul style="list-style-type: none">• l'expression de la quantité d'électricité.• l'expression de l'intensité du courant électrique.• l'unité de quantité d'électricité.
Connaître	les lois du courant continu: - dans un circuit série ; - dans un circuit avec dérivations.
Appliquer	les lois du courant continu.

<u>MATERIELS PAR POSTE DE TRAVAIL</u> • • • • • • • • • •	<u>SUPPORTS DIDACTIQUES :</u> - Schémas sur polycopies - Fiche TD - -
	<u>BIBLIOGRAPHIE :</u> Eurien-gié, Arex, Internet, Guides et programmes
PRE-REQUIS : - Ions et molécules - -	<u>VOCABULAIRE SPECIFIQUE :</u> Courant électrique – nœud - branche – quantité d'électricité – loi des nœuds
<u>STRATEGIES DE TRAVAIL ET CONSIGNES PARTICULIERES :</u> - -	

PLAN DU COURS

1- MESURE DE L'INTENSITE DU COURANT

- 1.1. Quantité d'électricité
- 1.2. Définition de l'intensité du courant électrique
L'instrument de mesure

2- PROPRIETES DU COURANT ELECTRIQUE

- 2.1. Définitions
- 2.2. Intensité dans une branche
 - 2.2.1. Montage expérimental
 - 2.2.2. Résultats
 - 2.2.3. Interprétation
 - 2.2.4. Conclusion.
- 2.3. Loi des nœuds
 - 2.3.1. Montage expérimental
 - 2.3.2. Résultats et Interprétation
 - 2.3.3. Conclusion

Moments didactiques/ Durée	Stratégies pédagogiques	Activités Professeur	Activité élèves	Trace écrite
Présentation	Questions-réponses	Rappels/ pré requis	Les élèves répondent aux questions	INTENSITE D'UN COURANT CONTINU
				<p style="text-align: center; color: green;"><u>Situation d'apprentissage</u></p> <p>Pendant l'année scolaire, un groupe d'élèves de 2^{nde} C décident d'occuper une maison dans un quartier précaire de Daloa. N'ayant pas d'abonnement électrique, ils se connectent sur l'installation électrique du voisin. La nuit les lampes de leur maison brillent faiblement et leur ventilateur tourne à peine. Ils en parlent alors à un électricien. Ce dernier leur dit que l'intensité du courant est faible à cause du nombre élevé de connexion sur le même compteur. Pour comprendre ce phénomène, les élèves décident de définir la quantité d'électricité, l'intensité du courant électrique puis d'appliquer les lois du courant continu.</p> <p style="text-align: center;">1- <u>MESURE DE L'INTENSITE DU COURANT</u></p> <p style="text-align: center;">1.3. <u>Quantité d'électricité</u></p> <p>La quantité d'électricité Q transportée par un ensemble de n porteurs de charge est :</p> $Q = n q \quad \text{ou } q \text{ est la charge d'un porteur de charge}$ <p style="text-align: center;">Q et q sont en coulomb (C)</p> <p style="text-align: center;"><u>REMARQUE</u></p> <p>Q est un multiple entier de la charge élémentaire $e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$</p>

Activité d'application

Déterminer la quantité d'électricité transportée par :

- 1 mol d'électrons
- 1 mol d'ions cuivre II

On donne $e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{C}$ et $N_A = 6,02 \cdot 10^{23} \text{mol}^{-1}$

SOLUTION

Pour 1 mol d'électrons : $Q = N_A e$

Pour 1 mol d'ions Cu^{2+} : $Q = 2N_A e$

1.4. Définition de l'intensité du courant électrique

On appelle intensité d'un courant électrique à travers une section S d'un conducteur, le quotient de la quantité d'électricité Q traversant cette section par la durée Δt de cette traversée.

$$\text{Ampère (A)} \rightarrow I = \frac{Q}{\Delta t}$$

Activité d'application

Quel est le nombre d'électrons que doivent traverser la section d'un conducteur métallique pour que la charge transportée par le courant soit $Q = 10^{-6} \text{C}$. ($1 \mu \text{C} = 10^{-6} \text{C}$) ?

La durée du transfert est $t = 1 \text{ms}$. Calculer l'intensité du courant.

Charge de l'électron : $-e = -1,6 \cdot 10^{-19} \text{C}$

SOLUTION

$$Q = ne \Rightarrow n = \frac{Q}{e} = \frac{10.10^{-6}}{1,6.10^{-19}} = 6,25.10^{13} \text{ électrons}$$

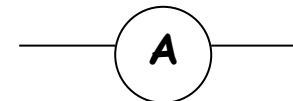
$$I = \frac{Q}{t} = \frac{10.10^{-6}}{10^{-3}} = 10^{-3} \text{ A} = 1\text{mA}$$

1.5. L'instrument de mesure

L'intensité du courant se mesure à l'aide d'un ampèremètre. On utilise aussi le multimètre numérique. Ils se branchent en série dans le circuit.

REMARQUE :

- La représentation normalisée de l'ampèremètre ou du multimètre est :

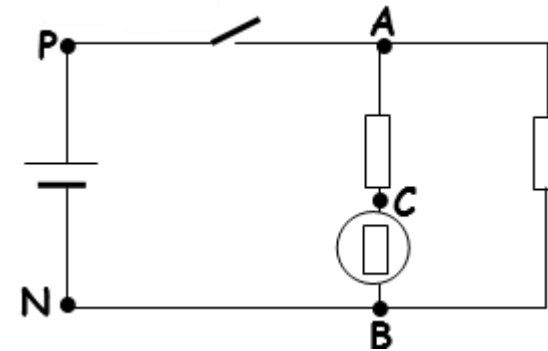


- Calcul de l'intensité I dans le cas d'un ampèremètre à aiguille

$$I = \frac{\text{Calibre} \times \text{Lecture}}{\text{Echelle}}$$

2- PROPRIETES DU COURANT ELECTRIQUE

2.1. Définitions



- Nœud d'un circuit

On appelle nœud d'un circuit un point commun à plus de deux fils de connexions

EX : A et B sont des nœuds

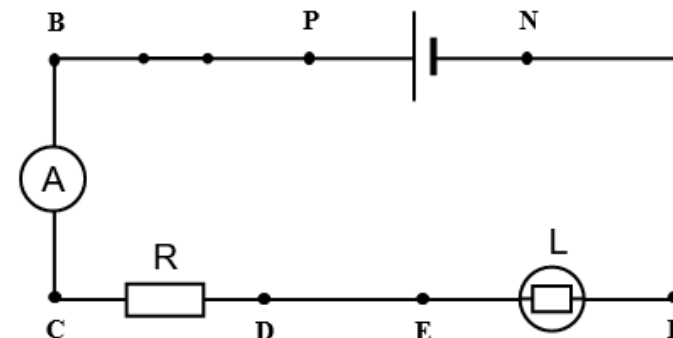
- Branche d'un circuit

Une branche d'un circuit est une association de dipôles en série entre 2 nœuds.

EX : APNB et ACB sont des branches.

2.2. Intensité dans une branche

2.3.4. Montage expérimental



2.3.5. Résultats

Place de l'ampèremètre	Entre B et C	Entre D et E	Entre F et N
Intensité mesurée	0,12 A	0,12 A	0,12A

2.3.6. Interprétation

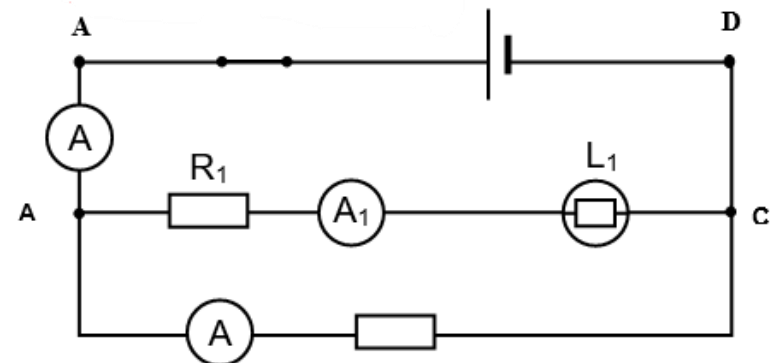
L'intensité du courant est la même.

2.3.7. Conclusion

L'intensité du courant est la même en tout point d'une branche d'un circuit.

2.4. Loi des nœuds

2.4.1. Montage expérimental



2.4.2. Résultats et Interprétation

Intensité	I	I ₁	I ₂
valeur	0,23 A	0,11 A	0,12 A

$$I_1 + I_2 = 0,11 + 0,12 = 0,23 \text{ A}$$

$$I = 0,23 \text{ A}$$

Donc $I = I_1 + I_2$

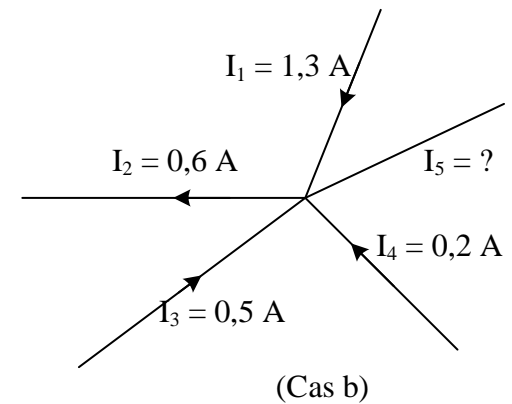
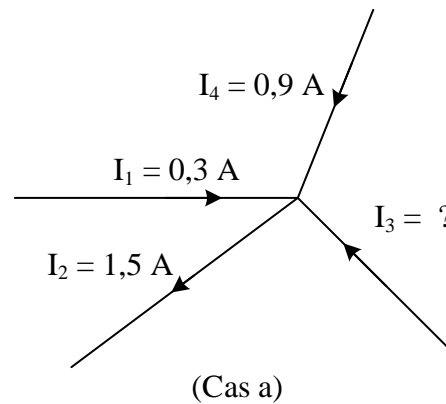
2.4.3. Conclusion

La somme des intensités des courants arrivant à un nœud est égale à la somme des intensités des courants partant de ce nœud.

$$\sum I_{\text{arrivant}} = \sum I_{\text{partant}}$$

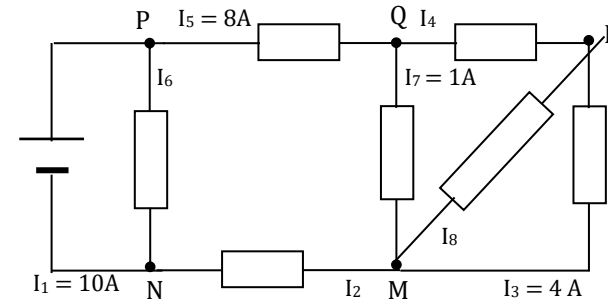
Activité d'application

Calculer l'intensité du courant inconnu dans chaque cas et indiquer si nécessaire son sens :



Situation d'évaluation

Au cours d'un exposé, un groupe d'élèves de seconde C d'un lycée a réalisé le montage schématisé ci-dessous et a mesuré les intensités des courants dans les différentes branches. Mais en rédigeant l'exposé à la maison, ils se sont rendu compte qu'ils ont oublié de mesurer certaines valeurs. Etant de ce groupe, ils te demandent alors pour déterminer théoriquement les valeurs inconnues des intensités du courant.



Tu décides alors d'appliquer les lois des intensités du courant continu en vue de retrouver ces valeurs.

On donne : $e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$

- 1- Indique les nœuds et les branches de ce montage.
- 2- Indique le sens du courant électrique dans chaque branche.
- 3- Détermine le nombre d'électrons fournis par le générateur en 5s.
- 4- Détermine les intensités des courants inconnues.

Niveau :2nde C

THEME 2 : ELECTRICITE ET ELECTRONIQUE

LEÇON 5 : TENSION ELECTRIQUE

Durée : 6,5 heures

HABILETES	CONTENU
Définir	la tension électrique ou différence de potentiel (d.d.p.) entre deux points d'un circuit électrique.
Représenter	une tension continue par une flèche entre deux points sur un schéma.
Déterminer	une tension continue.
Connaître	les lois de la tension en courant continu : - pour un circuit série ; - pour un circuit avec dérivations.
Appliquer	les lois de la tension en courant continu.
Déterminer	les caractéristiques d'une tension variable : - tension triangulaire ; - tension en créneaux ; - tension sinusoïdale.

MATERIELS PAR POSTE DE TRAVAIL

-
-
-
-
-
-
-
-

SUPPORTS DIDACTIQUES :

- Schémas sur polycopies
- Fiche TD
-
-

BIBLIOGRAPHIE :

Eurin-gié, Arex, Internet, Guides et programmes

PRE-REQUIS :

- Tension électrique 5e

VOCABULAIRE SPECIFIQUE :

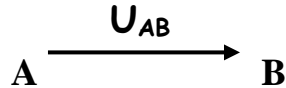
Tension électrique – tension maximale – tension efficace -
période – fréquence -

STRATEGIES DE TRAVAIL ET CONSIGNES PARTICULIERES :

-

PLAN DU COURS

1-	<u>NOTION DE TENSION ELECTRIQUE</u>	3
1.1-	<u>Mise en évidence de la tension</u>	3
1.2-	<u>Représentation d'une tension</u>	3
1.3-	<u>Mesure des tensions</u>	4
1.4-	<u>Caractère algébrique de la tension</u>	Erreur ! Signet non défini.
1.5-	<u>La masse d'un circuit</u>	5
2-	<u>LOI DES TENSIONS CONTINUES</u>	5
2.1-	<u>Additivité des tensions</u>	5
2.1.1-	<u>Montage expérimental</u>	5
2.1.2-	<u>Tableau de mesure</u>	6
2.1.3-	<u>Exploitation des mesures</u>	6
2.1.4-	<u>Conclusion</u>	6
2.2-	<u>Cas de dipôles montées en dérivation</u>	Erreur ! Signet non défini.
2.2.1-	<u>Montage expérimental</u>	6
2.2.2-	<u>Résultats</u>	7
2.2.3-	<u>Exploitation des résultats</u>	7
2.2.4-	<u>Conclusion</u>	7
3-	<u>VISUALISATION ET MESURE D'UNE TENSION A L'OSCILLOSCOPE</u>	7
3.1-	<u>Description et fonctionnement d'un oscilloscope</u>	7
3.2-	<u>Mesure d'une tension continue à l'oscilloscope</u>	7
3.2.1-	<u>Expériences et observations</u>	8
3.2.2-	<u>Conclusion</u>	8
3.3-	<u>Mesure d'une tension variable</u>	8
3.3.1-	<u>Mise en évidence expérimentale d'une tension variable</u>	8
3.3.2-	<u>Définition</u>	Erreur ! Signet non défini.
3.3.3-	<u>Exemples de tensions variables</u>	9
3.4-	<u>Caractéristiques d'une tension sinusoïdale</u>	Erreur ! Signet non défini.
3.4.2-	<u>Définition</u>	10
3.4.2-	<u>Sa période et sa fréquence</u>	10
3.4.2-	<u>Sa valeur maximale et sa valeur efficace</u>	11
3.4.3-	<u>Relation entre tension maximale ou tension efficace</u>	11

Moments didactiques/ Durée	Stratégies pédagogiques	Activités Professeur	Activité élèves	Trace écrite	
Présentation	Questions-réponses	Rappels/ pré requis	Les élèves répondent aux questions	TENSION ELECTRIQUE	
				<p style="text-align: center;"><u>Situation d'apprentissage</u></p> <p>Au cours d'une visite d'une classe de seconde du lycée moderne de Bonon au barrage de Kossou, le technicien en charge de guider les élèves leur explique que la tension du courant qui y est produit est une tension alternative sinusoïdale, différente de la tension continue délivrée par les piles.</p> <p>De retour en classe, les élèves décident, pour mieux différencier ces deux tensions, de définir la tension électrique, de déterminer la tension continue et les caractéristiques d'une tension sinusoïdale.</p> <p style="text-align: center;">1- <u>NOTION DE TENSION ELECTRIQUE</u></p> <p style="text-align: center;">1.1- <u>Mise en évidence de la tension</u></p> <p>Le courant électrique circule entre 2 points d'un circuit électrique parce que ces points ne se trouvent pas dans le même état électrique.</p> <p>La différence d'état électrique entre 2 points est appelée tension électrique ou différence de potentiel.</p> <p style="text-align: center;">1.2- <u>Représentation d'une tension</u></p> <p>La tension entre 2 points A et B notée U_{AB} se représente par une flèche allant de B vers A.</p> <div style="text-align: center; margin-top: 10px;">  </div>	

REMARQUE

Tension électrique → $U_{AB} = V_A - V_B$ (différence de potentiel)

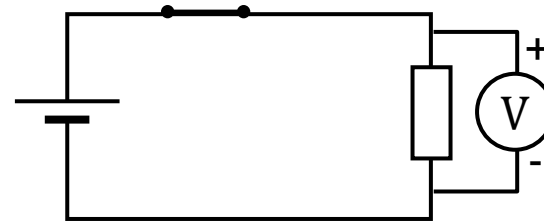
Potentiel du pt A Potentiel du pt B

1.3- Mesure des tensions

La tension électrique est une grandeur mesurable. Elle se mesure à l'aide :

- d'un voltmètre
- d'un oscilloscope
- d'un multimètre utilisé en voltmètre.

Tous ses appareils se branchent en dérivation dans le circuit électrique.

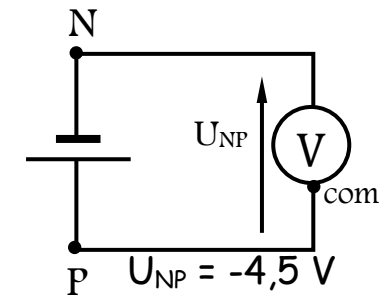
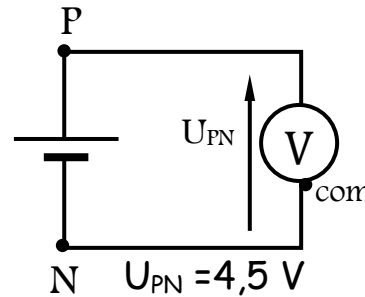


L'unité de la tension est le volt (v).

1.4- Ordre de grandeur de quelques tensions

- Eclairage : 10^8 V
- Batterie de voiture : 12V ; 24 V
- Pile électrique : 1,5V ; 4,5 V ; 9 V
- Haute tension : 540 kV

1.5- Caractère algébrique de la tension



$U_{PN} = - U_{NP}$: La tension est **une grandeur algébrique**.

1.6- La masse d'un circuit

La masse d'un circuit est un conducteur de référence dont le potentiel (V) est nul.

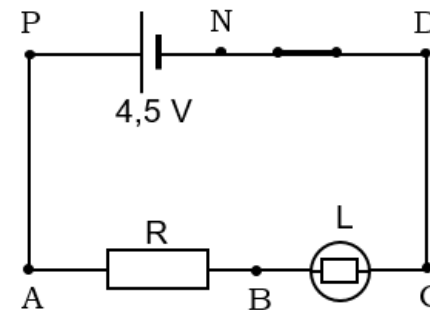
Son symbole est 

La plupart du temps, la masse est reliée à la carcasse métallique de l'appareil.

2. LOI DES TENSIONS CONTINUES

2.1- Additivité des tensions

2.1.1- Montage expérimental



2.1.2- Tableau de mesure

Tension mesurée	U_{PN}	U_{DN}	U_{CD}	U_{AB}	U_{BC}	U_{AC}
Circuit ouvert	4,8 V	4,78 V	0 V	0 V	0 V	0 V
Circuit fermé	4,8 V	0 V	0 V	1,65 V	3,12 V	4,78 V

2.1.3- Exploitation des mesures

- En circuit ouvert comme en circuit fermé, la tension aux bornes d'un générateur est strictement positif.
- La tension aux bornes d'un interrupteur ouvert est égale à celle aux bornes du générateur.
- La tension aux bornes d'un fil conducteur est toujours nulle.
- Un interrupteur fermé se comporte comme un fil conducteur
- On constate aussi que : $U_{AC} \approx U_{AB} + U_{BC}$

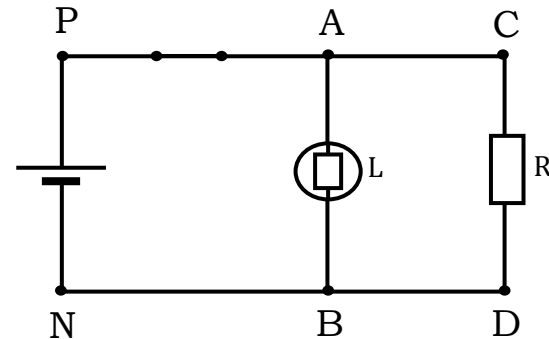
2.1.4- Conclusion

Pour trois points quelconques A, B et C d'un circuit électrique on a :

$$U_{AC} = U_{AB} + U_{BC}$$

2.2- Cas de dipôles montées en dérivation

2.2.1- Montage expérimental



2.2.2- Résultats

U_{PN}	U_{AB}	U_{CD}
4,8 V	4,76 V	4,78 V

2.2.3- Exploitation des résultats

On constate que : $U_{PN} \approx U_{AB} \approx U_{CD}$

2.2.4- Conclusion

Les tensions aux bornes de dipôles montés en dérivation (ou en parallèles) sont égales.

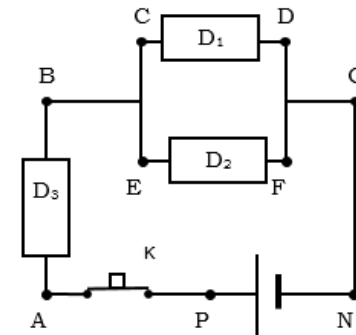
Activité d'application

On considère le montage ci-contre

On a mesuré :

$$U_{PN} = 9,0 \text{ V} ; U_{CD} = 4,3 \text{ V}$$

Calculer U_{EF} et U_{AB}



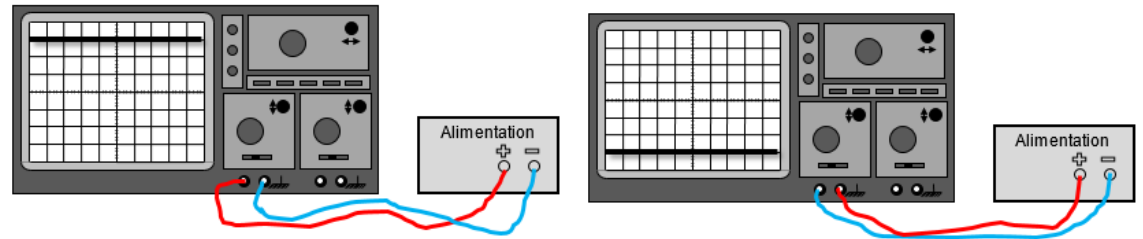
3. VISUALISATION ET MESURE D'UNE TENSION A L'OSCILLOSCOPE

3.1- Description et fonctionnement d'un oscilloscope

(Voir document annexe)

3.2- Mesure d'une tension continue à l'oscilloscope

3.2.1- Expériences et observations



Déviation du spot vers le haut :

Tension positive ($U > 0$)

Déviation du spot vers le bas :

Tension négative ($U < 0$)

3.2.2- Conclusion

La déviation verticale est proportionnelle à la tension mesurée.

La valeur absolue de la tension appliquée en l'entrée de l'oscilloscope est égale au produit de la sensibilité verticale s_v par la déviation

$$|U| = s_v \times d$$

d : déviation verticale du spot mesurée en cm ou division

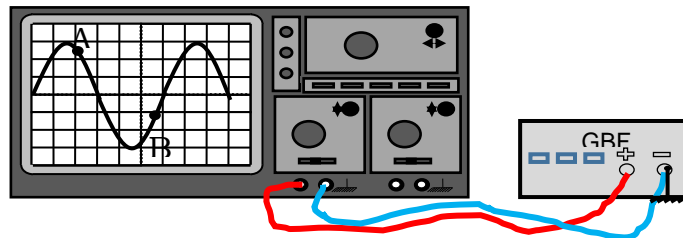
s_v : sensibilité verticale en V/cm ou en V/division

- Si le spot est dévié vers le haut, la tension mesurée est positive.
- Si le spot est dévié vers le bas, la tension mesurée est négative.

En 1 : $U = 6 \text{ V}$ En 2 : $U = -6 \text{ V}$

3.3- Mesure d'une tension variable

3.3.1- Mise en évidence expérimentale d'une tension variable



Les déviations verticales pour les points A et B sont de sens contraires et de grandeurs différentes

3.3.2- Définition

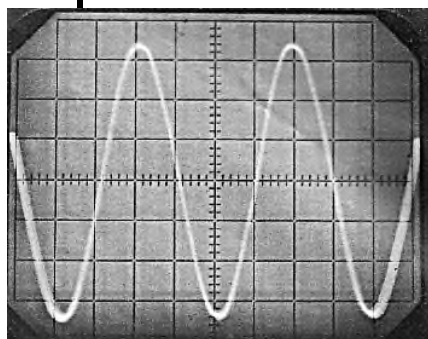
Une tension variable est une tension dont la valeur et le sens changent au cours du temps

Remarque :

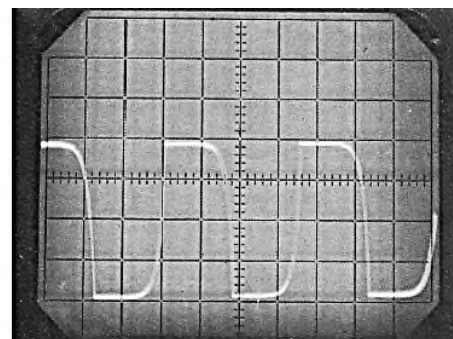
Les tensions variables sont fournies par :

- Les générateurs basses fréquences (GBF)
- Les alternateurs
- La génératrice de vélo
- La CIE...

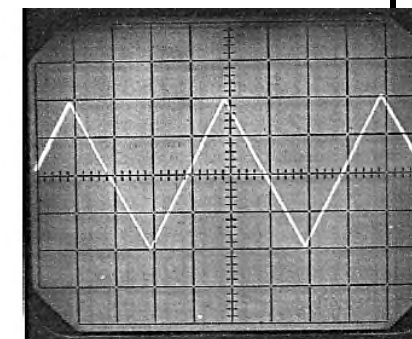
3.3.3- Exemples de tensions variables



Tension sinusoïdale



Tension rectangulaire



Tension triangulaire

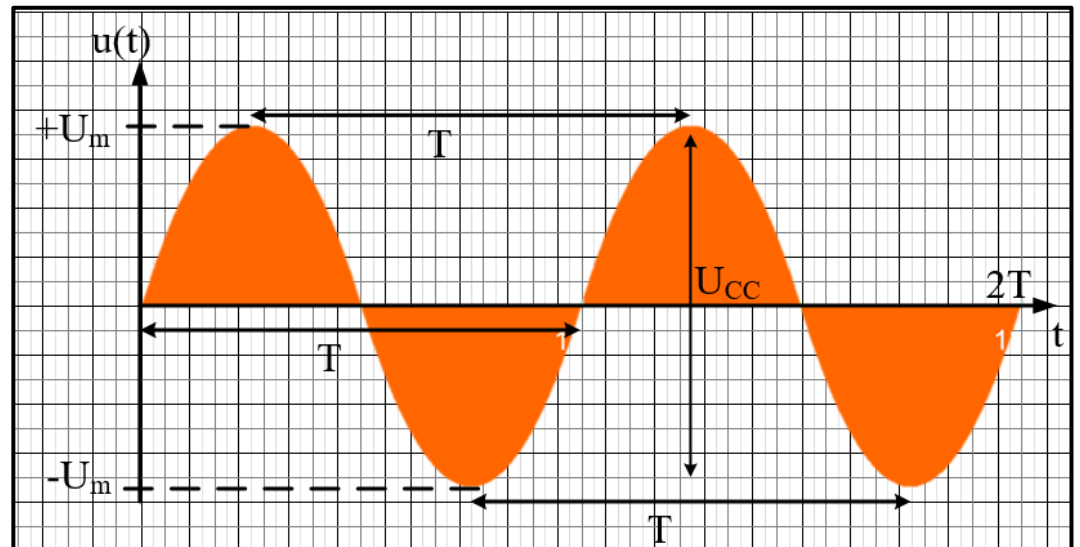
3.4- Caractéristiques d'une tension sinusoïdale

3.4.2- Définition

La tension sinusoïdale est une tension périodique et alternative

3.4.2- Sa période et sa fréquence

- La période notée T est le plus petit intervalle de temps au bout duquel la tension se reproduit identique à elle-même. Son unité est la seconde (s).



$$\mathbf{T = b \times d} \text{ avec } \begin{cases} \mathbf{b} : \text{base temps ou sensibilité horizontale en ms / div (ou cm)} \\ \mathbf{d} : \text{nbre de divisions ou déviation horizontale en div (ou cm)} \end{cases}$$

- La fréquence est le nombre de période par seconde. C'est donc l'inverse de la période. Son unité est le Hertz (Hz).

$$N = \frac{1}{T}$$

3.4.2- Sa valeur maximale et sa valeur efficace

La tension maximale ou amplitude U_{max} est la plus grande valeur que prend la tension. Elle se mesure à l'aide de l'oscilloscope.

La tension efficace U_{eff} (ou U) est la tension mesurée à l'aide d'un voltmètre en mode alternatif.

3.4.3- Relation entre tension maximale ou tension efficace

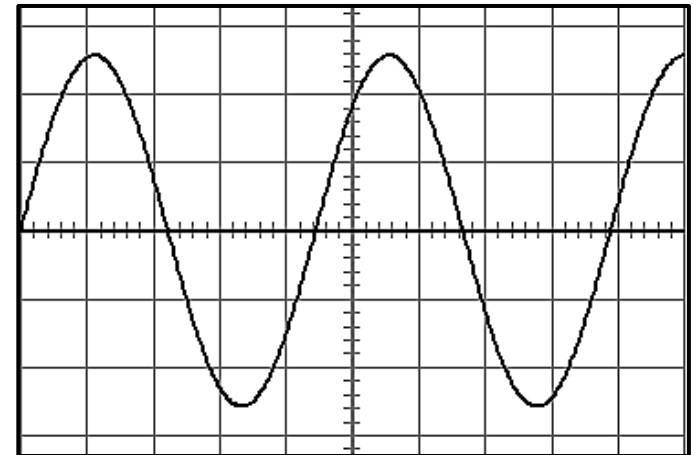
La tension efficace est liée à la tension maximale par la relation :

$$U_{eff} = \frac{U_{max}}{\sqrt{2}}$$

Activité d'application

Déterminer U_m ; U ; T et N

$s_A : 2V/div ; b = 1ms/div$



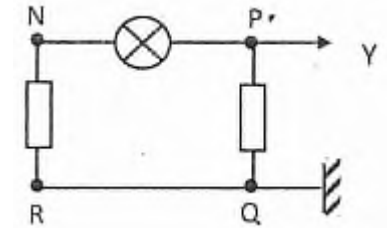
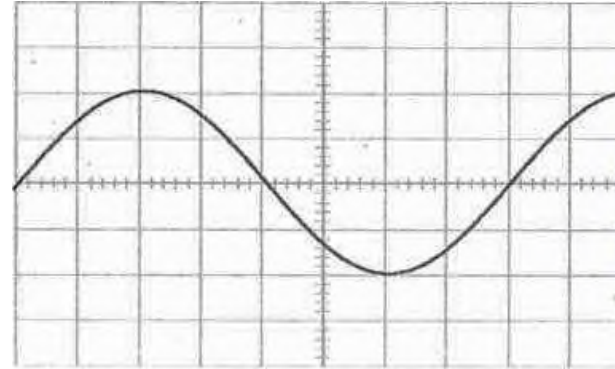
SITUATION D'ÉVALUATION

Au cours d'une séance de TP, ton groupe réalise le montage suivant ci-après.

Les réglages de l'oscilloscope sont :

- Base de temps : 2 ms/div
- Sensibilité verticale : 5 V/div

L'oscillogramme obtenu est donné par la figure suivante :



Il t'est demandé de déterminer les caractéristiques de la tension visualisée

1. Indique la tension que l'oscillogramme visualise.
2. Détermine
 - 2.1 la valeur maximale de la tension
 - 2.2 la valeur efficace de la tension.
3. Calcule
 - 3.1 la période de cette tension
 - 3.2 la fréquence de cette tension.
4.
 - 4.1 On coupe le balayage. Représente, en vraie grandeur l'aspect de l'écran de l'oscilloscope.
 - 4.2. Représente les branchements à réaliser pour obtenir sur l'écran les deux tensions suivantes : U_{NP} ; U_{RN} (On fera deux schémas différents)

Niveau :2nde C

THEME 1 : ELECTRICITE ET ELECTRONIQUE

LEÇON 5 : ETUDE EXPERIMENTALE DE QUELQUES DIPOLES PASSIFS

Durée : 10 heures

HABILETES	CONTENUS
Tracer	les caractéristiques de dipôles passifs : - conducteur ohmique ; - lampe à incandescence ; - diode au silicium ; - diode Zener.
Déterminer	• la résistance d'un conducteur ohmique. • les tensions seuil de la diode au silicium et de la diode Zener. • la tension Zener de la diode Zener.
Connaître	• la loi d'Ohm. • les tensions seuil des diodes. • la tension Zener de la diode Zener.
Appliquer	la loi d'Ohm.
Déterminer	la résistance équivalente de l'association de deux conducteurs ohmiques : - en série ; - en dérivation.
Tracer	la caractéristique de l'association de deux conducteurs ohmiques : - en série ; - en dérivation.

<u>MATERIELS PAR POSTE DE TRAVAIL</u> • • • • •	<u>SUPPORTS DIDACTIQUES :</u> - Schémas sur polycopies - Fiche TD -
	<u>BIBLIOGRAPHIE :</u> Eurin-gié, Arex, Internet, Guides et programmes
<u>PRE-REQUIS :</u> - Intensité du courant électrique - tension électrique - conducteur ohmique 3e	<u>VOCABULAIRE SPECIFIQUE :</u> Dipôle passif – diode – diode Zener – tension de seuil – tension Zener

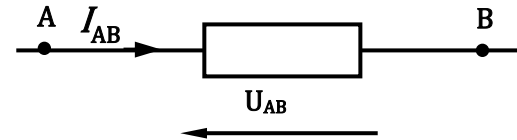
PLAN DU COURS

1- GENERALITES	3
1.1- Définition.....	3
1.2- Caractéristique d'un dipôle passif.....	4
2- ETUDE EXPERIMENTALE D'UN CONDUCTEUR OHMIQUE	4
2.1- Montage expérimental.....	4
2.2- Résultats	4
2.3- Caractéristique intensité-tension.....	5
2.4- Exploitation de la caractéristique	5
2.5- Loi d'ohm.....	6
2.6- Détermination de la résistance d'un conducteur ohmique par le code de couleur	7
3- ETUDE EXPERIMENTALE DES QUELQUES DIPOLES NON LINEAIRES	8
3.1- Diode à jonction.....	8
3.1.1- Montage expérimental.....	8
3.1.2- Résultats.....	8
3.1.2- Caractéristique tension-intensité	9
3.1.3- Exploitation de la caractéristique	9
3.1.3- Conclusion	10
3.1.3- Application de la diode : redressement du courant alternatif	10
3.2- Diode Zener	11
3.3- Lampe à incandescence	12
3.3.1- Montage expérimental	12
3.3.2- Résultats.....	13
3.3.2- Caractéristique intensité-tension	13
3.3.3- Exploitation de la caractéristique	13
3.3.4- Conclusion	13
4- VISUALISATION DE LA CARACTERISTIQUE D'UN DIPOLE PASSIF	14
5- LIMITE D'UTILISATION DES DIPOLES PASSIFS	Erreur ! Signet non défini.
6- ASSOCIATION DE DIPOLES PASSIFS	14
6.1- Associations de conducteurs ohmiques	14
6.1.1- Association en série.....	14
6.1.2- Association en parallèle	15
6.2- Associations en série d'un conducteur ohmique et d'une diode à jonction	Erreur ! Signet non défini.

Moments didactiques/ Durée	Stratégies pédagogiques	Activités Professeur	Activité élèves	Trace écrite
Présentation	Questions-réponses	Rappels/ pré requis	Les élèves répondent aux questions	ETUDE EXPERIMENTALE DE QUELQUES DIPOLES PASSIFS
				<p style="text-align: center;"><u>Situation d'apprentissage</u></p> <p>Deux élèves en classe de 2^{nde}C au Lycée Moderne de Bonon discutent. L'un soutient que tous les dipôles passifs se comportent de la même façon dans un circuit électrique. L'autre n'est pas de cet avis. Pour s'accorder, ils informent les autres élèves de la classe. Ensemble, ils décident de tracer les caractéristiques d'un conducteur ohmique, d'une lampe à incandescence, d'une diode au silicium et d'une diode Zener, de les exploiter puis d'appliquer la loi d'Ohm.</p> <p>1- <u>GENERALITES</u></p> <p style="padding-left: 40px;">1.1- <u>Définition</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Un dipôle est un composant électrique ou une association de composantes électriques possédant deux bornes (ou pôles). Exemples : le conducteur ohmique, la pile, la lampe... • Un dipôle passif est un dipôle dont la tension à ses bornes hors d'un circuit est nulle. Exemples : le conducteur ohmique, la lampe, la diode...

1.2- Caractéristique d'un dipôle passif

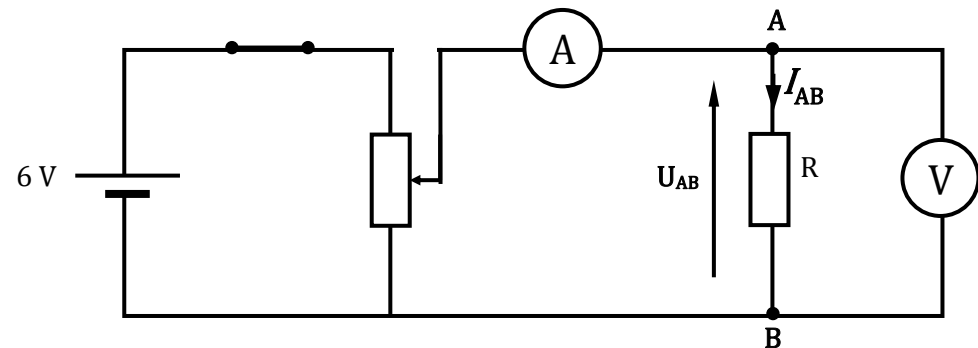
Dans un circuit électrique, la tension U_{AB} aux bornes d'un dipôle passif et l'intensité I_{AB} du courant qui le traverse sont représentées par des flèches de sens contraires



La représentation graphique de la fonction $I_{AB} = f(U_{AB})$ ou $U_{AB} = f(I_{AB})$ est la caractéristique intensité-tension ou tension-intensité du dipôle.

2- ETUDE EXPERIMENTALE D'UN CONDUCTEUR OHMIQUE

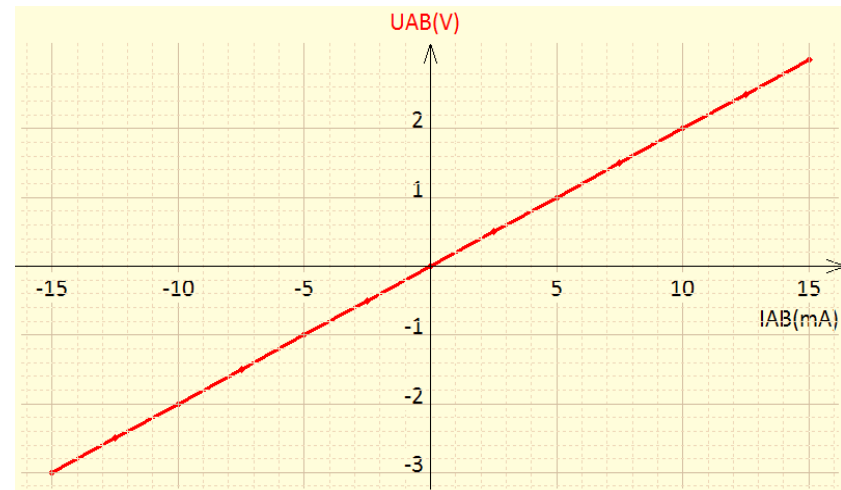
2.1- Montage expérimental



2.2- Résultats

	Courant inverse							Courant direct						
$U_{AB}(V)$	-3	-2,5	-2	-1,5	-1	-0,5	0	0,5	1	1,5	2	2,5	3	
$I_{AB}(mA)$	-15	-12,5	-10	-7,5	-5	-2,5	0	2,5	5	7,5	10	12,5	15	

2.3- Caractéristique intensité-tension



2.4- Exploitation de la caractéristique

La caractéristique est une droite passant par l'origine ; de plus en inverse comme en direct, le conducteur ohmique a le même comportement : c'est donc un dipôle passif linéaire et symétrique.

La tension est proportionnelle à l'intensité du courant qui traverse le dipôle.

Déterminons la pente de cette droite :

$$R = \frac{\Delta U}{\Delta I} = \frac{3 - (-3)}{0,015 - (-0,015)} = \frac{6}{0,03} = 200 \Omega$$

R est appelé résistance du conducteur ohmique. Elle mesure la capacité du conducteur ohmique à s'opposer au passage du courant. Elle se mesure en ohm (Ω).

Remarque :

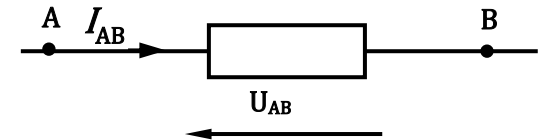
La conductance d'un conducteur ohmique est l'inverse de sa résistance. Elle s'exprime en siemens (S)

$$G = \frac{1}{R} \quad \text{AN : } G = \frac{1}{200} = 0,005 \text{ S}$$

2.5- Loi d'ohm

La tension aux bornes d'un conducteur ohmique est proportionnelle à l'intensité du courant qui le traverse :

$$U_{AB} = RI_{AB} \text{ avec } \begin{cases} U_{AB} \text{ en V} \\ R \text{ en } \Omega \\ I_{AB} \text{ en A} \end{cases}$$

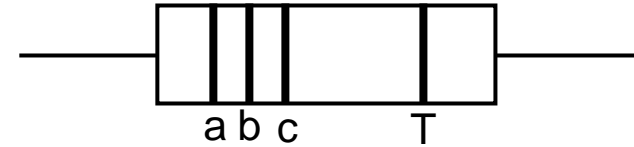


Activité d'application 1

Un conducteur ohmique est traversé par un courant d'intensité 250 mA ; la tension aux bornes de ce dipôle est alors égale à 24 V.

- 1- Déterminer sa résistance R.
- 2- Déterminer la tension à ses bornes lorsqu'il est traversé par un courant de 0,1 A.

2.6- Détermination de la résistance d'un conducteur ohmique par le code de couleur



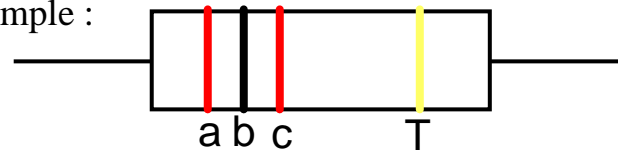
La valeur de la résistance est donnée par la relation :

$$R = ab \cdot 10^c \pm T$$

Tableau de code de couleur :

couleur	Noir	Brun	Rouge	Orange	Jaune	Vert	Bleu	Violet	Gris	Blanc	Or	Argent
a, b, c	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	-1	-2
Tolérance (T)	1%	2%				0,5%	0,25%	0,1%			5%	10%

Exemple :

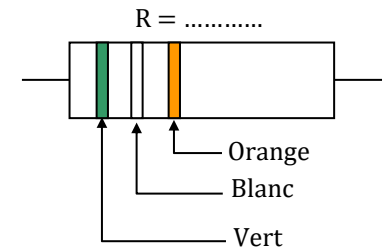
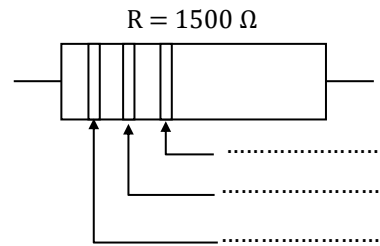


$$R = 20 \cdot 10^2 \pm 5\% \Omega$$

$$R = 200 \pm 10 \Omega \Rightarrow 190 \Omega \leq R \leq 220 \Omega$$

Activité d'application 2

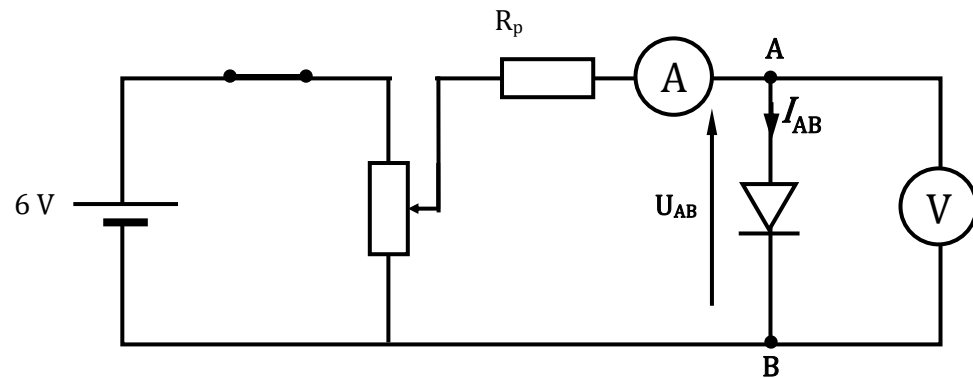
Compléter en indiquant les couleurs des anneaux ou en inscrivant la valeur de la résistance R



3- ETUDE EXPERIMENTALE DES QUELQUES DIPOLES NON LINEAIRES

3.1- Diode à jonction

3.1.1- Montage expérimental

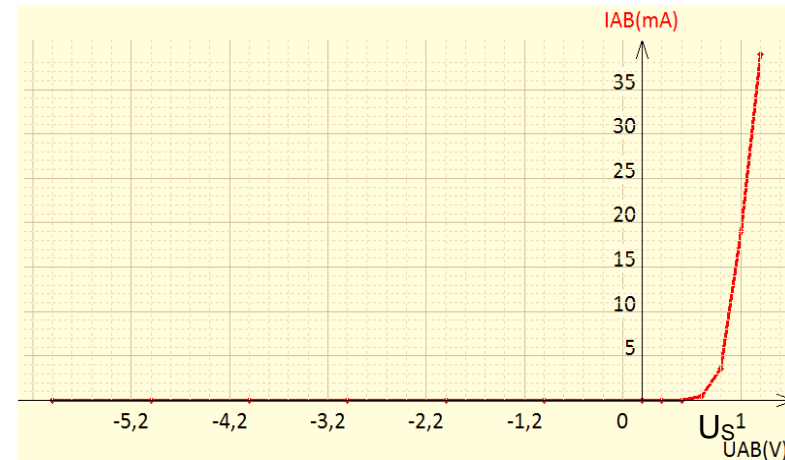


3.1.2- Résultats

	Courant inverse							Courant direct					
$U_{AB}(V)$	-6	-5	-4	-3	-2	-1	0	0,2	0,4	0,6	0,8	1	1,2

$I_{AB}(\text{mA})$	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,5	3,5	19	39
---------------------	---	---	---	---	---	---	---	---	---	-----	-----	----	----

3.1.2- Caractéristique tension-intensité



3.1.3- Exploitation de la caractéristique

La caractéristique est une courbe non symétrique. La diode est donc un dipôle non linéaire et dissymétrique.

Sens direct ($U_{AB} > 0$) :

- Si $U_{AB} < U_S$, $I = 0$; la diode se comporte comme un isolant. On dit qu'elle est bloquée.
- Si $U_{AB} \geq U_S$ $I \neq 0$; la diode conduit le courant. On dit qu'elle est passante

Sens inverse ($U_{AB} < 0$) :

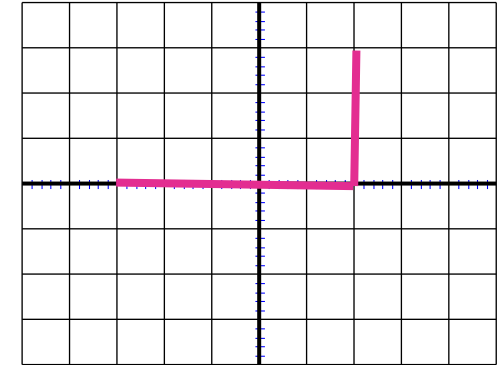
L'intensité du courant est quasiment nulle, on considère que la diode est bloquée.

U_s est appelée tension seuil : c'est la valeur minimale de la tension U_{AB} à partir de laquelle la diode devient conductrice : Ici $U_s = 0,6 \text{ V}$

Remarque :

Une diode parfaite est une diode telle que :

- $U_{AB} < U_s$; $I_{AB} = 0$, elle équivaut à un interrupteur ouvert. Elle est donc bloquée.
- $U_{AB} = U_s$; $I_{AB} \neq 0$, elle équivaut à un interrupteur fermé. Elle est donc passante.

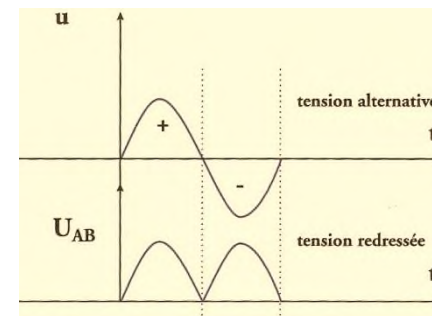
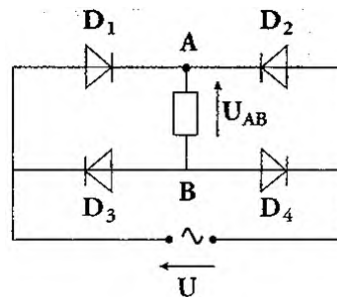


La diode idéale est une diode parfaite sans tension de seuil ($U_s = 0$)

3.1.3- Conclusion

Une diode est dipôle dissymétrique qui ne conduit pratiquement le courant que dans un seul sens : sens direct ; la tension à ses bornes reste alors quasiment égale à la tension seuil.

3.1.3- Application de la diode : redressement du courant alternatif

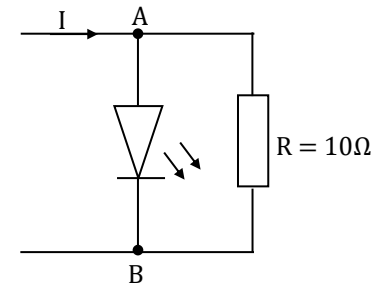


Quel que soit le signe de U , $U_{AB} > 0$

La tension est donc redressée et on a une double alternance

Activité d'application 4

Le montage de la figure ci-contre est réalisé avec une diode électroluminescente (D.E.L.) de tension de seuil $U_s = 2\text{ V}$. Une D.E.L. émet de la lumière lorsqu'elle est traversée par un courant électrique.



1- On fixe $I = 90\text{ mA}$

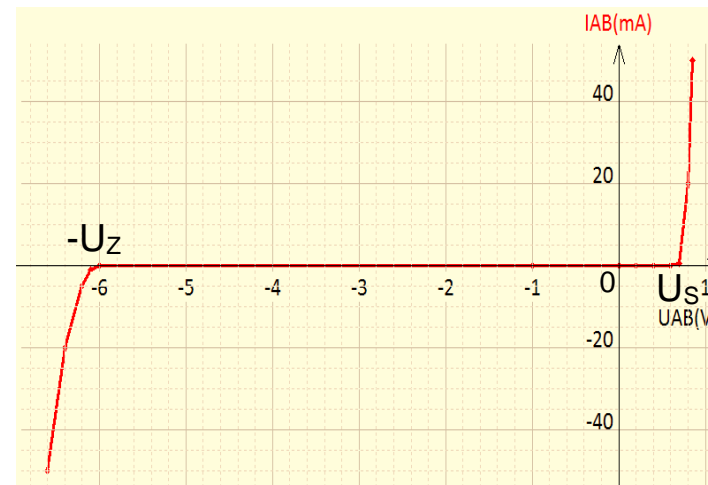
1-1- Déterminer la tension U_{AB} en considérant que la diode est bloquée.

1-2- L'hypothèse faite à la question précédente est-elle vérifiée ?

2- On augmente progressivement l'intensité du courant I . A partir de quelle valeur minimale I_m la diode commence-t-elle à émettre de la lumière ?

3.2- Diode Zener

➤ Son symbole est :



➤ Sa caractéristique est :

- Sens direct ($U_{AB} > 0$), la diode Zener se comporte comme une diode à jonction classique.
- Sens inverse ($U_{AB} < 0$) :
 - $-U_Z < U \leq 0$; $I = 0$; la diode Zener est bloquée
 - $U \leq -U_Z$ la diode Zener est passante.

La tension U_Z est appelée **tension Zener**

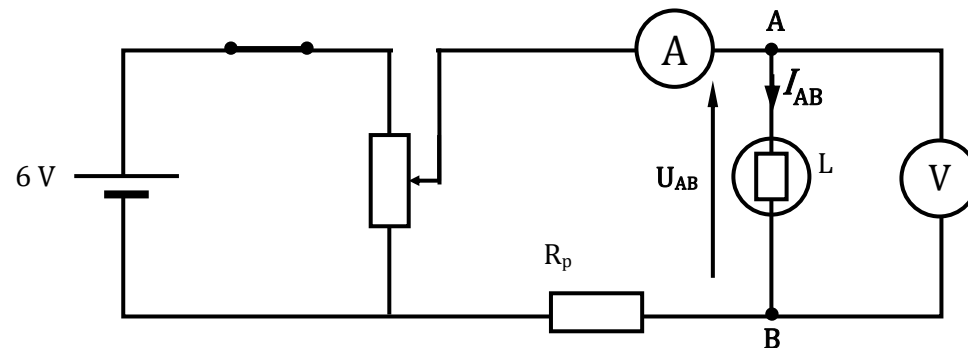
Ici $U_Z = 6 \text{ V}$

Remarque :

Les caractéristiques des diodes (à jonction et Zener) passent par l'origine du repère mais elles ne sont pas linéaires : les diodes sont des dipôles passifs non linéaires.

3.3- Lampe à incandescence

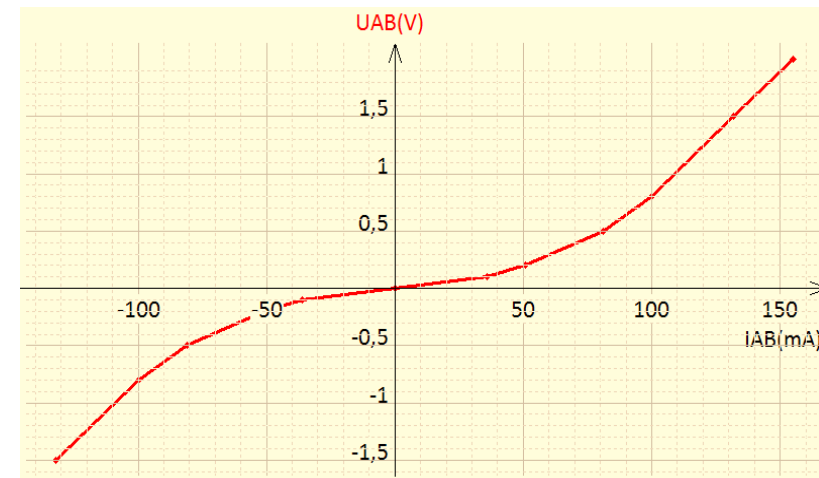
3.3.1- Montage expérimental



3.3.2- Résultats

	Courant inverse						Courant direct					
$U_{AB}(V)$	-1,5	-0,8	-0,5	-0,2	-0,1	0	0,1	0,2	0,5	0,8	1,5	2
$I_{AB}(mA)$	-132	-100	-81	-51	-36	0	36	51	81	100	132	155

3.3.2- Caractéristique intensité-tension



3.3.3- Exploitation de la caractéristique

La caractéristique passe par l'origine du repère et est symétrique par rapport à celle-ci mais elle n'est pas une droite : c'est un dipôle passif symétrique non linéaire.

Le rapport $\frac{U}{I}$ varie : la résistance du filament d'une lampe à incandescence varie avec la température.

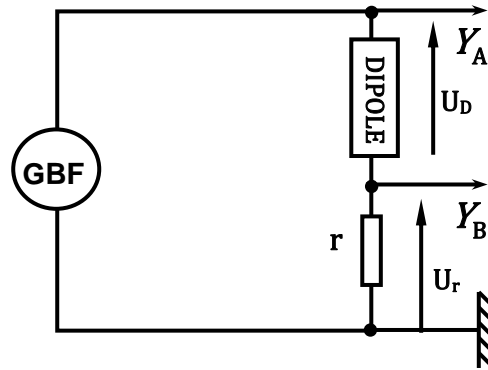
3.3.4- Conclusion

La résistance d'un conducteur augmente avec la température.

4- VISUALISATION DE LA CARACTERISTIQUE D'UN DIPOLE PASSIF

Pour visualiser la caractéristique d'un dipôle passif à l'oscilloscope, on peut :

- Utiliser la fonction test de l'oscilloscope ou
- Réaliser le montage ci-dessous



Le sélecteur de base temps doit être sur la position XY.

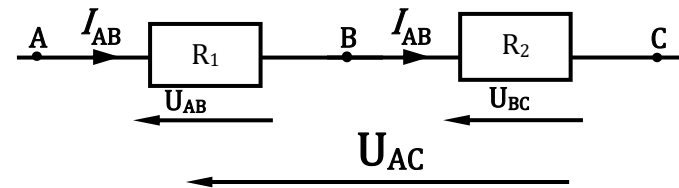
La résistance r doit être faible, de telle sorte que :

$$U_r \ll U_D ; \text{ on a alors : } U_r + U_D \cong U_D$$

5- ASSOCIATION DE DIPOLES PASSIFS

5.1- Associations de conducteurs ohmiques

5.1.1- Association en série



$$\text{On a : } U_{AC} = U_{AB} + U_{BC} \Rightarrow R_e I_{AB} = R_1 I_{AB} + R_2 I_{AB} \Rightarrow R_e = R_1 + R_2$$

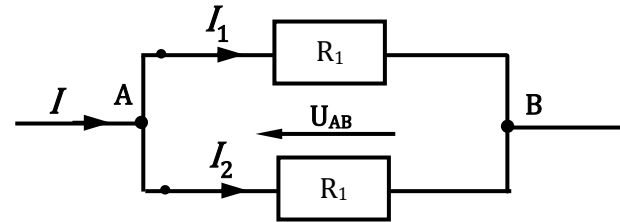
Le dipôle équivalent à l'association en série de deux conducteurs ohmiques de résistances R_1 et R_2 est un conducteur ohmique de résistance R_e telle que :

$$R_e = R_1 + R_2$$

Pour plusieurs conducteurs ohmiques :

$$R_e = R_1 + R_2 + \dots + R_n = \sum_{i=1}^n R_i$$

5.1.2- Association en parallèle



$$I = I_1 + I_2 \Rightarrow \frac{U_{AB}}{R_e} = \frac{U_{AB}}{R_1} + \frac{U_{AB}}{R_2}$$

$$\frac{1}{R_e} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}$$

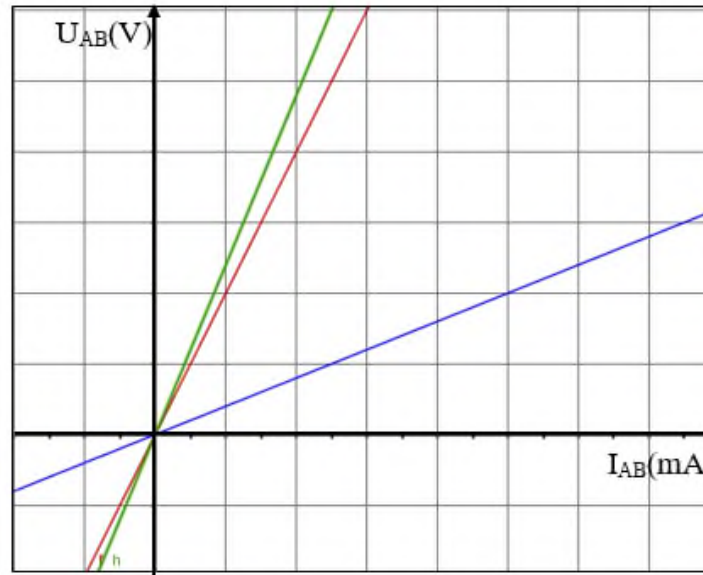
L'inverse de la résistance équivalente de l'association en dérivation de deux conducteurs ohmiques est égal à la somme des inverses de chacun de ces conducteurs ohmiques

$$\frac{1}{R_e} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \Rightarrow R_e = \frac{R_1 \times R_2}{R_1 + R_2}$$

Pour plusieurs conducteurs ohmiques :

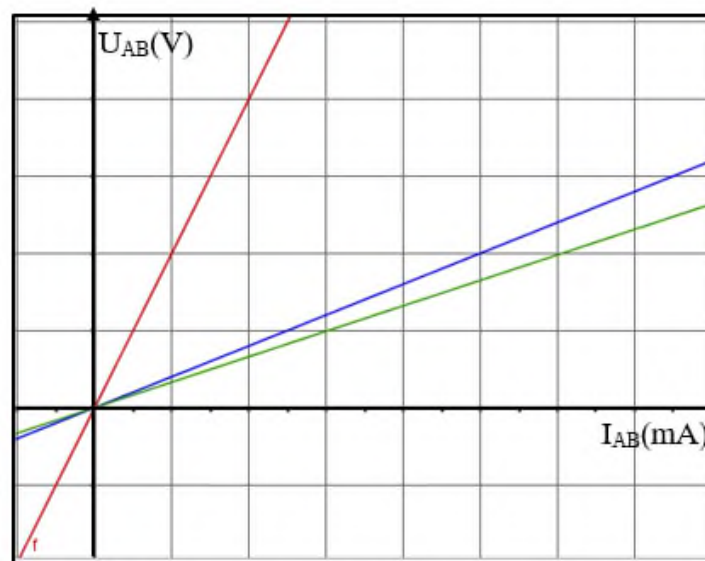
$$\frac{1}{R_e} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \dots + \frac{1}{R_n} = \sum_{i=1}^n \frac{1}{R_i}$$

6- CARACTERISTIQUES DE L'ASSOCIATION DE DEUX CONDUCTEURS OHMIQUES



- Caractéristique $R_1 = 200 \Omega$
- Caractéristique $R_2 = 40 \Omega$
- Caractéristique de l'association en série de R_1 et R_2

Association en série



- Caractéristique $R_1 = 200 \Omega$
- Caractéristique $R_2 = 40 \Omega$
- Caractéristique de l'association en parallèle de R_1 et R_2

Association en parallèle

SITUATION D'ÉVALUATION

En vue de proposer un candidat pour le concours d'entrée dans une école d'électricité, un établissement scolaire d'excellence soumet ses meilleurs élèves du niveau 2nde C à un test de présélection.

Le test consiste pour chaque candidat, à identifier trois dipôles de natures différentes : dipôle 1 de bornes A et B, dipôle 2 de bornes C et D et dipôle 3 de bornes E et F. Pour ce faire, chaque candidat dispose en plus des trois dipôles, du matériel suivant :

- un générateur de tension continue ;
- un ampèremètre ;
- un voltmètre ;
- un potentiomètre.

Chaque candidat effectue ensuite deux expériences.

Expérience 1 : les candidats réalisent un montage qui permet de mesurer pour chaque dipôle, l'intensité I du courant électrique qui le traverse en fonction de la tension électrique U appliquée à ses bornes ; ils obtiennent avec chaque dipôle placé dans un sens puis dans l'autre par rapport au sens de I , les résultats suivants :

Dipôle 1

$U_{AB}(V)$	-0,45	-0,4	-0,35	-0,3	0	0,3	0,35	0,4	0,45	0,5	0,55	0,6	0,65
$I_{AB}(mA)$	0	0	0	0	0	1,7	5	12,5	30	60	100	200	300

Dipôle 2

$U_{AB}(V)$	-7,5	-5	-4	-3	-2	-1	0	1	2	3	4	5	7,5
$I_{AB}(mA)$	-350	-276	-245	-208	-166	-113	0	113	166	208	245	276	350

Dipôle 3

$U_{AB}(V)$	-4,5	-4,3	-4	-3,5	-3	-2	-1	0	0,4	0,5	0,7	0,8	7,5
$I_{AB}(mA)$	-100	-30	-10	4	0	0	0	0	1	2	4	30	350

Expérience 2 : les candidats mesurent successivement aux bornes de chaque dipôle en circuit ouvert, la tension électrique.

Tu participes à cette présélection et tu souhaites être le candidat de ton établissement.

- | | | | | |
|--|--|--|--|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| | | | | <ol style="list-style-type: none">1. Fais le schéma du montage électrique réalisé dans l'expérience 1.2. Dégage l'information que fournit l'expérience 2.3. Trace la caractéristique intensité-tension ou tension-intensité de chaque dipôle étudié.4. Déduis des tracés précédents :<ol style="list-style-type: none">4.1 la nature des dipôles ;4.2 les valeurs des grandeurs caractéristiques des dipôles 1 et 3. |
|--|--|--|--|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

Niveau :2nde C

THEME 1 : ELECTRICITE ET ELECTRONIQUE

LEÇON 5 : ETUDE EXPERIMENTALE D'UN DIPÔLE ACTIF. POINT DE FONCTIONNEMENT

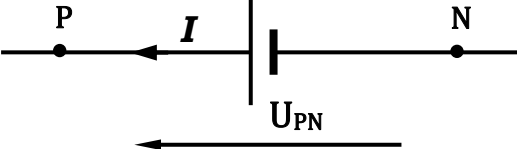
Durée : 5 heures

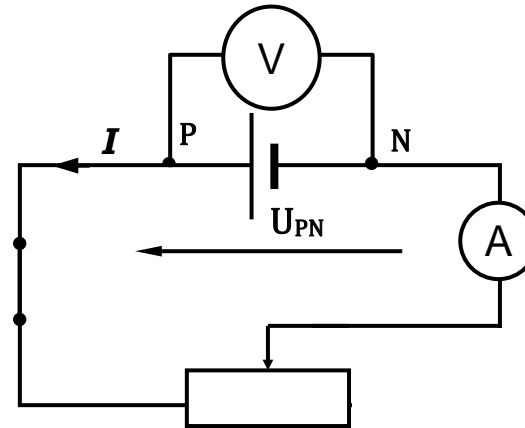
HABILETES	CONTENUS
Tracer	la caractéristique d'un dipôle actif : la pile.
Déterminer	<ul style="list-style-type: none">• la force électromotrice (f.é.m.).• la résistance interne.• le courant de court-circuit (I_{cc}).
Connaître	la relation : $U = E - RI$
Utiliser	la relation : $U = E - RI$.
Déterminer	le point de fonctionnement de l'association d'un dipôle actif et d'un dipôle passif.
Connaître	la loi de Pouillet.
Appliquer	la loi de Pouillet.

<u>MATERIELS PAR POSTE DE TRAVAIL</u> <ul style="list-style-type: none">••••••••••	<u>SUPPORTS DIDACTIQUES :</u> <ul style="list-style-type: none">- Schémas sur polycopies- Fiche TD--
	<u>BIBLIOGRAPHIE :</u> Eurin-gié, Arex, Internet, Guides et programmes
PRE-REQUIS : <ul style="list-style-type: none">- Ions et molécules--	<u>VOCABULAIRE SPECIFIQUE :</u> Dipôle passif – Point de fonctionnement – Loi de Pouillet
<u>STRATEGIES DE TRAVAIL ET CONSIGNES PARTICULIERES :</u> <ul style="list-style-type: none">--	

PLAN DU COURS

1- CARACTERISTIQUE INTENSITE-TENSION D'UNE PILE	3
1.1- <u>Définition d'un dipôle actif</u>	3
1.2- <u>Montage expérimental</u>	3
1.3- <u>Tableau de mesure</u>	4
1.4- <u>Caractéristique intensité-tension</u>	4
1.5- <u>Exploitation de la caractéristique</u>	5
1.6- <u>Conclusion</u>	5
1.7- <u>Intensité de court-circuit</u>	5
2- ASSOCIATION DIPOLE ACTIF ET DIPOLE PASSIF	6
2.1- <u>Point de fonctionnement</u>	6
2.1.1- <u>Définition</u>	6
2.1.1- <u>Détermination graphique du point de fonctionnement</u>	6
2.1.1- <u>Détermination algébrique du point de fonctionnement</u>	8
2.2- <u>Loi de Pouillet</u>	8

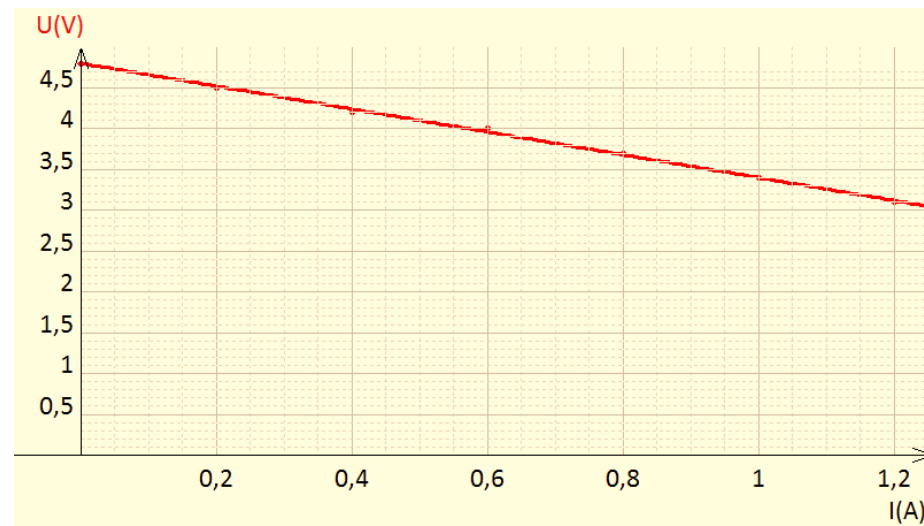
Moments didactiques/ Durée	Stratégies pédagogiques	Activités Professeur	Activité élèves	Trace écrite
Présentation	Questions-réponses	Rappels/ pré requis	Les élèves répondent aux questions	<p style="text-align: center;">ETUDE EXPERIMENTALE D'UN DIPÔLE ACTIF. POINT DE FONCTIONNEMENT</p>
				<p style="text-align: center;"><u>Situation d'apprentissage</u></p> <p>Des élèves en classe de 2nde C au Lycée Moderne de Bonon apprennent dans un livre que la fonction très différente remplie par un dipôle actif par rapport à un dipôle passif apparaît dans sa caractéristique intensité-tension. Ils veulent vérifier cette information. Avec leurs camarades de classe, ils entreprennent de tracer la caractéristique du dipôle actif, de déterminer la force électromotrice et la résistance interne du dipôle puis de déterminer le point de fonctionnement de l'association du dipôle actif et d'un dipôle passif.</p> <p style="text-align: center;">1- CARACTERISTIQUE INTENSITE-TENSION D'UNE PILE</p> <p style="text-align: center;">1.1- Définition d'un dipôle actif</p> <p>Un dipôle est dit actif s'il existe une tension entre ses bornes hors d'un circuit. Les dipôles actifs constituent les générateurs. <i>Exemples</i> : la pile, l'alternateur, l'accumulateur... Symbole et convention :</p> <div style="text-align: center;">  </div> <p style="text-align: center;">1.2- Montage expérimental</p>



1.3- Tableau de mesure

I (A)	0	0,2	0,4	0,6	0,8	1	1,2
U(V)	4,8	4,5	4,2	4	3,7	3,4	3,1

1.4- Caractéristique intensité-tension



1.5- Exploitation de la caractéristique

La caractéristique est une droite de pente (coefficient directeur) négative ne passant pas par l'origine du repère. La pile est donc un **générateur linéaire**.

Son équation est de la forme : $U_{PN} = aI + b$

Pour $I = 0$; $U_{PN} = b$, b est l'ordonnée à l'origine et est appelé **force électromotrice** de la pile (**f.é.m.**). On la note **E**.

a est le coefficient directeur de la droite : $a = \frac{\Delta U}{\Delta I} = \frac{3,1-4,8}{1,2-0} = -1,4$

Posons $-a = r$; r est appelé **résistance interne** de la pile. Elle s'exprime en ohm (Ω). Ici $r = 1,4 \Omega$

Donc la tension aux bornes de la pile est donnée par :

$$U_{PN} = E - rI$$

Remarque : si $r = 0$ alors $U_{PN} = E$; on dit qu'on a un **générateur idéal de tension**.

1.6- Conclusion

Les générateurs linéaires sont caractérisés par **une f.é.m. E** et **une résistance interne r**. Leur fonctionnement obéit à la loi :

$$U_{PN} = E - rI$$

Activité d'application 1

On branche un voltmètre aux bornes d'un dipôle D débranché, celui-ci indique 3 V.

1- D est-il un dipôle actif ou un dipôle passif ?

1- A quoi correspond l'indication du voltmètre ?

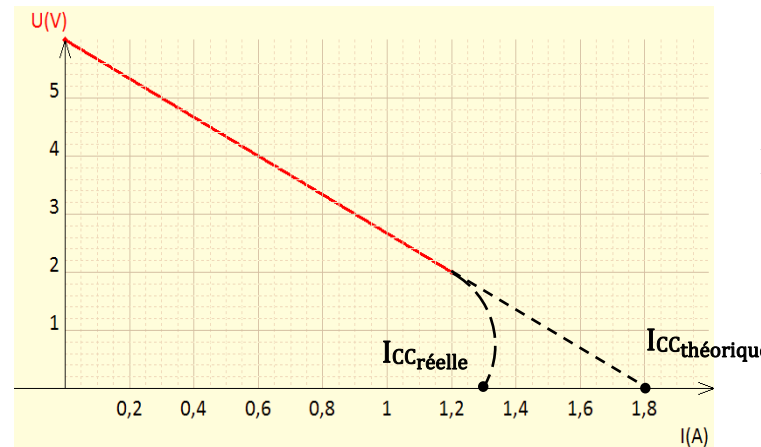
2- La tension aux bornes du dipôle D est de 2,5 V quand il débite un courant d'intensité $I = 0,2$ A. Déterminer sa résistance interne r .

1.7- Intensité de court-circuit

L'**intensité de court-circuit** notée I_{CC} est l'intensité pour laquelle la tension aux bornes du dipôle actif est nulle.

$$U_{PN} = 0 \Rightarrow E - rI_{CC} = 0 \Rightarrow I_{CC} = \frac{E}{r}$$

Graphiquement



$$I_{CC\text{réelle}} < I_{CC\text{théorique}}$$

avec $I_{CC\text{théorique}} = \frac{E}{r}$

2- ASSOCIATION DIPOLE ACTIF ET DIPOLE PASSIF

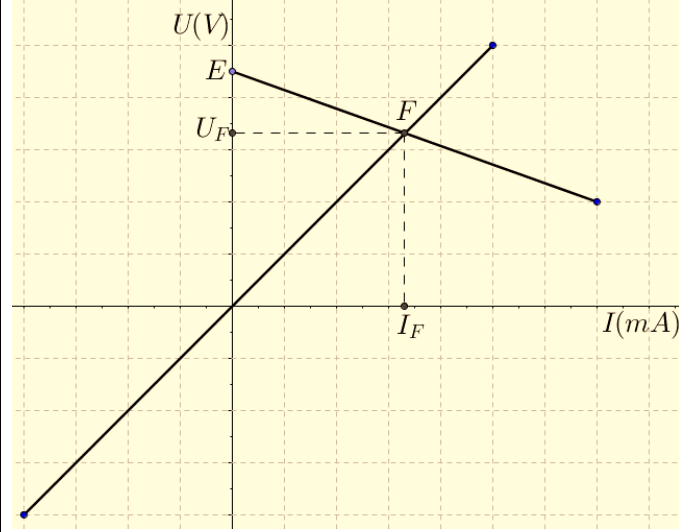
2.1- Point de fonctionnement

2.1.1- Définition

Le fonctionnement d'un dipôle est normal pour une certaine valeur de U_F et I_F . Le couple $(I_F ; U_F)$ est appelé **point de fonctionnement** du circuit.

2.1.2- Détermination graphique du point de fonctionnement

On trace les caractéristiques intensité-tension des deux dipôles (actif et passif) sur le même graphique avec la même échelle. Le point de fonctionnement $(I_F ; U_F)$ est le point d'intersection des deux courbes.



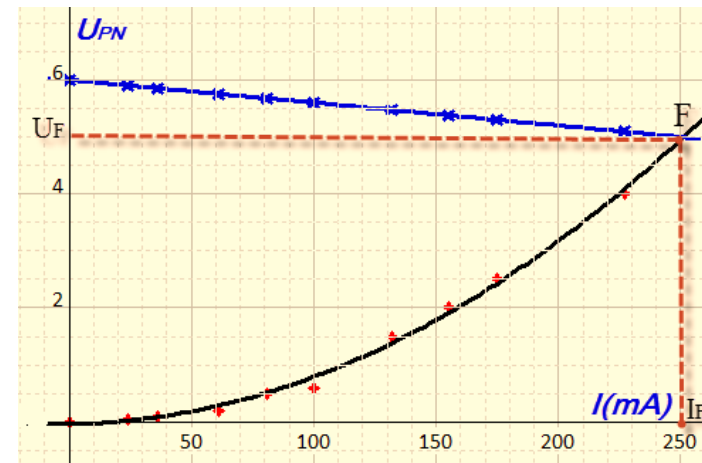
Graphiquement on a :

$$U_F = 3,3 \text{ V et}$$

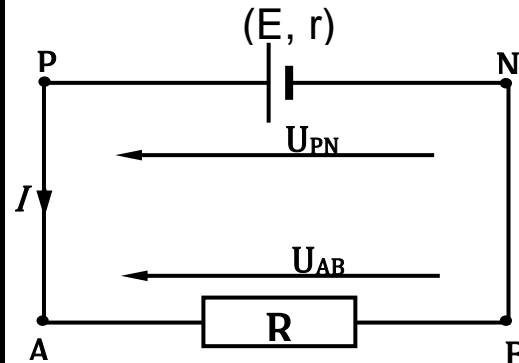
$$I_F = 330 \text{ mA.}$$

Donc **F (0,33 A ; 3,3 V)**

NB : La détermination graphique est utilisée surtout lorsque le dipôle passif est non linéaire.



2.1.3- Détermination algébrique du point de fonctionnement



$$U_{PN} = E - rI \text{ et } U_{AB} = RI \text{ or } U_{PN} = U_{AB} \Rightarrow E - rI = RI$$
$$\Rightarrow (R + r)I = E \Rightarrow I = \frac{E}{R+r}$$

Le point de fonctionnement est tel que :

$$I_F = \frac{E}{R+r} \text{ et } U_F = RI_F = E - rI_F$$

$(U_F = U_{PN} = U_{AB})$

Activité d'application 2

Une pile de f.é.m. $E = 2 \text{ V}$ et de résistance interne $r = 0,1 \Omega$ alimente un conducteur ohmique de résistance $R = 3,9 \Omega$.

1- Tracer les caractéristiques intensité – tension de ces deux dipôles.

Echelle : 1 cm pour 0,25 A

1 cm pour 0,5 V

2- Déterminer graphiquement puis par le calcul, l'intensité du courant dans le circuit et la tension aux bornes du générateur

2.2- Loi de Pouillet

Dans un circuit en série comportant plusieurs piles en concordance et des conducteurs ohmiques, l'intensité du courant s'obtient en divisant la somme des f.é.m. des diverses piles par la somme des résistances des conducteurs ohmiques et des résistances internes des piles.

$$I = \frac{\sum E_i}{\sum R_i + \sum r_i}$$

Activité d'application 3

On considère le circuit électrique suivant

- 1- Donner l'expression de l'intensité du courant qui traverse ce circuit
- 2- Calculer sa valeur numérique pour : $E_1 = 6 \text{ V}$, $r_1 = 2 \Omega$, $E_2 = 4,5 \text{ V}$, $r_2 = 1,5 \Omega$, $R_1 = 3 \Omega$, $R_2 = 5 \Omega$.

Solution

Expression de I et application numérique

$$I = \frac{E_1 + E_2}{R_1 + R_2 + r_1 + r_2} = \frac{6 + 4,5}{3 + 5 + 2 + 1,5} = 0,91 \text{ A}$$

SITUATION D'EVALUATION

Au cours d'une séance de travaux pratiques, un groupe d'élèves de 2^{nde} C doit déterminer le point de fonctionnement d'un circuit électrique comportant une pile et un conducteur ohmique. L'intensité maximale admissible par la pile est $I_{\text{max}} = 0,8 \text{ A}$. Le conducteur ohmique utilisé a une résistance $R = 5 \Omega$ et est caractérisé par une intensité maximale de 1 A .

Les résultats des mesures de la tension aux bornes de la pile et de l'intensité qui traverse le circuit sont consignés dans le tableau suivant :

$U_{\text{PN}} \text{ (V)}$	4,5	4,4	4,3	4,2
$I \text{ (mA)}$	0	100	200	300

Tu es membre du groupe. Il t'est demandé de conduire l'exploitation des résultats de l'expérience.

1.

- 1.1 Définis un dipôle actif.
- 1.2 Définis un dipôle passif.

- | | | | | |
|--|--|--|--|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| | | | | <p>1.3 Indique entre les deux dipôles utilisés, le dipôle passif et le dipôle actif.</p> <p>2. Trace sur le même graphique la caractéristique intensité-tension de la pile et celle du conducteur ohmique.</p> <p>Echelles : 2 cm pour 1 V et 1 cm pour 50 mA</p> <p>3. Détermine :</p> <ul style="list-style-type: none">3.1- la f.é.m. E de la pile ;3.2-la résistance interne de la pile. <p>4. Détermine le point de fonctionnement de l'association des deux dipôles.</p> |
|--|--|--|--|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

Niveau :2nde C

THEME 1 : ELECTRICITE ET ELECTRONIQUE

LEÇON 5 : LE TRANSISTOR : UN AMPLIFICATEUR DE COURANT. LA CHAINE ELECTRONIQUE

Durée : 4,5 heures

HABILETES	CONTENUS
Décrire	le transistor à jonction
Connaître	les symboles du transistor
Tracer	la courbe $I_C = f(I_B)$
Connaitre	les domaines de fonctionnement
Déterminer	Le gain en courant ou le coefficient d'amplification β
Utiliser	le transistor comme amplificateur de courant
Identifier	les éléments d'une chaîne électronique
Connaître	le rôle de chaque élément d'une chaîne électronique

MATERIELS PAR POSTE DE TRAVAIL

-
-
-
-
-
-
-
-
-
-

SUPPORTS DIDACTIQUES :

- Schémas sur photocopies
- Fiche TD
-
-

BIBLIOGRAPHIE :

Eurin-gié, Arex, Internet, Guides et programmes

PRE-REQUIS :

- Ions et molécules

-
-

VOCABULAIRE SPECIFIQUE :

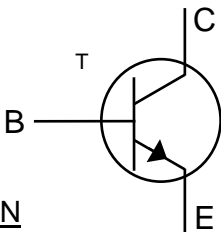
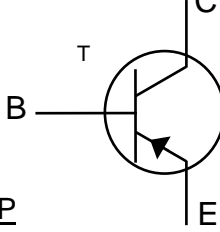
Courant électrique – électron - électrolyte

STRATEGIES DE TRAVAIL ET CONSIGNES PARTICULIERES :

-
-

PLAN DU COURS

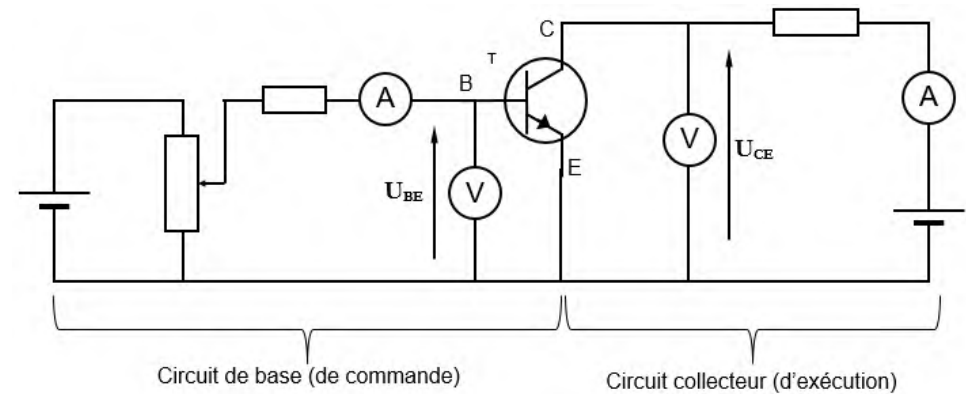
<u>1-</u>	<u>LE TRANSISTOR A JONCTION</u>	3
1.1-	<u>Description de symbole</u>	3
1.2-	<u>Fonctionnement du transistor NPN</u>	4
1.2.1-	<u>Montage expérimental</u>	4
1.2.1-	<u>Tableau de mesure</u>	4
1.2.1-	<u>Caractéristique $I_C = f(I_B)$</u>	4
1.2.2-	<u>Exploitation de la caractéristique</u>	5
1.2.3-	<u>Conclusion</u>	5
1.3-	<u>Application : amplification du son d'un microphone</u>	6
<u>2-</u>	<u>LA CHAINE ELECTRONIQUE</u>	7

Moments didactiques/ Durée	Stratégies pédagogiques	Activités Professeur	Activité élèves	Trace écrite
Présentation	Questions-réponses	Rappels/ pré requis	Les élèves répondent aux questions	<p style="text-align: center;">LE TRANSISTOR : UN AMPLIFICATEUR DE COURANT. LA CHAÎNE ELECTRONIQUE</p>
				<p style="text-align: center;"><u>Situation d'apprentissage</u></p> <p>Une élève de la 2C₁ du Lycée Moderne de Bonon suit un documentaire relatif aux technologies de l'information et de la communication sur la chaîne TV5. Elle apprend ceci : « Le transistor est un composant très important dans les circuits électroniques. Sa découverte en 1948 a permis la fabrication d'appareils électroniques de faible encombrement pouvant fonctionner avec peu d'énergie ».</p> <p>Le lendemain elle informe ses camarades de classe. Voulant en savoir davantage, les élèves entreprennent de s'informer sur le transistor à jonction, d'identifier ses domaines de fonctionnement et de déterminer le gain en courant ou le coefficient d'amplification.</p> <p style="text-align: center;"><u>1- LE TRANSISTOR A JONCTION</u></p> <p style="text-align: center;"><u>1.1- Description de symbole</u></p> <p>Le transistor est l'élément de base de tout circuit électronique. C'est un composant électronique comportant trois bornes : la base (B), le collecteur (C) et l'émetteur (E).</p> <p>Il existe deux types de transistors à jonction :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Le transistor NPN - Le transistor PNP <p>Les deux types de transistor diffèrent par le sens de la flèche au niveau de l'émetteur. Leurs symboles sont :</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="text-align: center;">  <p><u>Le transistor NPN</u></p> </div> <div style="text-align: center;">  <p><u>Le transistor PNP</u></p> </div> </div>

Remarque : la flèche indique le sens du courant dans l'émetteur (E)

1.2- Fonctionnement du transistor NPN

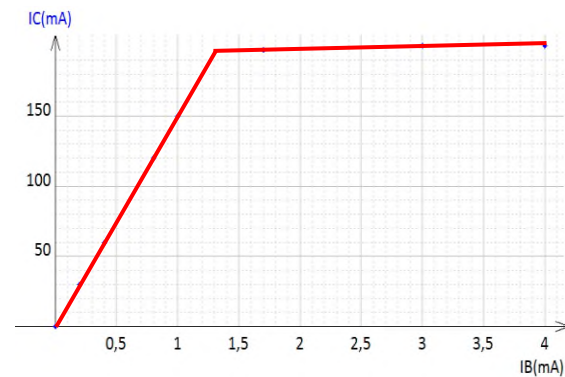
1.2.1- Montage expérimental



1.2.2- Tableau de mesure

$U_{BE}(V)$	0	0,2	0,4	0,6	0,65	0,7	0,75	0,77	0,79	0,81	0,82
$I_B(mA)$	0	0	0	0	0,2	0,4	0,8	1,0	1,7	3	4
$I_C(mA)$	0	0	0	0	30	60	120	150	197	200	200

1.2.3- Caractéristique $I_C = f(I_B)$



1.2.4- Exploitation de la caractéristique

Cette caractéristique fait apparaître deux régimes :

- **$0 < I_B < 0,9 \text{ mA}$: Fonctionnement linéaire** ; I_C est proportionnelle à I_B : $I_C = \beta \cdot I_B$ avec $\beta \gg 1$; le transistor fonctionne en **amplificateur de courant**.

La loi des nœuds donne : $I_E = I_C + I_B = \beta \cdot I_B + I_B = (\beta + 1) \cdot I_B$
 $\beta \gg 1 \Rightarrow I_E \cong \beta \cdot I_B$; soit **$I_E = I_C$**

- **$I_B > 0,9 \text{ mA}$: I_C est constante** ; on dit que **le transistor est saturé**. La tension U_{CE} devient pratiquement nulle. Le transistor se comporte comme un fil conducteur.

Remarque :

On constate aussi que le transistor possède une tension seuil $U_s = 0,6 \text{ V}$:

- Si $U_{BE} < 0,6 \text{ V}$ alors $I_B = 0$ et $I_C = 0$; le transistor est bloqué. Le circuit entre le collecteur et l'émetteur est non conductrice.
- Si $U_{BE} > 0,6 \text{ V}$ alors $I_B \neq 0$ et $I_C \neq 0$; le transistor est débloqué. Tous les circuits sont conducteurs.

1.2.5- Conclusion

En fonction des valeurs de I_B , le transistor peut fonctionner :

- **En commutateur** (tout ou rien) ; il bascule de l'état bloqué (rien) à l'état saturé (tout),
- **En amplificateur de courant** ; l'intensité I_B est amplifiée

$$I_C = \beta \cdot I_B$$

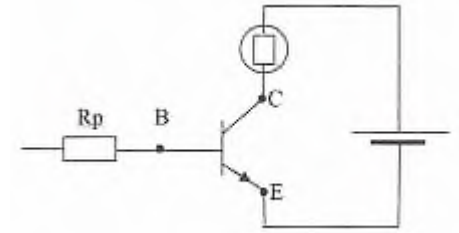
$$I_E \cong I_C \text{ car } I_B \ll I_C$$

Dans les deux cas, le comportement du dipôle CE est commandé par le courant de base

Activité d'application 1

Soit une partie d'un circuit représenté ci-contre :

1. Complète le schéma avec une autre pile afin de débloquer le transistor.
2. Indique alors le sens des différents courants
3. Nomme ces différents courants.
4. Précise le rôle du conducteur ohmique R_p



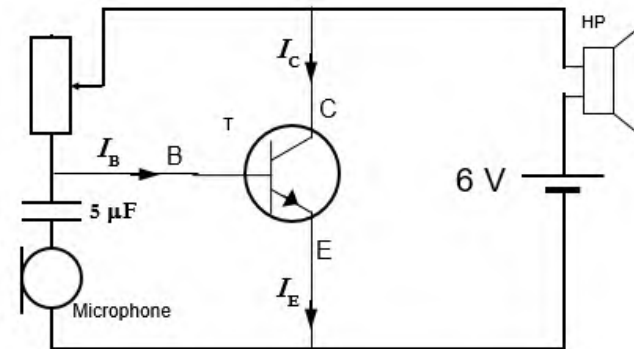
Activité d'application 2

Le gain d'amplification de courant d'un transistor est $\beta = 150$.

En régime linéaire, on mesure $I_C = 400$ mA.

- 1- Détermine l'intensité I_B du courant de base.
- 2- Détermine l'intensité I_E du courant sortant de l'émetteur.

1.3- Application : amplification du son d'un microphone



Le microphone est comme une résistance variable qui varie en fonction des vibrations de l'air provoqué par le son.

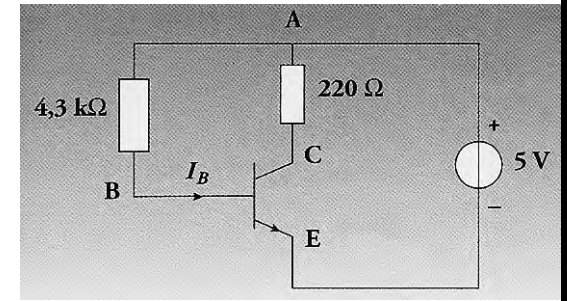
Le son (la voix par exemple) entraîne une variation de la résistance du microphone et donc une faible variation ΔI_B du courant de base. A cette variation, correspond une variation plus grande du courant du collecteur :

$\Delta I_C = \beta \Delta I_B$, transformée en son par le haut-parleur.

Activité d'application

Soit le circuit suivant, on mesure $U_{AC} = 3,1 \text{ V}$.

- 1- Le transistor est-il bloqué ou passant ?
- 2- L'intensité de saturation $I_{Cmax} = 200 \text{ mA}$. Calculer I_C . Le transistor est-il saturé ?
- 3- Le gain en courant du transistor est égal à 140. Calculer I_B , U_{AB} et U_{BE} .

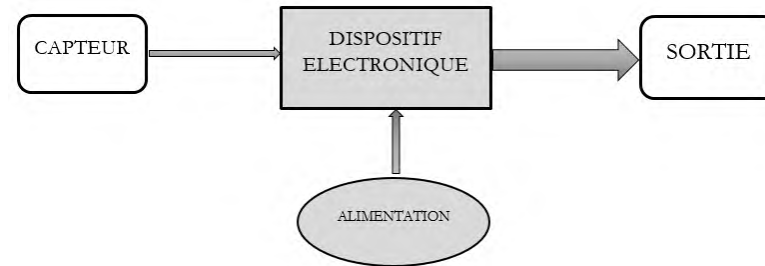


2- LA CHAÎNE ELECTRONIQUE

Une chaîne électronique comprend :

- **Un capteur** ; c'est un dispositif qui détecte un signal (électrique ; mécanique ; optique ...) et le transforme en signal électrique généralement faible :
Exemples de capteur :
 - Capteur de température CTN (sa résistance diminue lorsque sa température augmente)
 - Thermistance CTP (sa résistance diminue lorsque sa température augmente)
 - Capteur de lumière (LDR, photodiode, cellule photoélectrique...)
 - Capteur d'humidité
 - Capteur de pression
 - Capteur de son (microphone)
 - Capteur de fumée ...
- **Un dispositif électronique et son alimentation** amplifie, filtre ... le signal transmis par l'entrée. Exemple : le transistor
Pour fonctionner, il nécessite une alimentation.

- **Un ou plusieurs sorties vers des appareils d'utilisation** : une sonnerie, un voyant lumineux, un écran de contrôle, un afficheur numérique, un haut-parleur...



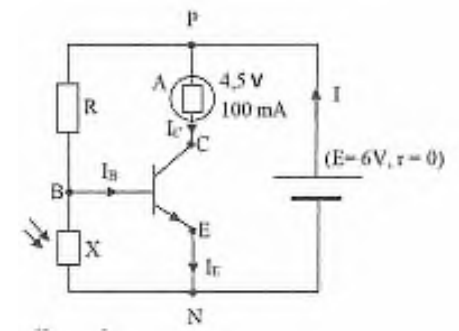
Activité d'application

- 1- Cite les éléments d'une chaîne électronique.
- 2- Illustre chaque élément par un exemple de ton environnement.

SITUATION D'EVALUATION

Après le cours sur le transistor avec leur professeur de Physique-Chimie, un groupe de trois élèves de la 2^{de} C désirent réaliser un système d'éclairage automatique dès que l'obscurité s'installe. Ils réalisent pour cela le circuit suivant qui comprend :

- un générateur de f.é.m. $E = 6\text{ V}$ et de résistance interne négligeable ;
- un transistor NPN, de coefficient d'amplification en courant $\beta = 100$ et ne pouvant fonctionner qu'avec une tension $U_{BE} \geq 0,6\text{ V}$;
- une photorésistance X ayant une résistance valant $8\text{ M}\Omega$ à l'obscurité et $30\ \Omega$ lorsqu'elle est éclairée. A l'obscurité, on négligera le courant dans la branche de la photorésistance à cause de la très grande valeur de la résistance.
- une ampoule électrique A de caractéristiques $(4,5\text{ V} ; 100\text{ mA})$; un écran évite que cette ampoule, lorsqu'elle brille, n'éclaire la photorésistance.
- un conducteur ohmique de résistance $R = 5\text{ k}\Omega$.



A la lumière, on suppose le transistor bloqué ($I_C = 0$).

A l'obscurité, on suppose le transistor passant ($I_C = 100\text{mA}$) :

Tu es membre du groupe.

1. Identifie sur ce schéma les différents éléments de la chaîne électronique.

2. A la lumière :

2.1. Calcule I_B , I_E , I , U_{BE} et U_{CE} .

2.2. Dis si le transistor est effectivement bloqué.

2.3. Précise alors l'état de la lampe.

3- A l'obscurité :

3.1 Calcule I_B , I_E , I , U_{BE} et U_{CE} .

3.2 Dis si le transistor est effectivement passant.

3.3 Précise alors l'état de la lampe.

4. Déduis de ce qui précède si votre projet est réussi.