



REPUBLIQUE ISLAMIQUE DE MAURITANIE

Honneur - Fraternité - Justice

MINISTRE DE L'EDUCATION NATIONALE  
ET DE LA REFORME DU SYSTEME EDUCATIF  
INSTITUT PEDAGOGIQUE NATIONAL

Physique 4 AS

# *Sciences Physiques*

## 4<sup>ème</sup> AS

2024



Physique 4 AS

IPN



## AVANT-PROPOS

Chers collègues Professeurs,

Chers élèves,

C'est dans le cadre des énormes efforts que fournit l'Institut Pédagogique National pour mettre à votre disposition, dans les meilleurs délais, un outil pouvant vous aider à accomplir respectivement votre tâche que s'inscrit l'élaboration de ce manuel intitulé : Sciences physiques 4<sup>ème</sup> AS pour la quatrième année du collège. Celui-ci est conçu conformément aux nouveaux programmes en vigueur. Il vise à offrir aussi bien au professeur qu'à l'élève une source d'informations pour aider le premier à préparer son cours et le second à mieux assimiler son programme de l'année et même à élargir son horizon. Il importe cependant qu'il ne peut en aucun cas être le seul support, ni pour l'un, ni pour l'autre et doit être renforcé et enrichi à travers la recherche d'autres sources d'informations.

Le contenu de ce manuel est réparti en dix chapitres

Chaque chapitre renferme tous les savoirs énoncés dans le programme dégagés à partir de l'étude d'exemples ou de situations décrites dans divers documents choisis pour leur adaptation à nos réalités.

Chaque chapitre est sanctionné par une série d'exercices pour évaluer les notions fondamentales abordées.

Nous attendons vos précieuses remarques et suggestions en vue d'améliorer ce manuel dans ces prochaines éditions.

### Les auteurs

**Dah O/ Mouhamed El Mokhtar**

Inspecteur Pédagogique de  
l'Enseignement Secondaire

**Mohamed Abdou Leffad**

Inspecteur Pédagogique de  
l'Enseignement Secondaire

### Maquettiste

**Oumry Ahmed Bebba**

**I.P.N**

### Revisé par :

**Mohamed limam Ahmed babou El ghady**

**Baba Salahi**

**Conseiller Pédagogique à L'IPN**

**Conseiller Pédagogique à L'IPN**



IPN





## CHAPITRE I : LES MATERIEAUX



### Objectifs :

**Savoir identifier et différencier les différents matériaux par leurs caractéristiques**

**Savoir choisir le matériau le mieux adapté pour une utilisation donnée**



# I - INTRODUCTION

## 1- Définition:

Les matériaux sont des substances utilisées pour la construction des objets, machines, bâtiments.. ....etc. (Larousse).

## 2- Caractéristiques d'un matériau

Un matériau possède plusieurs propriétés qui peuvent être :

- Physiques
- Chimiques
- Mécaniques
- Électriques
- Thermiques
- Économiques
- Environnementales

Les matériaux sont choisis pour la fabrication d'un objet en fonction de leurs caractéristiques.

Des tests sont faits et permettent de classer les matériaux en fonction de leurs propriétés. Cette démarche spécifique est appelée la hiérarchisation des propriétés. Ainsi, on appelle caractéristique d'un matériau une propriété de ce matériau qui permet de bien mettre en évidence l'avantage ce matériau par rapport à un autre dans le choix de matériaux.

Une solution technique définie, le matériau à choisir doit avoir des caractéristiques bien précises qui répondent aux contraintes imposées à un objet technique. L'objet sera fabriqué avec un procédé bien précis en adéquation avec les matériaux choisis.

Selon leurs propriétés, les matériaux sont classés en trois grandes familles.

- ▶ Matériaux métalliques
- ▶ Matériaux organiques
- ▶ Matériaux céramiques

# II- MATERIAUX METALLIQUES (METAUX ET ALLIAGES)

## 1- Définition :

Un métal est un corps simple caractérisé par un éclat particulier, dit éclat métallique, qui a une aptitude à la déformation, une tendance marquée à former des cations,

et qui conduit généralement bien la chaleur et l'électricité. (Le Petit Larousse)

Les métaux sont des éléments naturels. On les trouve dans le sol, le plus souvent sous forme de minerai, parfois sous la forme de métal (pépites d'or).

### Exemples :

Fer, Cuivre, Aluminium, Or.....

Généralement les métaux ne sont pas utilisés à l'état pur, ils sont mélangés à d'autres composants, métalliques ou non, afin d'améliorer leurs caractéristiques.

Ce sont les alliages.

### Exemples :

- **Acier** : fer + carbone (entre 0.03% et 2%)
- **Fonte** : fer + carbone (entre 2% et 6%)
- **Acier inoxydable (inox)** : fer + chrome
- **Laiton** : cuivre + zinc
- **Bronze** : cuivre + étain
- **Zamak** : aluminium + zinc

## 2 - Propriétés communes des métaux

- \* Les métaux sont des très bons **conducteurs** de d'électricité et de chaleur.
- \* Ils sont solides dans les conditions usuelles de pression et température sauf le mercure.
- \* Ils sont déformables.
- \* Ils possèdent tous un éclat métallique en réfléchissant la lumière.
- \* Ils sont attaqués par certaines solutions (le fer rouille en présence d'eau).
- \* Ils **ne brûlent pas** facilement

## 3 - Différencier les métaux

**La couleur** : Tous les métaux ont l'éclat métallique mais ils ont tous des couleurs différentes.

Ainsi l'or est jaune, le fer est gris, l'aluminium est gris clair, le cuivre est rouge orangé... Cependant cette différence ne suffit pas pour les différencier car plusieurs métaux peuvent avoir des couleurs très proches.

**La corrosion** : On parle de la corrosion quand un métal est attaqué par l'air humide.

La rouille du fer est l'exemple le plus connu des corrosions. Si on laisse un morceau de fer à l'air libre sans protection, il va rouiller : le dioxygène de l'air humide va attaquer le métal jusqu'à sa disparition complète. Comme c'est le dioxygène qui attaque, on parle d'oxydation.

D'autres métaux ne réagissent pas ainsi : l'or et l'argent, par exemple, ne s'oxyde pas. Ils n'ont pas besoin, donc, d'être protégés.

D'autres métaux s'oxydent mais, à l'inverse du fer, l'attaque est stoppée à la surface du métal car il se forme une pellicule imperméable à l'air, l'oxygène ne peut plus agresser le métal (c'est le cas du cuivre et du zinc).

**L'attraction par un aimant** : Seul le fer, le nickel et le cobalt (et leurs alliages) sont attirés par un aimant. Voilà pourquoi ce principe est utilisé dans l'industrie pour séparer le fer des autres métaux.

**La densité** : Tous les métaux ne sont pas aussi lourds. Par exemple, l'aluminium est un métal utilisé dans les avions car il est très léger.

#### 4- Les principaux métaux



##### • L'Aluminium

Symbole	Masse volumique	Point de fusion
Al	2,7g/cm <sup>3</sup>	660°C

##### Les propriétés d'aluminium

✓ L'Aluminium est un métal blanc de densité 2,7. Il fond à 660 °C.

Il résiste à la corrosion dans l'air car il se recouvre d'une couche d'oxyde d'aluminium imperméable à l'air.

✓ L'Aluminium, préparé à partir d'un minerai, la bauxite, est apprécié pour sa légèreté.

✓ Il a une bonne résistance mécanique

✓ L'Aluminium est un excellent conducteur de la chaleur et de l'électricité.

✓ L'Aluminium est ductile : étirable en fil (*déformation plastique*) sans rupture

✓ L'Aluminium est malléable : peut être facilement travaillé à basse température et déformé sans se rompre, ce qui permet de lui donner des formes très variées.

✓ L'Aluminium est recyclable à 100% sans dégradation de ses propriétés. Son recyclage ne nécessite que peu d'énergie : 5% seulement de l'énergie utilisée pour la production de métal primaire.

✓ L'Aluminium est imperméable : Même à très faible épaisseur, une feuille d'aluminium est totalement imperméable et ne laisse passer ni lumière, ni micro-organismes, ni odeurs. De plus le métal lui-même ne libère ni odeur ni goût, ce qui en fait un élément de choix pour l'emballage alimentaire ou pharmaceutique.

✓ L'Aluminium est réfléchissant, il possède un pouvoir réfléchissant élevé de la lumière ainsi que de la chaleur ce qui, ajoute à son faible poids, en fait un matériau idéal pour les réflecteurs dans les matériels d'éclairage ou les couvertures de survie.

### Utilisation

Il sert à la fabrication d'ustensiles de cuisine, de carters de moteur, d'emballages alimentaires et pharmaceutique, d'huisseries métalliques, de bicyclettes, d'avion, de bâtiment... etc.

### Le Fer



Symbole	Masse volumique	Point de fusion
Fe	7,87 g/Cm <sup>3</sup>	1539°C

### Les propriétés de fer

✓ Le Fer est un métal blanc-gris.

✓ Malléable

✓ Ductile

✓ Perméable au champ magnétique.

✓ Il est préparé à partir de minerais comme l'hématite, la magnétite ou la limonite.

Associé à moins de 2 % de carbone,

✓ Le Fer ne résiste pas à la corrosion dans l'air humide. Il se forme de la rouille, de couleur brune (couleur rouille), perméable à l'air

### Utilisation

Le fer est largement utilisé dans la technologie et l'industrie généralement (sous forme de barres dans les charpentes ou d'armatures dans le béton armé),

dans l'outillage, dans la construction automobile (carrosserie de voiture), dans l'emballage (boîtes de conserve, canettes), dans la construction métallique: rails, ponts, etc.

Il est utilisé en électronique pour fixer les informations sur des supports appropriés (bande magnétique, cassette audio, et vidéo).

Il forme un alliage, l'acier, largement utilisé

## Le Cuivre



Symbole	Masse volumique	Point de fusion
Cu	8,9 g.cm <sup>-3</sup>	1083 °C

### Les propriétés du Cuivre

∨ Le Cuivre est un métal rouge-brun, il se trouve en petites quantités, à l'état de métal pur dans certains gisements.

∨ Le métal Cuivre est préparé principalement à partir d'un minerai, la chalcopirite.

∨ Le Cuivre est un métal très bon conducteur de l'électricité.

∨ Le Cuivre est malléable.

∨ Le Cuivre est ductile, on peut facilement le mettre en forme (fils, lames, couches minces pour l'électronique).

∨ Le Cuivre est plus dur et doté de meilleures propriétés mécaniques que l'aluminium,

∨ Le Cuivre est moins cher que l'argent,

### Utilisation :

- Le Cuivre est utilisé massivement dans l'industrie : Électrique (alimentation en électricité, bobinage, moteurs ...), thermique (échangeurs), et aussi dans l'aquaculture (grillages), les canalisations, l'architecture (décoration), l'électronique

....

- Il est utilisé comme fongicide et bactéricide.

- Les couleurs de ses dérivés (vert, bleu ...) le font utiliser dans des pigments

- Le Cuivre et ses alliages comme le bronze et le laiton résistent à la corrosion

dans l'air car, au contact de l'air, ils se recouvrent d'une couche verte imperméable appelée vert-de-gris.

## L'Argent



Symbole	Masse volumique	Point de fusion
Ag	10,49 g/cm <sup>3</sup>	961,93°C

### Les propriétés de l'argent

- ∨ L'Argent est un métal précieux car il est rare dans la nature. Il est blanc, très brillant
- ∨ L'Argent est forgeable
- ∨ L'Argent est ductile
- ∨ L'Argent est très facile à être frottée
- ∨ L'Argent est peu dure ce qui facilite la fabrication de produits joailliers (on l'utilise avec le Cuivre).
- ∨ L'Argent se caractérise par une grande malléabilité
- ∨ L'Argent est caractérisé par une faible résistance mécanique

### Utilisation :

L'Argent est largement utilisé dans la bijouterie, l'orfèvrerie, photographie, électronique....

Il est utilisé pour la fabrication des circuits électroniques car c'est le meilleur conducteur de l'électricité. Son alliage avec le métal cuivre lui donne plus de dureté et sert à fabriquer des bijoux, des pièces de monnaies.

## L'Or



Symbole	Masse volumique	Point de fusion
Au	21,4 g/cm <sup>3</sup>	1 064,18 °C

### Les propriétés de l'or

- ∨ L'Or est un métal très rare dans la nature, ce qui le rend très précieux. Il est jaune, très brillant
- ∨ L'Or est peu dur
- ∨ L'Or est très lourd
- ∨ L'Or est ductile
- ∨ L'Or est malléable
- ∨ L'Or est non clivable
- ∨ L'Or est opaque, en couche mince, il laisse passer une lueur bleu verdâtre.
- ∨ L'Or a un éclat métallique vif.
- ∨ L'Or est un très bon conducteur de l'électricité et de la chaleur.
- ∨ L'Or se fond sous le chalumeau en produisant de petites billes brillante.
- ∨ L'Or est Inattaquable par les acides sauf par l'eau régale.
- ∨ L'Or ne s'oxyde pas dans l'air, sec ou humide.

### Utilisation :

Il est utilisé pour la fabrication de placages en Or, de panneaux réfléchissants de modules spatiaux, etc. Son alliage avec le métal cuivre lui donne plus de dureté ce qui permet de l'employer pour fabriquer des bijoux, des monnaies, etc

## III- MATERIAUX ORGANIQUES



Un matériau organique est un matériau qui contient du carbone.

**Le bois, les végétaux, le charbon, le pétrole, laine, soie, cuir, coton, ...**

Ces exemples sont dits d'origine naturelle car ils ont tous été créés dans la nature. Les chimistes ont également appris au fil du temps à fabriquer d'autres matériaux organiques : papier, carton, caoutchouc, plastiques ... ces matériaux organiques

sont dits d'origine synthétiques ou artificiels.

### Propriétés physiques :

∨ Les matériaux organiques sont généralement isolants électriques.

∨ Les matériaux organiques sont généralement des mauvais conducteurs de chaleur.

∨ Les matériaux organiques sont généralement combustibles

### Utilisation :

Exemples de matière plastique	Exemples d'utilisation
<b>PVC</b> : Polychlorure de vinyle	gouttières, bouteilles d'eau minérale...
<b>PP</b> : polypropylène	classeur souple, pot de yaourt, crème fraîche..
<b>PET</b> : Polyéthylène téréphtalate	bouteille de boissons gazeuses...
<b>PA</b> : Nylon	Tissu
<b>PS</b> : Polystyrène	isolant thermique...
<b>PC</b> : Polycarbonate	Visière

## IV- MATERIAUX CERAMIQUES



Par définition, les céramiques sont des matériaux non métalliques, non organiques, obtenus par l'action de fortes températures. Au cours de la cuisson d'une céramique, la matière première (traditionnellement, une terre argileuse) subit une transformation irréversible et acquiert des propriétés nouvelles

### 1- Fabrication d'une céramique

De fait des températures de fusion élevées des céramiques, elles sont très difficiles à mettre en forme par chauffage : on ne peut pas les fondre comme les métaux. Une technique pour fabriquer une pièce manufacturée en céramique est le **frittage**. Elle consiste à réduire en poudre le matériau utilisé. Ensuite, la poudre est déposée dans un moule et est comprimée. Le matériau est porté à une température suffisante pour que les grains se soudent entre eux, mais on reste en dessous de la température de fusion de la céramique.

Durant le frittage, l'espace entre les grains tend à se réduire. Sous l'effet des contraintes appliquées, les grains changent de forme. Une fois l'opération terminée, il demeure des pores au sein de la céramique : des pores ouverts (communiquant avec l'extérieur), et des pores fermés. Ces pores influent sur les propriétés mécaniques du matériau.

## 2- Propriétés des céramiques

En comparaison avec d'autres matériaux, les composants en céramique technique apportent des performances inégalées et valorisent ainsi les ensembles dans lesquels ils s'intègrent.

Un matériau céramique présente des propriétés physiques particulièrement intéressantes :

↯ Une matière céramique possède une excellente résistance mécanique : peut-être plus fort qu'un métal.

↯ **Fragilité** : au contraire d'un métal, une céramique ne possède pas de zone plastique en traction ; elle cassera plus tôt.

↯ **Ténacité** : globalement plus faible que celle d'un métal. La ténacité est la faculté d'un matériau à résister à la propagation d'une fissure.

↯ Les céramiques sont plus résistantes en compression qu'en traction.

↯ Les céramiques ne sont pas corrosives : bonne résistance à l'usure.

↯ Les céramiques sont résistantes aux attaques chimiques et garantissent d'une excellente biocompatibilité médicale et alimentaire.

↯ Les céramiques ont une température de fusion souvent élevée ( $> 2000^{\circ}\text{C}$ ), supérieure à celles des métaux.

↯ Les céramiques sont des excellents isolants électriques et thermiques. Toutefois, certaines sont supraconductrices à très basses températures.

## 3- Utilisation

Les céramiques, suite à la richesse et à la diversité de leurs propriétés, sont présentes dans de multiples branches d'activité depuis les industries les plus classiques comme la sidérurgie par exemple, jusqu'à l'aérospatiale où les propriétés exigées vont à l'extrême limite des technologies les plus modernes

### APPLICATIONS DANS LE SECTEUR MEDICAL ET OPTIQUE

- Implants et prothèse dentaires
- Bridges
- Prothèses osseuses

- Substitution osseuse
- Chirurgie oculaire, ...

### APPLICATIONS DANS LE SECTEUR AERONAUTIQUE / SPATIAL :

- Volets de tuyères
- Anneaux accroche flamme
- Cône de sortie
- Eléments de turbines (aubes)
- Chambre de combustion

### APPLICATIONS DANS LE SECTEUR DE L'ENVIRONNEMENT

- Capteurs de détection de gaz polluants
- Catalyseurs, pots catalytiques
- Tuiles photovoltaïques
- Filtres pour l'agroalimentaire ou la purification de l'eau

### APPLICATIONS DANS LE SECTEUR DE L'ENERGIE ET DES TRANSPORTS

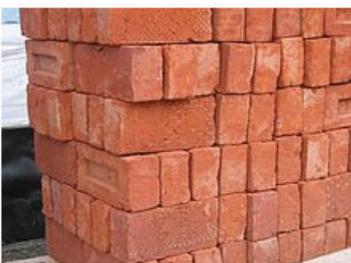
- Bougies d'allumage et de préchauffage Diesel
- Systèmes de fermeture centralisés
- Freins (composites C/C)
- Filtres à particules pour moteurs Diesel

## 4- Exemples de matériaux céramiques

### ■ L'argile cuite ou terre cuite

La **terre cuite** est un matériau céramique obtenu par la cuisson de l'[argile](#). Elle est utilisée pour réaliser des [poteries](#), des [sculptures](#) et pour la fabrication de matériaux de construction, [briques](#), [tuiles](#) ou [carreaux](#).

Aujourd'hui, la locution « terre cuite » désigne généralement une [céramique](#) poreuse





## ■ Nitrure de silicium

Le nitrure de silicium est un composé chimique de formule  $\text{Si}_3\text{N}_4$ . C'est une céramique très dure dont les propriétés physiques sont conservées sur une large gamme de température.



**Masse volumique :** 3,17 g/cm<sup>3</sup>

**Formule :**  $\text{Si}_3\text{N}_4$

**Point de fusion :** 1 900 °C

**Propriétés remarquables :**

Grande dureté

Bonne résistance à l'usure et à l'abrasion

Bonne inertie chimique

Bonne résistance aux chocs thermiques

**Usage :**

Outils de coupe

Réfractaire pour la sidérurgie

Billes de roulement

Bagues d'étanchéité matrice pour le moulage des métaux

Soupapes (automobile).....





**Application :**

Remplir les vides par les mots qui convient : Mécaniques – mélange – métaux – matières plastiques – objet – matériau – verres – physiques – Chimiques

On peut fabriquer le même ..... avec des matériaux différents.

On peut fabriquer des objets différents avec le même .....

On peut fabriquer un objet à partir d'un ..... de matériaux différents.

On peut classer les matériaux en trois grandes familles qui sont les....., les ..... et les .....

Chacun de ces matériaux possède des propriétés..... , ..... et ..... qui lui sont propres.

**Solution**

On peut fabriquer le même **objet** avec des matériaux différents.

On peut fabriquer des objets différents avec le même **matériau**.

On peut fabriquer un objet à partir d'un mélange de matériaux différents.

On peut classer les matériaux en trois grandes familles qui sont les métaux, les verres et les matières plastiques Chacun de ces matériaux possède des propriétés physiques ,mécaniques et chimiques qui lui sont propres.



## Essentiel

- Les matériaux sont des substances utilisées pour la construction des objets, machines, bâtiments.. ....etc. (Larousse).
- Selon leurs propriétés, les matériaux sont classés en trois grandes familles.
  - ▶ Matériaux métalliques
  - ▶ Matériaux organiques
  - ▶ Matériaux céramiques
- Les métaux sont des éléments naturels. On les trouve dans le sol, le plus souvent sous forme de minerai, parfois sous la forme de métal (pépites d'or).
- Généralement les métaux ne sont pas utilisés à l'état pur. Ce sont les alliages.
- Propriétés communes des métaux
  - Les métaux sont des très bons conducteurs de d'électricité et de chaleur.
  - Ils sont solides dans les conditions usuelles de pression et température sauf le mercure.
  - Ils sont déformables.
  - Ils possèdent tous un éclat métallique en réfléchissant la lumière.
  - Ils ne brûlent pas facilement
- L'Aluminium

Symbole	Masse volumique	Point de fusion
Al	2,7 g/cm <sup>3</sup>	660°C

### Le Fer

Symbole	Masse volumique	Point de fusion
Fe	7,87 g/Cm <sup>3</sup>	1539°C

### Le Cuivre

Symbole	Masse volumique	Point de fusion
Cu	8,9 g.cm <sup>-3</sup>	1083 °C

### L'Argent

Symbole	Masse volumique	Point de fusion
Ag	10,49 g/cm <sup>3</sup>	961,93°C

### L'Or

Symbole	Masse volumique	Point de fusion
Au	21 ,4 g/cm <sup>3</sup>	1 064,18 °C

- Un matériau organique est un matériau qui contient du carbone. Le bois, les végétaux, le charbon, le pétrole, laine, soie, cuir, coton, ...
- Les céramiques sont des matériaux non métalliques, non organiques, obtenus par l'action de fortes températures.

## Activité documentaire : Détecteurs de métaux



Les détecteurs de métaux ou *révélateur de métaux à distance* sont utilisés pour localiser des éléments métalliques cachés.

**On utilise les détecteurs de métaux en plusieurs domaines comme :**

- En usage sécuritaire, par exemple dans les aéroports pour détecter d'éventuelles armes métalliques cachées sur les passagers d'un avion.
- En déminage, qui a pour but de rendre un terrain miné accessible, sans danger pour des populations environnantes.

**Détecter l'Or : comment faire ?**

Utiliser un détecteur d'or ne s'improvise pas, en choisir un non plus ! L'or natif (dont le symbole chimique est le symbole « **Au** ») se présente sous deux formes, les paillettes et les pépites. Il faut savoir que les paillettes ne seront pas détectables avec un détecteur d'or car leur taille est trop petite : la seule façon de les trouver reste l'orpaillage. Les **pépites d'or** seront, elles, détectables à partir d'un poids de 0.2 grammes et d'un diamètre de 2 mm. Plus leur taille sera grande, plus elles seront détectées en profondeur. Bien évidemment, pour trouver les pépites de ce métal précieux en profondeur, il faut que le détecteur d'or soit parfaitement réglé et que ses signaux soient correctement interprétés. Enfin, il existe aussi une troisième forme d'or que les gens recherchent : l'or forgé par l'homme, soit dans le cadre de lingots d'or, soit dans le cadre de trésors enfouis il y a plusieurs siècles. Dans ce cas, il faut davantage utiliser un radar de sol, car il va nettement plus profond et discerne mieux les « grosses masses d'or ».

## Evaluation

### Exercice 1

Mettez un X dans la case appropriée pour la propriété qui distingue chaque élément?

	Bon conducteur de chaleur	Non perméable	Conducteur électrique	Dielectrique	Mauvais conducteur de chaleur
Matieres plastiques					
Métaux					
Verres					

### Exercice 2

- Donner les caractéristiques d'un métal..
- Indiquer la différence entre métal et alliage.
- Citer le métal qui résiste très mal à la corrosion dans l'air.
- Quels sont les métaux les plus couramment utilisés?
- Pour quelle raison les lignes haute tension sont-elles essentiellement en métal aluminium alors qu'il est moins bon conducteur que le métal cuivre?

### Exercice 3

Parmi ces matériaux quel est celui qui va mettre le plus de temps pour se dégrader dans la nature ?

- papier
- plastique
- métal

### Exercice 4

quelles sont les propriétés qui s'appliquent aux plastiques ?

- très durs et très rigides
- Peu robustes, rigides ou souples
- conducteurs électriques
- isolants électriques
- lourds
- légers

### Exercice 5

parmi ces matériaux lesquels sont des matériaux organiques ? (il y en a trois)

- A. bois
- B. plexiglas
- C. coton
- D. fonte
- E. fibre carbone
- F. verre
- G. laine

### Exercice 6

parmi ces matériaux lesquels sont des matériaux métalliques ? (il y en a trois)

- A. acier
- B. caoutchouc
- C. cuivre
- D. aluminium
- E. polystyrène
- F. bois
- G. cuir

### Exercice 7

quelles sont les propriétés qui s'appliquent aux métaux ?

- A. très durs et très rigides
- B. Peu robustes, rigides ou souple
- C. conducteurs électrique
- D. isolants électrique
- E. lourds

### Exercice 8

Le PET polyéthylène téréphtalate est une matière plastique utilisée pour fabriquer des fibres de tissu synthétique et des bouteilles d'eau minérale. Sa formule chimique est  $(C_{10}H_8O_4)_n$  où n est un nombre entier naturel.

- 1- Qu'est-ce que la matière organique?
- 2- Quels types d'atomes sont inclus dans la formule du polyéthylène téréphtalate?
- 3- Le polyéthylène téréphtalate est-il une matière organique? Expliquez votre réponse
- 4- Énumérer certains des produits de la combustion de polyéthylène téréphtalate dans l'air?
- 5- Énumérez certains des dangers de la combustion de matières organiques pour la santé et l'environnement.



## CHAITRE II : REACTIONS CHIMIQUES



### Objectifs :

- Savoir distinguer entre réactifs et produits d'une réaction chimique
- Savoir écrire l'équation bilan d'une réaction chimique
- Comprendre les dangers de la combustion et connaître les méthodes de préventions de ces dangers
- Concevoir une méthode d'extinction d'un feu.
- Se prémunir contre les effets néfastes des produits obtenus dans une réaction de combustion



# I- ELÉMENTS CHIMIQUES

## 1- Atomes

L'atome est le plus petit constituant séparable de la matière. Les atomes identiques forment une famille appelée élément chimique.

Chaque élément chimique a un nom et un symbole formé d'une lettre majuscule ou une lettre majuscule suivie d'une lettre minuscule et une masse molaire notée **M** exprimée en **g/mol**.

### Exemples :

Élément	Symbole	Masse molaire M
Hydrogène	H	1 g/mol
Carbone	C	12g/mol
Oxygène	O	16g/mol
Magnésium	Mg	24g/mol
Sodium	Na	23g/mol
Azote	N	14g/mol
Fer	Fe	56g/mol

## 2- Molécules :

Une molécule est un groupe d'atomes supérieur ou égal à deux atomes liés entre eux.

Une molécule possède une formule chimique, faisant apparaître la nature et le nombre des atomes qui la constituent, et une masse molaire qui est la somme des masses molaires des atomes qui la constituent

Une molécule peut être :

Une molécule simple : formée de deux atomes identiques

### Exemples :

Molécule	Formule	Masse molaire M
Dioxygène	O <sub>2</sub>	g/mol
Dihydrogène	H <sub>2</sub>	= 2g/mol
Diazote	N <sub>2</sub>	= 28g/mol

Une molécule complexe : formé de plusieurs atomes de nature différentes.

### Exemples

Molécule	Formule	Masse molaire M
Dioxyde de carbone	CO <sub>2</sub>	12 + 16 × 2 = 44g/mol
Eau	H <sub>2</sub> O	1×2 + 16 = 18g/mol
Butane	C <sub>4</sub> H <sub>10</sub>	12×4 + 10×1 = 58g/mol
Oxyde de fer magnétique	Fe <sub>3</sub> O <sub>4</sub>	3×56 + 4 × 16 = 232g/mol
Glycose	C <sub>6</sub> H <sub>12</sub> O <sub>6</sub>	12×6 + 12× 1 + 16×6= 180g/mol

### 3- Quantité de matière :

A toute masse  $m$  d'un produit chimique correspond une quantité de matière ou nombre de moles noté  $n$  et donnée par :  $n = \frac{m}{M}$ , tel que  $M$ : masse molaire  
 $m$ : masse dissoute     $n$ : quantité de matière.

## II- RÉACTION CHIMIQUE

### 1- Réactifs et produits

On fait brûler un petit morceau de papier. On constate que le morceau de papier disparaît et il se forme de la cendre et se dégage du fumé.

Le morceau de papier a, donc, subi une transformation. L'expérience montre que cette transformation nécessite la présence de dioxygène.

Une réaction chimique est une transformation de la matière au cours de laquelle les espèces chimiques qui constituent la matière sont modifiées. Les espèces qui disparaissent sont appelées réactifs ; les espèces formées au cours de la réaction sont appelées produits.



### 2- Equation- bilan :

Le bilan de la réaction s'écrit :

**réactif (1) + réactif (2) donne produit (1) + produit (2)**  
**morceau de papier + dioxygène donne cendre + fumée**

### 3- Equilibre de l'équation-bilan d'une réaction chimique :

#### Conservation de la nature des atomes

Au cours d'une réaction chimique, les mêmes éléments chimiques qui apparaissent dans les réactifs apparaissent aussi dans les produits. La nature des atomes est conservée lors de la réaction.

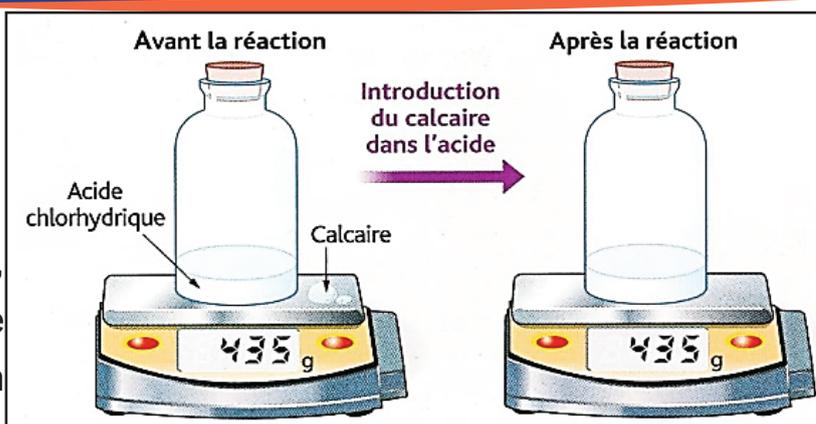
#### Conservation du nombre d'atomes

Au cours d'une réaction chimique, le nombre d'atomes de chaque élément chimique dans l'ensemble des réactifs est égal au nombre d'atomes de ce même élément dans l'ensemble des produits

#### Conservation de la masse

Lorsque la craie (calcaire) entre en contact avec l'acide (acide chlorhydrique ou le vinaigre) il se produit une effervescence.

Au cours de cette transformation chimique, la masse est la même avant et après la disparition de la craie. Lors d'une réaction chimique, des réactifs réagissent entre eux pour se transformer en nouveaux produits. Au cours de cette transformation, la masse ne change pas, donc « rien ne se perd, rien ne se crée, tout se transforme » (citation de Lavoisier 1743-1794)



### III- EXEMPLES DE RÉACTIONS :

#### 1- Combustion de carbone

##### ■ Matériels :

- Un morceau de charbon de bois (fusain)
- De l'eau de chaux
- Des allumettes ou un briquet
- Un bocal avec son couvercle

##### Manipulations et observations :

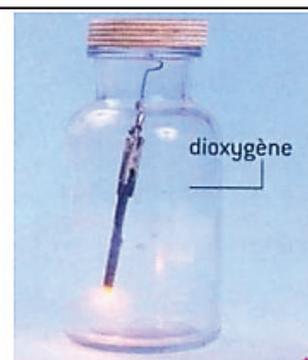
► On fait allumer un morceau de fusain (carbone) à l'aide d'un briquet. Il se porte à incandescence.

On l'introduit alors précipitamment dans le bocal rempli au préalable avec du dioxygène.

On observe qu'une partie du fusain disparaît en brûlant vivement

On réalise alors le test à l'eau de chaux qui consiste à introduire un peu d'eau de chaux (incolore) dans le flacon où a eu lieu la combustion du carbone et on agite .

On observe que l'eau de chaux se trouble et devient blanchâtre.



## ■ Interprétation

- ▶ Le carbone disparu s'est transformé en gaz.
- ▶ L'eau de chaux se trouble ce qui met en évidence la présence de dioxyde de carbone.

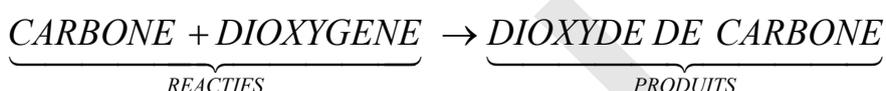
## ■ Conclusion

Le carbone a, donc, réagit avec le dioxygène pour se transformer en dioxyde de carbone (combustion). « **rien ne se perd, rien ne se crée, tout se transforme** »

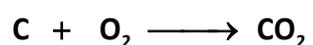
## ■ Equation-bilan de la réaction

Cette transformation se traduit par une équation appelée : **équation –bilan de la réaction**.

Le bilan de cette réaction s'écrit :



En utilisant les formules chimiques on écrit :



On peut dire que : une mole de carbone réagit avec une mole de dioxygène pour produire une mole de dioxyde de carbone.  $1\text{mol}(\text{C}) \longrightarrow 1\text{mol}(\text{O}_2) \longrightarrow 1\text{mol}(\text{CO}_2)$

### Remarque

∨ La combustion cesse lorsque tout le dioxygène a été consommé.

∨ Le carbone brûle : c'est un combustible. Le dioxygène fait brûler : **c'est un comburant**.

## 2- Combustion du butane

Le **butane** est un **gaz combustible**. Il est distribué en bouteilles et utilisé à des fins domestiques : cuisinières, chauffages.... c'est également le gaz contenu dans les briquets.

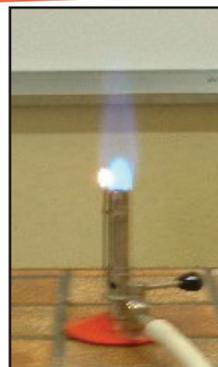
### 2-1- Combustion complète du butane

#### ■ Matériels

- ▶ Un bec Bunsen alimenté par un butagaz
- ▶ Un verre de montre
- ▶ Du sulfate de cuivre en poudre
- ▶ De l'eau de chaux
- ▶ Une soucoupe blanche

## ■ Manipulations et observations

► Une allumette enflammée étant présentée au-dessus du petit tube de la veilleuse, on ouvre le robinet (jaune) d'arrivée du gaz et on tourne ensuite le robinet (noir) situé sur le bec Bunsen, afin de l'alimenter puis on règle la flamme à l'aide de la virole jusqu'à ce que la flamme soit bleue.



► On place le verre de montre sec et froid au-dessus de la flamme.

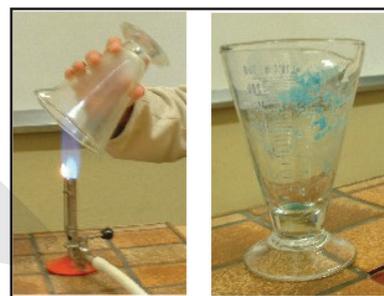
**On observe** que les parois internes du verre se recouvrent de buée.

► Déposer un peu de sulfate de cuivre sur les parois du verre.

**On observe** que le sulfate de cuivre devienne bleu

► Après nettoyage, on place à nouveau le verre au-dessus de la flamme, puis on y verse de l'eau de chaux.

**On observe** que l'eau de chaux se trouble



## ■ Interprétation

► Le sulfate de cuivre devienne bleu ce qui met en évidence la présence de l'eau

► L'eau de chaux se trouble ce qui met en évidence la présence de dioxyde de carbone

## ■ Conclusion :

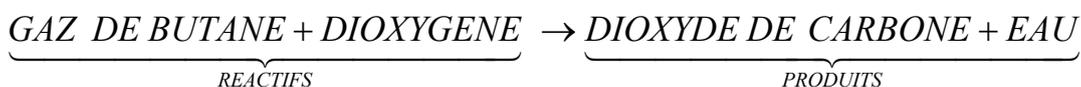
La combustion du butane produit de l'eau et du dioxyde de carbone.

### Equation-bilan de la réaction

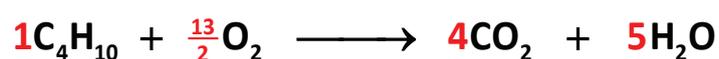
Cette transformation se traduit par une équation appelée : **équation**

– **bilan de la réaction**

**Le bilan de cette réaction s'écrit :**



**En utilisant les formules chimiques on écrit :**



Ce qui veut dire: une mole de butane réagit avec six et demi moles de dioxygène pour produire quatre moles de dioxyde de carbone et cinq moles d'eau.



## 2-2- Combustions incomplètes :

Avec le même matériel précédent, quand la virole n'est pas suffisamment ouverte, il n'y a pas assez de dioxygène qui entre dans la cheminée et la flamme devient jaune et éclairante.

Si on place une soucoupe au-dessus de la flamme, celle-ci se recouvre d'un dépôt noir

de **carbone** qui n'a pas brûlé : **la combustion est incomplète.**

(Les particules de carbone, portées à incandescence, donnent à la flamme cette couleur jaune éclairante.)

La combustion incomplète du butane peut produire du **carbone** et du **monoxyde de carbone.**

Le **monoxyde de carbone** est un gaz incolore, inodore et **très toxique.**



## 3- Combustion du Fer

### ■ Matériels

- ▶ Fil de fer
- ▶ Un bec Benson alimenté ou un butagaz
- ▶ De la laine de fer
- ▶ Un flacon contenant du sable et le dioxygène

### ■ Manipulation et observations

- ▶ On porte à chaud, dans la flamme d'un butagaz, l'extrémité d'un fil de fer.

**On observe** que, dans l'air, le fil de fer devient incandescent mais ne brûle pas.

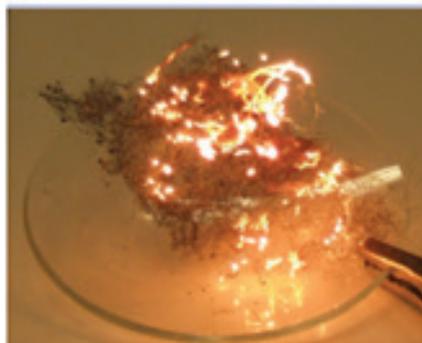
- ▶ On amorce la combustion de laine de fer dans l'air.

**On observe** que la laine de fer rougit, puis se met à brûler.

- ▶ Après avoir enroulé un fil de fer en spirale et fixé l'une de ses extrémités à un

Bouchon attaché à l'autre extrémité, un peu de la laine de fer (fils de fer très fins).





Changement de couleur  
et de texture



Après avoir amorcé la combustion de la laine de fer, introduisons le dispositif dans un flacon de dioxygène au fond duquel on a disposé une couche de sable afin de la protéger

**On observe** que la laine de fer brûle très vivement **dans le dioxygène**, sans flamme, mais en produisant beaucoup de lumière et en projetant des étincelles dans toutes les directions.

Des particules en fusion se détachent et tombent sur le sable, au fond du flacon.



Quand la combustion est terminée, on constate qu'une grande partie du fil de fer a disparu.

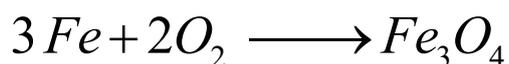
Des petites boules solides, de couleur grise, sont apparues, c'est de l'**oxyde de fer**.

#### ■ Equation-bilan de la réaction

Cette transformation se traduit par l'équation –bilan



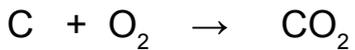
**En utilisant les formules chimiques on écrit :**



Doc, deux moles de fer réagissent avec trois demi moles de dioxygène pour produire une mole de dioxyde de fer.  $3 \text{ mol}(Fe) \longrightarrow 2 \text{ mol}(O_2) \longrightarrow 1 \text{ mol}(Fe_3O_4)$

### Application 1

La réaction chimique bilan entre le carbone C dans le dioxygène O<sub>2</sub> se fait selon :



- 1- Quel est le combustible ?
- 2- Quel est le comburant ?
- 3- Quel est le produit
- 4- Quels sont les réactifs ?
- 5- Comment on peut prouver la présence de ce produit ?

### Solution

- 1- Le carbone
- 2- Le dioxygène
- 3- Le dioxyde de carbone
- 4- Le carbone et le dioxygène
- 5- On utilise l'eau de chaux, car le dioxyde de carbone trouble l'eau de chaux .

### Application 2

Relie entre les expressions par des flèches :

<b>Le combustible</b>	• il aide à la combustion
<b>Le comburant</b>	• il subit la combustion
<b>Les réactifs</b>	• ils apparaissent pendant la réaction
<b>Les produits</b>	• ils disparaissent pendant la réaction

### Solution

<b>Le combustible</b>	↘	• il aide à la combustion
<b>Le comburant</b>	↗	• il subit la combustion
<b>Les réactifs</b>	↘	• ils apparaissent pendant la réaction
<b>Les produits</b>	↗	• ils disparaissent pendant la réaction

## Essentiel

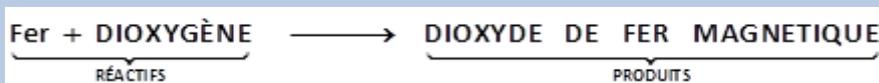
- L'atome est le plus petit constituant séparable de la matière. Les atomes identiques forment une famille appelée élément chimique.
  - Chaque élément chimique a un nom et un symbole formé d'une lettre majuscule ou une lettre majuscule suivie d'une lettre minuscule et une masse molaire notée  $M$  exprimée en g/mol.
  - Une molécule est un groupe d'atomes supérieur ou égal à deux atomes liés entre eux.
  - Une molécule possède une formule chimique faisant apparaître la nature et le nombre des atomes qui la constituent et une masse molaire qui est la somme des masses molaires des atomes qui la constituent
  - A toute masse  $m$  d'un produit chimique correspond une quantité de matière ou nombre de moles noté  $n$  et donnée par :  $n = \frac{m}{M}$ , tel que  $M$  est la masse molaire de ce produit
  - Une réaction chimique est une transformation de la matière au cours de laquelle les espèces chimiques qui constituent la matière sont modifiées. Les espèces qui se disparaissent sont appelées réactifs et les espèces qui se forment sont appelées produits
  - Le bilan de la réaction s'écrit :  
réactif (1) + réactif (2) donne produit (1) + produit (2)
- Au cours d'une réaction chimique, les mêmes éléments chimiques qui apparaissent dans les réactifs apparaissent aussi dans les produits. La nature des atomes est conservée lors de la réaction.
- Le bilan de la réaction de combustion du carbone s'écrit :



- Le bilan de la réaction de combustion du butane s'écrit :



- Le bilan de la réaction de combustion du fer s'écrit :



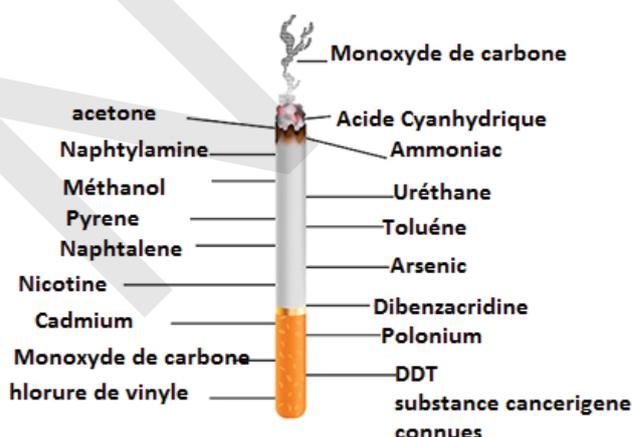
## Activité documentaire : Dangers du tabac

Tout d'abord tu sais que fumer tue et qu'une personne meurt toutes les 8 secondes dans le monde.

Dans la cigarette il y a environ 4000 composés chimiques dont 43 qui sont cancérogènes. Exemples : de l'acétone, de la nicotine, de l'ammoniac...etc.

Le tabac peut priver le corps de l'oxygène dont il pourrait avoir besoin et diminue les performances physiques.

En arrêtant de fumer au bout de 24 h les poumons commenceront à éliminer les résidus de fumée, au bout de 9 mois les problèmes respiratoires s'estompent et au bout de 10 ans le risque de faire un cancer du poumon est deux fois moins élevé.



## EVALUATION

### Exercice 1 :

Complète les phrases suivantes :

Au cours de la combustion du carbone, du.....et de

.....disparaissent tandis qu'il se forme du.....

Puisque du carbone et de dioxygène.....et que du dioxyde de carbone

.....la combustion du carbone est une.....

### Exercice 2

La combustion complète du butane est une réaction chimique (transformation chimique) qui produit une grande quantité de la chaleur,

Butane + dioxygène → eau + dioxyde de carbone

1- Dans ce cas quelle est la couleur de la flamme (feu)

2- Comment est la quantité d'air (dioxygène)

3- Quel est le comburant ? .....

4- Quel est le combustible ? .....

5- Quels sont les réactifs ?

6- Quels sont les produits .....

7- Comment on peut prouver la présence de ces produits ?

8- Ecrire cette réaction bilan en utilisant les formules chimiques

### Exercice 3:

Réponds par vrai ou faux à chacune des affirmations suivantes :

a) Le carbone chauffé s'enflamme à l'air.

b) La combustion cesse quand il n'y a plus de carbone.

c) La combustion cesse quand il n'y a plus de dioxygène.

### Exercice 4:

100 g de charbon de bois contiennent environ 90g de carbone, le reste, surtout formé de matières incombustibles, donne les cendres.

Quelle masse de cendre obtient-on après la combustion de 2Kg de charbon de bois?

### Exercice 5

Ecris le bilan des réactions chimiques qui se produisent quand :

du carbone brûle dans du dioxygène.

du fer brûle dans du dioxygène.

### Exercice 6

Quel est le produit qui se forme quand on fait brûler du carbone de bois dans le dioxygène de l'air ?

### Exercice 7

On fait brûler un morceau de fusain dans un flacon de dioxygène.

La combustion est interrompue alors que le fusain n'a pas complètement brûlé. Explique pourquoi ?

### Exercice 8

Le dioxyde de carbone est composé de deux éléments chimiques :

l'élément carbone (27,2% de la masse totale ).

l'élément oxygène (72,8% de la masse totale ).

Quelle est la masse de l'élément oxygène contenue dans 50g de dioxyde de carbone ?

Quelle est la masse de l'élément carbone contenue dans 25g de dioxyde de carbone ?

Quelles est la masse de l'élément carbone et de l'élément oxygène faut il combiner pour obtenir 200g de dioxyde de carbone ?

### Exercice 9

La combustion de 12 g de carbone Nécessite 32 g de dioxygène, le résultat de cette réaction est le dioxyde de carbone.

1. Donner l'expression écrite de cette réaction ?

2. Écrire l'équation le résultat de cette réaction ? 3. Calculez la masse du dioxyde de carbone résultant?

### Exercice 10

La combustion du soufre (S) dans le dioxyde d'oxygène produit un gaz toxique, appelé dioxyde de soufre ( $\text{SO}_2$ ).

1. donnez l'équation de la réaction ? Pour obtenir la quantité de dioxyde de soufre de 6g, nous brûlons 5g du soufre dans 3g de dioxyde.

2. Calculez la masse de soufre resté à la fin de la réaction?

### Exercice 11

Pendant la combustion complète du gaz butane dans l'air, produit deux gaz : l'un tremble l'eau de chaux, l'autre se condense sur les parois d'un récipient froid.

1. Identifiez les réactifs de sa combustion ?

2. Identifiez les produits de sa combustion ?



3. Ecrire la réaction chimique bilan ?

### Exercice 12

Pendant la combustion complète du gaz butane dans l'air, se produisent deux gaz : l'un trouble l'eau de chaux, l'autre se condense sur les parois d'un récipient froid

1. Quelle est la couleur de la flamme (feu) ?
2. Comment est la quantité d'air (dioxygène) ?
3. Quel est le comburant ?
4. Quel est le combustible ?
5. Quels sont les réactifs ?
6. Quels sont les produits ?
7. Ecrire cette réaction en utilisant les formules chimiques ?

### Exercice 13

Pendant la combustion incomplète du gaz butane dans l'air, se produisent les gaz suivants : -Gaz trouble l'eau de chaux, -Gaz se condense sur les parois d'un récipient froid -dépôt noir -Gaz Toxique

1. Quelle est la couleur de la flamme (feu) ?
2. Comment est la quantité d'air (dioxygène) ?
3. Quel est le comburant ?
4. Quel est le combustible ?
5. Quels sont les réactifs ?
6. Quels sont les produits ?
7. Ecrire cette réaction en utilisant les formules chimiques ?



## CHAPITRE III : PREPARATION D'UNE SOLUTION



### Objectifs :

- Connaître ce qu'est soluté, solvant et solution
- Connaître comment préparer une solution aqueuse de concentration connue
- Connaître comment déterminer la concentration d'une solution
- Comprendre la notion de saturation d'une solution

# I- SOLUTION

## 1- Définitions

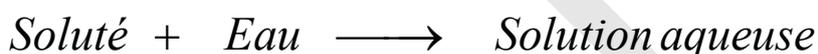
Une solution est un mélange homogène résultant de la dissolution d'une ou plusieurs substances (**solutés**) dans un liquide (**solvant**).

Les molécules du soluté sont dissoutes et dispersées dans le solvant.

**Soluté** : C'est toute substance placée dans le solvant, en quantité moins grande que ce dernier. Ce soluté peut être solide, liquide ou gazeux.

**Solvant** : C'est un liquide qui a la propriété de dissoudre ou de diluer d'autres substances sans les modifier chimiquement et sans que lui-même ne soit modifié.

**Solutions aqueuses** : Une solution ayant l'eau comme solvant est dite solution aqueuse.



Il est possible de mettre en solution :

↯ Un liquide dans un autre liquide : la solution obtenue sera limitée par la miscibilité des deux liquides.

↯ Un solide dans un liquide : la solution sera limitée par la solubilité du solide dans le solvant au-delà de laquelle le solide n'est plus dissous. On parle alors de solution saturée.

↯ Un gaz dans un liquide.

Généralement le volume de la solution est celui de son solvant.

**Exemples** : Du z'rig sucré, jus de bisap

## 2- Concentration d'un soluté

La présence d'un soluté dans une solution est caractérisée par une grandeur appelée concentration.

On définit deux types de concentration : Concentration massique et concentration molaire.

### ■ Concentration massique :

La concentration massique d'un soluté, notée  $C_m$ , représente la masse  $m$  de soluté dissous par litre de solution. Elle se calcule de la façon suivante :

Soit  $V$  le volume d'une solution et  $m$  la masse de soluté dissous dans ce volume, alors sa concentration massique est :

$$C_m = \frac{m}{V} \quad \text{tel que : } \begin{cases} m : \text{masse de soluté apporté en g.} \\ V = V_{\text{sol}} \text{ volume de la solution aqueuse en L} \\ C_m : \text{concentration massique en soluté apporté en g.L}^{-1} \end{cases}$$

L'unité de la concentration massique généralement utilisée est le (  $\text{g.L}^{-1}$  ).

### ■ Concentration molaire

La concentration molaire d'un soluté, notée **C** ou [soluté], représente la quantité de matière de soluté dissous par litre de solution. Elle se calcule de la façon suivante :

Soit **V** le volume d'une solution et **n** la quantité de matière de soluté dissous dans ce volume, alors sa concentration molaire est :

$$C = \frac{n}{V} \quad \text{tel que : } \begin{cases} n : \text{quantité de soluté apporté en mol.} \\ V = V_{\text{sol}} \text{ volume de la solution aqueuse en L.} \\ C : \text{concentration molaire en soluté apporté en mol.L}^{-1} \end{cases}$$

L'unité de la concentration molaire généralement utilisée est le (  $\text{mol.L}^{-1}$  ).

## 3 - Solution saturée

Un soluté n'est soluble qu'en quantité limitée, il possède, donc une limite de dissolution appelée **solubilité** qui correspond à la concentration massique maximale qui peut être atteinte dans un solvant donné .

Lorsque cette concentration maximale est atteinte on dit que **la solution est saturée**.

Tout soluté supplémentaire ajouté ne peut plus se dissoudre et forme avec la solution saturée un mélange hétérogène.

### Remarque :

Dans le cas où le soluté est liquide il arrive que ce dernier soit miscible avec l'eau c'est-à-dire qu'il puisse former avec elle un mélange homogène quelques soient les proportions choisies. Dans cette situation la saturation n'est pas possible.

## 4- Préparation des solutions

On peut préparer une solution aqueuse par deux méthodes : dissolution d'un composé (soluté) dans le solvant et dilution d'une solution concentrée.

### 4-1- Dissolution d'un composé solide

#### Définition de la dissolution

La dissolution consiste à dissoudre une masse **m** de soluté dans un volume **V** d'eau distillée.

## La masse du soluté à dissoudre

Pour préparer un volume  $V$  d'une solution, de concentration molaire  $C$  ou de concentration massique  $C_m$ , par dissolution d'un composé solide de masse molaire  $M$ , on doit utiliser une masse du soluté  $m$ .

On sait que la quantité du soluté est  $n = \frac{m}{M} = c.v$ , donc la masse  $m$  à dissoudre vaut  $m = C.V.M$  ou  $m = C_m.V$ .  $m$  en (g);  $M$  en (g/mol);  $V$  en (L) et  $C$  en (mol/L).

### ■ Matériel utilisé

La préparation d'une solution par dissolution nécessite l'utilisation du matériel de

↓ chimie suivant :

↓ balance ;

↓ coupelle, capsule ou verre de montre;

↓ spatule ;

↓ entonnoir ;

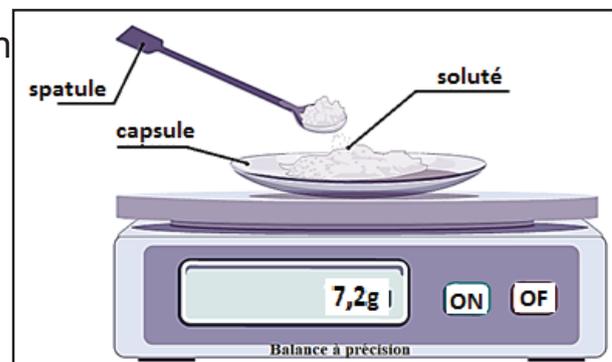
↓ fiole jaugée de volume égal à celui de la solution préparée et son bouchon ;

↓ pissette d'eau distillée.

### ■ Le protocole expérimental

La méthode de préparation d'une solution par dissolution se fait suivant le protocole suivant:

**Etape 1 :** On pèse précisément  $m = C.V.M$  en prélevant le solide avec une spatule propre et sèche, on le place dans une capsule, ou un verre de montre, déjà pesé



**Etape 2 :** On introduit le soluté dans une fiole jaugée de volume  $V$  à l'aide un entonnoir à solide. On rince la capsule, ou le verre de montre, et l'entonnoir avec de l'eau distillée.



**Étape 3** : On remplit la fiole jaugée aux trois quarts avec de l'eau distillée. On bouche la fiole et on l'agite pour dissoudre le soluté.

On ajoute de l'eau distillée, à la pissette ou à la pipette simple jusqu'au trait de jauge.

On bouche la fiole et on l'agite pour bien homogénéiser la solution.

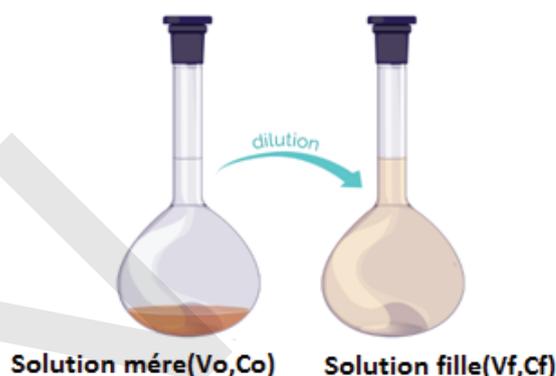


## 4-2- Préparation d'une solution par dilution d'une solution concentrée

### Définition de la dilution :

On dispose d'une solution initiale (appelée solution mère) de concentration  $C_0$  connue et on souhaite obtenir une solution finale (appelée solution fille ou diluée) de concentration  $C_f$  (concentration finale).

La dilution consiste à prélever un volume  $V_0$  de la solution mère et à lui ajouter de l'eau distillée pour obtenir la solution fille de concentration  $C_f$  et de volume  $V_f$ .



La solution fille est moins concentrée que la solution mère, c'est une solution diluée.

### Le volume $V_0$ à prélever :

La quantité de matière du soluté est conservée lors de la dilution, alors ;

$c_0 v_0 = c_f v_f$ , donc  $v_0 = \frac{c_f v_f}{c_0}$  tel que ;  $C$  et  $C_0$  en (mol/L),  $V$  et  $V_0$  en (L).

### ■ Matériel utilisé

La préparation d'une solution par dilution nécessite l'utilisation du matériel de chimie suivant :

- ↯ bécher ;
- ↯ pipette jaugée ;
- ↯ pipeteur ou propipette ;
- ↯ fiole jaugée de volume souhaité et son bouchon ;
- ↯ pissette d'eau distillée.

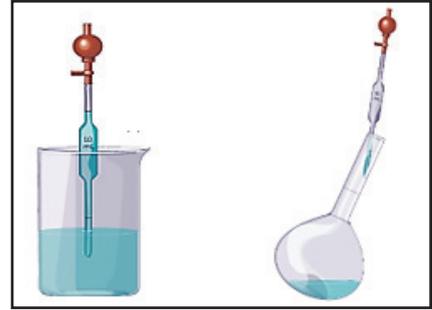
### Remarque

La verrerie jaugée est toujours à privilégier car elle permet de mesurer un volume de précision.

## ■ Le protocole expérimental

La méthode de préparation d'une solution par dilution se fait suivant le protocole suivant.

**Etape 1 :** On verse la solution à diluer dans un bécher. Puis on prélève un volume  $V_0$  de la solution à l'aide d'une pipette jaugée, de volume égal au volume à prélever, munie d'une propipette ou d'un pipeteur. On introduit le volume prélevé dans une fiole jaugée de volume égal au volume de la solution préparée  $V_f$ .



**Etape 2 :** On remplit la fiole jaugée à la pissette ou à la pipette simple jusqu'au trait de jauge. On bouche la fiole et on l'agite pour bien homogénéiser la solution.



## Application

Un technicien doit préparer une solution aqueuse de permanganate de potassium de volume

$V_{\text{sol}} = 2 \text{ L}$  à la concentration molaire  $C = 2,0 \times 10^{-3} \text{ mol / L}$ .

1) - Quelle quantité de permanganate de potassium doit-il prélever ?

En déduire la masse de permanganate de potassium qu'il doit peser.

2) - Rédiger le protocole expérimental suivi par le technicien.

**Donnée :**

Masse molaire du permanganate de potassium :  $M = 158 \text{ g / mol}$ .

**Solution:**

1)- Quantité de matière et masse :

- Quantité de matière de potassium :

$$n = C \cdot V$$

$$n = 2,0 \times 10^{-3} \times 2,0$$

$$n \approx 4,0 \times 10^{-3} \text{ mol}$$

- Masse de permanganate de potassium nécessaire :

$$m = n \cdot M$$

$$m = 4,0 \times 10^{-3} \times 158$$

$$m \approx 0,63 \text{ g}$$

2)- Protocole expérimental :

Mode opératoire :

- On pèse la masse  $m \approx 0,63 \text{ g}$  de soluté au moyen d'une balance.

- On place le soluté dans un récipient et on utilise la fonction tare de la balance pour lire directement la masse du contenu du récipient.

- On introduit le solide dans une fiole jaugée de volume  $V = 2 \text{ L}$  en utilisant un entonnoir.

- On rince le récipient utilisé et l'entonnoir avec une pissette d'eau distillée.

- L'eau de rinçage doit couler dans la fiole jaugée.

- On remplit la fiole jaugée environ aux trois quarts avec de l'eau distillée

- et on agite pour accélérer la dissolution et homogénéiser la solution.

- On complète avec de l'eau distillée jusqu'au trait de jauge.

- On ajuste le niveau avec une pipette simple.

- On bouche et on agite pour homogénéiser.

## Essentiel

Une solution est un mélange homogène résultant de la dissolution d'une ou de plusieurs substances (solutés) dans un solvant.

**Soluté :** C'est toute substance à l'état pur placée dans le solvant

**Solvant :** C'est un liquide qui a la propriété de dissoudre ou de diluer d'autres substances

**Solutions aqueuses :** Une solution ayant l'eau comme solvant est dite solution aqueuse.

Solutés + Solvant  $\longrightarrow$  Solution

Soluté + Eau  $\longrightarrow$  Solution aqueuse

La concentration massique d'un soluté, notée  $C_m$ , et exprimée en ( $\text{g.L}^{-1}$ ) est donnée par :

$$C_m = \frac{m}{V} \quad \text{tel que : } \begin{cases} m : \text{masse de soluté apporté en g.} \\ V = V_{\text{sol}} \text{ volume de la solution aqueuse obtenue en L} \\ C_m : \text{concentration massique en soluté apporté en } \text{g.L}^{-1} \end{cases}$$

La concentration molaire d'un soluté, notée  $C$  ou  $[\text{soluté}]$  et exprimée en ( $\text{mol.L}^{-1}$ ) est donnée par :

$$C = \frac{n}{V} \quad \text{tel que : } \begin{cases} n : \text{quantité de soluté apporté en mol.} \\ V = V_{\text{sol}} \text{ volume de la solution aqueuse obtenue en L.} \\ C : \text{concentration molaire en soluté apporté en } \text{mol.L}^{-1} \end{cases}$$

- On appelle solubilité d'un soluté la concentration maximale que l'on peut atteindre avec un solvant donné.

- La solubilité dépend de la température.

- La masse d'un soluté à dissoudre pour préparer un volume  $V$  d'une solution, de concentration molaire  $C$  ou de concentration massique  $C_m$ , vaut .

- Le volume  $V_0$  à prélever, d'une solution mère de concentration  $C_0$ , pour obtenir une solution diluée de concentration  $C_f$  et de volume  $V_f$  est  $v_0 = \frac{C_f V_f}{C_0}$ .

## Activité documentaire : Glucose 5 % pour perfusion

### Que contient ce médicament ?

Glucose anhydre 5g par 100mL

### À quoi sert ce médicament ?

La solution de Glucose 5% est indiquée :

- ▶ comme solution de remplissage dans le traitement de certains états tels que : choc, hémorragie, diarrhée chronique et vomissements ;
- ▶ dans le traitement de la déplétion hydrique et en hydrates de carbone lorsque la prise d'aliments et de fluides par voie normale est restreinte ;
- ▶ comme véhicule et diluant pour préparation injectable d'autres médicaments.



### Comment le prendre ?

Veillez toujours à utiliser ce médicament en suivant exactement les instructions de cette notice ou les indications de votre médecin, pharmacien ou infirmier/ère. Vérifiez auprès de votre médecin, pharmacien ou infirmier/ère en cas de doute.

### Posologie

La posologie est adaptée à chaque cas particulier selon votre âge, votre poids et votre état clinique.

Chez l'adulte, la dose maximale est de 40 ml/kg de masse corporelle/jour et le débit de perfusion maximal est de 5 ml/kg de masse corporelle /heure = 0,25 g/kg/h.

Chez l'enfant, le débit de perfusion dépend de l'âge et du poids de celui-ci, et ne doit généralement pas dépasser 10-18 mg de glucose (0,2-0,36 ml de solution)/kg/min.

### Quels sont ses effets indésirables possibles ?

Comme tous les médicaments, ce médicament peut provoquer des effets indésirables, mais ils ne surviennent pas systématiquement chez tout le monde.

### N'utilisez pas ce médicament si vous remarquez que:

le contenant est partiellement utilisé ou défectueux ;

Ne jetez aucun médicament au tout-à-l'égout ou avec les ordures ménagères. Le médecin ou l'infirmière se chargeront d'éliminer ces médicaments. Ces mesures contribueront à protéger l'environnement.

## Evaluation

### Exercice 1

Calculer les masses molaires moléculaires des corps purs suivants , préciser leur nom et leur état : ( $\text{NO}_2$ ) ; ( $\text{CuSO}_4, 8 \text{H}_2\text{O}$ ) .

2) Calculer la quantité de matière contenue dans 10g de chaque composé.

3) On dissout 10g du 2ème composé dans de l'eau distillée afin d'obtenir 500mL de solution.

- Quelle verrerie doit-on utiliser ?
- Quelle est la concentration massique de la solution obtenue ?
- Quelle est la concentration molaire de la solution obtenue ?

Données : masses molaires en g/mol  $M(\text{Cu}) = 63,5$   $M(\text{N})=14,0$   $M(\text{O})=16$   
 $M(\text{H})=1$   $M(\text{S})=32$

### Exercice 2

Le cyclohexane est un liquide de formule brute  $\text{C}_6\text{H}_{12}$  et de masse volumique 0,779kg/L. On désire mesurer 0,0200mol de 2 manières différentes.

- Quelle masse de cyclohexane doit-on peser ?
  - Sachant que la balance pèse à 0,01g près . Quelle est la précision de la mesure ?
- Quel volume de liquide faut-il prélever ?
  - La verrerie utilisée permet de mesurer ce volume à 0,1mL près. Quelle est la précision de la mesure.
- Quelle est la méthode la plus précise ?

### Exercice 3

On souhaite préparer un volume  $V=100$  mL de solution S d'acide citrique ( $\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_7, \text{H}_2\text{O}$ ) de concentration  $C = 2,0 \times 10^{-1} \text{ mol.L}^{-1}$

1-Quelle est la masse molaire de l'acide citrique Quelle est la masse d'acide qu'il faut prélever

2- On verse dans une fiole jaugée de 100 ml complétée avec de l'eau distillée un volume V de la solution précédente, la solution obtenue a pour concentration  $5,1 \cdot 10^{-3} \text{ mol.L}^{-1}$ . Quel volume a-t-on transvasé ? Calculer la concentration massique de la solution obtenue

3- L'acide citrique est contenu dans la limonade avec une concentration de  $1,9 \cdot 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$ . A quelle masse d'acide citrique cela correspond-il pour une bouteille de 1,5L ?

### Exercice 4

Les liquides utilisés pour déboucher les canalisations, essentiellement constitués de solutions concentrées d'hydroxyde de sodium ou soude, sont très corrosifs. Pour éviter les accidents domestiques dus à la confusion de ces liquides avec des boissons, on y ajoute de l'ammoniac d'odeur très désagréable. Le fabricant indique densité du liquide  $d=1,20$  pourcentage massique de soude  $P=20,0\%$ .  
Masse molaire de la soude :  $40\text{g}\cdot\text{mol}^{-1}$  Produit corrosif et irritant pour les yeux  
Concentration en ammoniac :  $8,50\text{ mmol}\cdot\text{L}^{-1}$

- 1) Quelle est la masse de soude contenue dans 1L de solution.
- 2) En déduire la concentration molaire  $c$  de soude dans cette solution .
- 3) Quelle est la formule de l'ammoniac ?
- 4) Quel volume ammoniac gazeux a-t-on dissous dans 1 L de solution (on se placera dans les conditions où le volume molaire est de  $24\text{L}\cdot\text{mol}^{-1}$ ).
- 5) Quelles précautions doit-on prendre lors de l'utilisation de cette solution ?

### Exercice 5

On prélève un volume  $v_0 = 20\text{mL}$  d'une solution aqueuse de sulfate de cuivre II de concentration  $c_0=5,0\cdot 10^{-2}\text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$  Ce volume est introduit dans une fiole jaugée de 500mL, on complète avec de l'eau distillée jusqu'au trait de jauge, puis on homogénéise

- 1) Comment prélève-t-on le volume  $v_0$  de la solution mère.
- 2) Quelle est la concentration de la solution fille ?
- 3) On définit le facteur de dilution  $F$  comme étant le rapport entre la concentration de la solution mère par la concentration de la solution fille. Calculer le facteur de dilution  $F$  effectué.

### Exercice 6

on verse, dans une fiole jaugée de 1 L, 12 g de sel puis on complète avec de l'eau jusqu'au trait de jauge. Calculer la concentration ainsi préparée.

### Exercice 7

on verse, dans une fiole jaugée de 100 mL, 12 g de sel puis on complète avec de l'eau jusqu'au trait de jauge. Calculer la concentration de cette solution

### Exercice 8

on veut préparer 200 mL d'eau salée avec une concentration massique en sel de 12 g / L. Quelle masse de sel doit-on dissoudre dans les 200 mL d'eau (on néglige l'augmentation de volume due au sel dans l'eau).

**Exercice 9**

Une solution a une concentration massique de 40 g/L.

Dans une fiole jaugée de 250 mL, on verse 20 mL de cette solution et on complète avec de l'eau. Quelle est la concentration de la nouvelle solution ?

**Exercice 10**

A partir d'une solution de concentration  $c = 80 \text{ g/L}$ , on désire préparer par dilution 100 mL de solution de concentration  $c = 20 \text{ g/L}$ .

Quel volume de solution mère faut-il utiliser ?

**Exercice 11**

Pour doser (mesurer la concentration) une solution trop concentrée, on la dilue une première fois : on prélève 20 mL que l'on complète jusqu'à 100 mL.

Puis on dilue à nouveau avec les mêmes proportions, la solution obtenue.

La concentration de la solution finale est  $c = 0,45 \text{ g/L}$

Quelle était la concentration de la solution initiale ?

**Exercice 12**

Quelle masse de glucose faut-il prélever pour préparer une solution aqueuse de glucose de volume  $V = 50,0 \text{ mL}$  et de concentration  $C_m = 90 \text{ g.L}^{-1}$

**Exercice 13**

L'éosine est un solide rouge très soluble dans l'eau. Il est utilisé comme désinfectant des plaies bénignes. Pour préparer une solution d'éosine, on dissout une masse  $m = 2,00 \text{ g}$  d'éosine. La masse totale de la solution obtenue est de 500g.

Calculer le pourcentage massique en éosine de la solution obtenue.

Calculer la concentration massique de la solution obtenue.

Donnée: La masse volumique de la solution obtenue est  $\rho_{\text{solution}} = 1000 \text{ g.L}^{-1}$

## CHAPITRE IV: SOLUTIONS ACIDES, BASIQUES ET NEUTRES



### Objectifs :

- Savoir reconnaître la nature, (acide, basique et neutre), d'une solution à partir de la
- valeur de son pH (jus, eau minérale.....)
- Savoir utiliser le pH-mètre ou le papier pH pour reconnaître la nature d'une solution(acide, basique ou neutre)

## I- NATURE DES SOLUTIONS AQUEUSES

Dans la vie quotidienne on observe que les goûts des boissons sont différents.

Des boissons ont le goût acide, d'autres ont le goût amer tant dis que d'autres ne sont ni acides ni amers.

En pratique les solutions sont classées en trois

types : solutions acides, solutions basiques et solutions neutres.



## II- NOTION DE PH

Le pH est un nombre sans unité compris entre 0 et 14, il permet d'évaluer l'acidité, la basicité ou la neutralité d'une solution aqueuse.

## III- MESURE DU PH D'UNE SOLUTION AQUEUSE

Le pH d'une solution peut être évalué par plusieurs méthodes, parmi lesquelles on cite :

### 1- Mesure l'aide d'un papier indicateur de pH Le papier-pH.

C'est un papier imbibé de substances appelées indicateurs colorés.

On dépose une goutte de solution sur un morceau de papier pH, et on compare sa couleur avec le nuancier de la boîte (code de couleurs) et on note le pH correspondant

À chaque couleur que peut prendre le papier correspond une valeur de **pH**.

### 2- Mesure à l'aide d'un pH-mètre

Le pH-mètre est un appareil de mesure constitué d'une électrode reliée à un boîtier électronique qui indique, sur un écran, la valeur exacte du **pH** de la solution dans laquelle est plongée sa sonde.

### 3- Classement des solutions acides et les solutions basiques

**3-1- Expérience** À l'aide d'un pH-mètre on mesure le pH des solutions différentes.

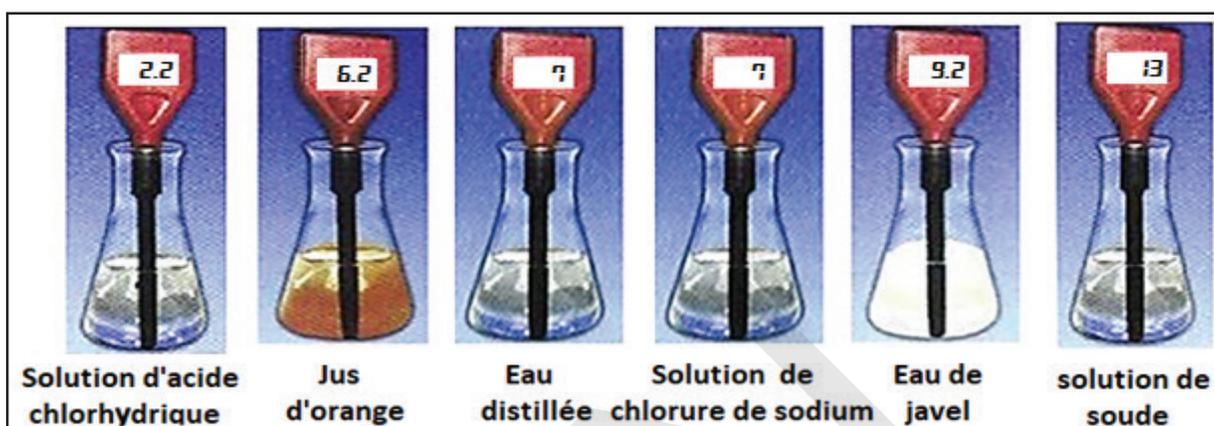


### 3-2- Observation et interprétation

Le **pH** des solutions jus d'orange et d'acide chlorhydrique est inférieur à 7. On les appelle des solutions acides.

Le **pH** d'eau pure de la solution de chlorure de sodium est égal à 7. On les appelle des solutions neutres.

Le **pH** des solutions d'eau de javel et la soude est supérieur à 7. On les appelle des solutions basiques.



**Selon le pH on classe les solutions aqueuses en trois types :**

- ∨ Les solutions dont le pH vérifie  $\text{pH} < 7$  sont des solutions acides.
- ∨ Les solutions dont le pH vérifie  $\text{pH} = 7$  sont des solutions neutres.
- ∨ Les solutions dont le pH vérifie  $\text{pH} > 7$  sont des solutions basiques.

#### Remarque

Une solution est plus acide si son **pH** est plus petit.

Une solution est plus basique si son **pH** est plus grand.

### 4- Effet de la dilution sur le pH d'une solution aqueuse

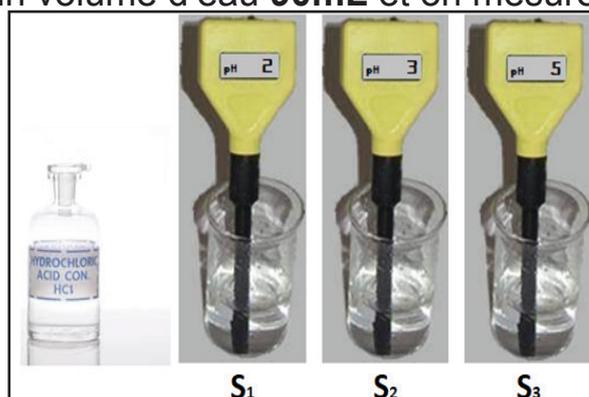
#### 4-1- Effet de la dilution sur le pH d'une solution acide

##### ■ Expérience

On mesure le pH d'une solution de chlorure d'hydrogène notée  $S_1$  on trouve **pH = 2**.

On dilue **10ml** de la solution  $S_1$  en ajoutant un volume d'eau **90mL** et on mesure le **pH** de la nouvelle solution notée  $S_2$  on trouve **pH<sub>2</sub> = 3**.

On dilue **10ml** de la solution  $S_2$  en ajoutant un volume d'eau **990mL** et on mesure le **pH** de la nouvelle solution notée  $S_3$  on trouve **pH<sub>3</sub> = 5**.



## Conclusion

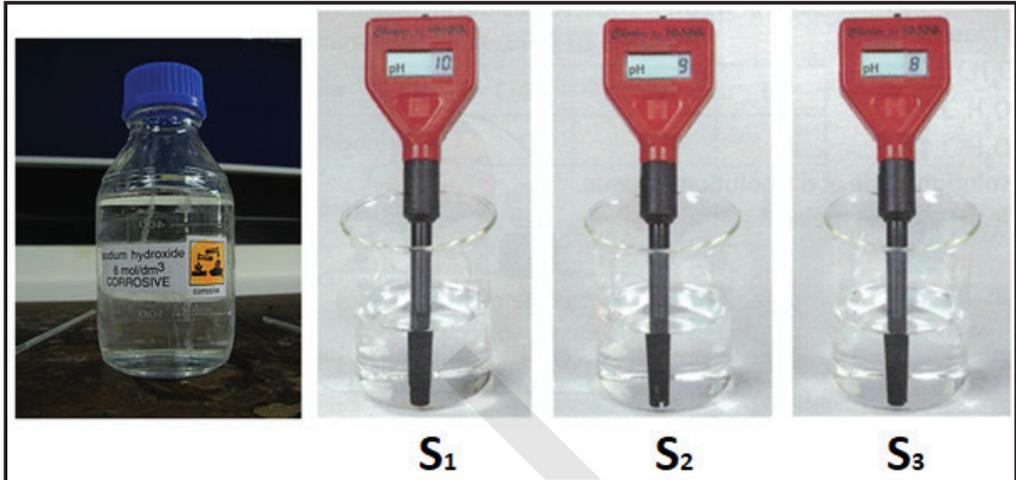
Quand on dilue une solution acide son **pH** augmente et se rapproche de **7** : elle devient moins acide.

## 4-2- Effet de la dilution du le pH d'une solution basique

### Expérience

On mesure le **pH** d'une solution de soude notée **S<sub>1</sub>** on trouve **pH<sub>1</sub> = 10**.

On dilue **5ml** de la solution **S<sub>1</sub>** en ajoutant un volume d'eau **45mL** et on mesure le **pH** de la



nouvelle solution notée **S<sub>2</sub>** on trouve **pH<sub>2</sub> = 9**.

On dilue **5ml** de la solution **S<sub>2</sub>** en ajoutant un volume d'eau **45mL** et on mesure le **pH** de la nouvelle solution notée **S<sub>3</sub>** on trouve **pH<sub>3</sub> = 8**.

### ■ Conclusion

Lorsqu'on dilue une solution basique son **pH** diminue et se rapproche de **7** : elle devient moins basique.

## 5- Les dangers des solutions acides et basiques

### 5-1- Les dangers

- ▶ La plupart de ces solutions sont dangereuses, surtout si elles sont concentrées.
  - ▶ Les solutions acides sont corrosives ce qui peut causer des brûlures graves de la peau et des yeux.
  - ▶ L'inhalation de vapeurs acides peut causer une irritation et des brûlures au système respiratoire.
  - ▶ L'exposition à des acides et des bases concentrées peut endommager les tissus.
- Pour bien connaître les dangers, on rencontre souvent des pictogrammes sur les étiquettes des flacons contenant ces solutions :

	Bombe explosant (pour les dangers d'explosion ou de réactivité)		Flamme (pour les dangers d'incendie)		Flamme sur un cercle (pour les matières comburantes)
	Bouteille à gaz (pour les gaz sous pression)		Corrosion (peut être corrosif pour les métaux ainsi que la peau et les yeux)		Tête de mort sur deux tibias (peut être toxique ou mortel après une courte explosion de petites quantités)
	Danger pour la santé (peut avoir ou est présumé avoir de graves effets sur la santé)		Point d'exclamation (peut entraîner des effets moins sévères pour la santé ou la couche d'ozone)		Environnement (peut être nocif pour le milieu aquatique)
	Matières infectieuses présentant un danger biologique (pour les organismes ou les toxines susceptible de causer des dangers chez l'humain ou chez l'animal)				

## 5-2- Les précautions

Lors de l'utilisation de solutions acides et basiques, les précautions suivantes doivent être prises :

- ▶ Ne pas toucher, goûter ou inhaler les solutions.
- ▶ Ne mélangez pas les solutions concentrées avec des solutions inconnues.
- ▶ Ventilez le lieu d'utilisation de ces solutions.
- ▶ Ajoutez de l'acide à l'eau pour éviter la volatilisation des gouttes d'acide.
- ▶ Ne jetez pas de solutions acides et basiques dans les cours d'eau pour préserver l'environnement.
- ▶ Diluez les solutions concentrées d'acide et de base avant utilisation.
- ▶ Mettez des gants, des lunettes de protection, une masque, une blouse ou des vêtements longs.



## Application

Le pH de plusieurs solutions a été consigné dans le tableau suivant? :

Solution	A	B	rc		D	E	F	G
pH	1	7,5	5		6,5	8	12	7
Nature								

1. Indique la nature acide, basique ou neutre de ces solutions.
2. Quelle est la solution la plus acide ? la plus basique ?

## Solution

1-

Solution	A	B	C	D	E	F	G
pH	1	7,5	5	6,5	8	12	7
Nature	Acide	Basique	Acide	Acide	Basique	Basique	neutre

2-A : est l'acide le plus acide F : la base la plus basique



## Essentiel

- En pratique les solutions sont classées en trois types : solutions acides, solutions basiques et solutions neutres.
- Le pH est un nombre sans unité compris entre 0 et 14, il permet d'évaluer l'acidité ou la basicité d'une solution aqueuse.
- Le papier-pH. C'est un papier imbibé de substances appelées indicateurs colorés.
- Le pH-mètre est un appareil de mesure qui donne la valeur exacte du pH de la solution
- Quand on dilue une solution acide son pH augmente et se rapproche de 7 : elle devient moins acide.
- Lorsqu'on dilue une solution basique son pH diminue et se rapproche de 7 : elle devient moins basique.
- Les dangers des solutions acides et basiques
  - ▶ La plupart de ces solutions sont dangereuses, surtout si elles sont concentrées.
  - ▶ Les solutions acides sont corrosives ce qui peut causer des brûlures graves de la peau et des yeux.
  - ▶ L'inhalation de vapeurs acides peut causer une irritation et des brûlures au système respiratoire.
  - ▶ L'exposition à des acides et des bases faibles ou dilués peut endommager les tissus.
- Lors de l'utilisation de solutions acides et basiques, les précautions suivantes doivent être prises :
  - ▶ Ne pas toucher, goûter ou inhaler les solutions.
  - ▶ Ne mélangez pas les solutions concentrées avec des solutions inconnues.
  - ▶ Ventilez le lieu d'utilisation de ces solutions.
  - ▶ Ajoutez de l'acide à l'eau pour éviter la volatilisation des gouttes d'acide.
  - ▶ Ne jetez pas de solutions acides et alcalines dans les cours d'eau pour préserver l'environnement.
  - ▶ Diluez les solutions concentrées d'acide et de base avant utilisation.
  - ▶ Mettez des gants, des lunettes de protection, une blouse ou des vêtements longs

## Activité documentaire : Le pH dans notre alimentation

Le **pH** est le résultat de la composition spécifique de l'aliment. De même que le temps, la température, les nutriments, l'eau et la salinité, le **pH** affecte également la durée de conservation du produit. Par ailleurs, il s'agit d'une valeur fondamentale lorsqu'on souhaite **pasteuriser** ou **stériliser** un aliments, car les micro-organismes proliféreront plus ou moins en fonction du degré d'acidité ou d'alcalinité.

Le **pH** change en fonction de la variété et de la maturité de l'aliment ?

Par exemple, l'acidité d'une pomme verte et d'une pomme rouge sont légèrement différentes, et elles dépendent également de leur état de maturité. Un aliment très mûr est moins acide que le même aliment non mûr.

L'échelle de **pH** va de **0** à **14**, et la plupart des aliments se situent entre **1,5** et **10**. On peut aussi classer les produits alimentaires en différentes catégories en fonction du risque pour la sécurité alimentaire, car les micro-organismes se développent surtout dans les milieux moins acides.

Ainsi, en prenant comme valeur de référence un **pH** de **4,5** (valeur à partir de laquelle *Clostridium botulinum* ne peut pas se développer ) on pourrait classer les aliments en :

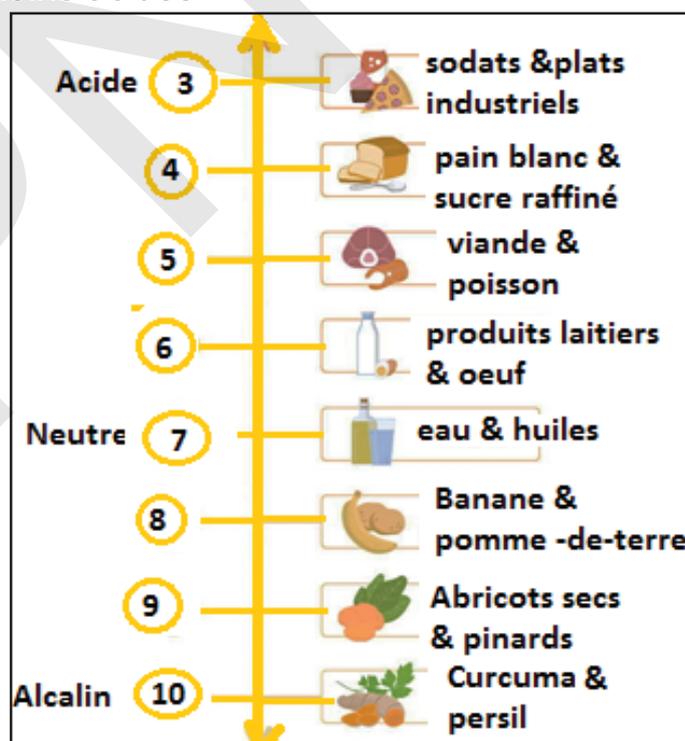
### Aliments de faible acidité ou peu acides

Ce sont les aliments dont le **pH** est supérieur à **4,5**. La plupart des légumes et des viandes se trouvent dans cette catégorie. Il s'agit des aliments les plus à risque dans lesquels peuvent proliférer une grande

quantité de micro-organismes, comme les champignons, les levures et les bactéries pathogènes telles que *Clostridium botulinum*.

### Aliments acides

Il s'agit des aliments dont le **pH** est compris entre **4** et **4,5** et dans lesquels *Clostridium botulinum* ne se développe pas, mais d'autres bactéries comme *Bacilluscoagulans* ou *Bacillus licheniformis* peuvent proliférer.





## Aliments très acides

Il s'agit des aliments de **pH** égal ou inférieur à **4**. Cette catégorie comprend les agrumes, les céréales, les yaourts, etc. Les sporulés ne poussent pas dans les aliments très acides, mais les moisissures, levures et bactéries acidophiles peuvent s'y développer.

Il convient de noter que les aliments les plus courants sont acides ou peu acides, car leur **pH** est généralement compris entre **3** et **7**.

On peut distinguer les aliments acides et alcalins par leur goût ? Les aliments acides se caractérisent par un goût aigre, alors que les aliments alcalins ont un goût amer.

IPN



## Evaluation

### Exercice 1

Dans chacune des propositions suivantes, choisis la bonne réponse.

L'acide chlorhydrique a un pH supérieur à 7/inférieur à 7.

C'est une solution acide/basique.

La soude a un pH supérieur à 7/inférieur à 7.

C'est une solution acide/basique.

L'eau pure a un pH supérieur à 7/égale à 7/inférieur à 7.

### Exercice 2

Dans un bêcher Leila ne sait plus si elle a introduit de l'acide chlorhydrique ou de la soude. Elle y plonge un pH- mètre ; celui-ci indique la valeur

3. Quelle est la nature de la solution ?

### Exercice 3

Voici la liste des produits dont on donne le pH. Tomate (4,5). Vinaigre(3). Eau de mer (8,5); Suc gastrique (2); Eau de javel (13); Sang (7,4); Lessive (11,2) ; Eau de pluie (6,5). Classe ces produits du plus acide au plus basique.

### Exercice 4

Sur l'étiquette d'un savon liquide on lit : pH = 3,8

Ce savon est il acide ou basique ?

Lors de son utilisation il est évidemment mélangé à de l'eau. Le pH de la solution obtenue est il inférieur, supérieur ou égal à 3,8 ? explique pourquoi ?

### Exercice 5

Le tableau ci-dessous indique le pH de quelques liquides de la vie courante :

Liquides	PH
Jus de tomate	4
Eau de javel	11
Jus de citron	2,5
Eau de mer	8
Coca- Cola	3
Eau de ES -SA VI	7.4

Quelle information donne le pH d'une solution.

Classe ces liquides du plus acide au plus basique

Quel est l'ion qui donne le caractère acide à une solution ?

Un verre de jus de tomate contient-il plus ou moins d'ion  $H^+$  qu'un verre contenant le même volume de jus de citron. Justifie ta réponse.

### Exercice 6

Le goût d'un jus de fruit naturel est trop acide.

Comment modifier ce goût acide en faisant varier le pH ?

Le fait d'ajouter du sucre modifie-t-il le pH du jus de fruit ? explique pourquoi.

### Exercice 7

Trois étiquettes portant respectivement comme indication :  $\text{pH} = 4$ ,  $\text{pH} = 7$  et  $\text{pH} = 12$  ont été décollées de trois flacons A, B et C contenant respectivement de l'eau sucrée, une solution de soude et jus de citron,

Pour replacer convenablement les étiquettes sur chaque flacon et pour indiquer la nature de la solution (acide, basique ou neutre), recopie et complète le tableau suivant :

Flacon	A	B	C
pH			
Nature de la solution			

### Exercice 8

Le goût d'un jus de fruit naturel est trop acide.

Comment modifier ce goût acide en faisant varier le pH ?

Le fait d'ajouter du sucre modifie-t-il le pH du jus de fruit ? explique pourquoi.

On ajoute dans chaque flacon de l'eau distillée. Indique comment évolue le pH des solutions ainsi diluées.

On ajoute maintenant de l'eau distillée en grande quantité dans chaque flacon afin d'obtenir une variation de **pH** la plus grande possible, quelle valeur de pH obtiendra-t-on pour chaque solution.

### Exercice 9

En t'aidant du nom du produit, dis si le pH d'une solution d'acide nitrique est supérieur à 7.

Déduis alors la nature de l'ion positif présent dans la solution d'acide nitrique.

3- Cette solution contient des ions nitrates  $\text{NO}_3^-$  Quelle est la formule d'une solution d'acide nitrique ?

## CHAPITRE V : MASSE, VOLUME ET POIDS



### Objectifs :

- Savoir comment mesurer la masse d'un corps à l'aide d'une balance
- Savoir comment mesurer le poids d'un corps à l'aide d'un dynamomètre
- Savoir comment mesurer le volume d'un corps à l'aide d'une éprouvette graduée
- Savoir comment déterminer la force de gravitation exercée sur un corps

# I- LA MASSE

## 1- Définition

La **masse** d'un objet, notée **m**, représente la quantité de matière qui le constitue.

La masse se mesure avec une **balance** et s'exprime en **kilogramme(kg)**.

Cette quantité de matière ne dépend pas du lieu où l'on se trouve.

## 2- Mesure de la masse

### 2-1- Mesure de la masse d'un solide

La masse d'un corps solide se mesure à l'aide d'une **balance** (électronique, de Roberval,...).

#### ↙ La balance électronique

Elles affichent directement la masse mesurée. Elles permettent aussi de faire une « tare ».

La tare permet de remettre l'indication de la balance sur zéro pour ne mesurer ensuite que la masse du contenu.



#### ↙ La balance de Roberval :

Quand le fléau de la balance est vertical, les deux plateaux sont en équilibre : la masse sur le plateau droit est égale à la masse sur le plateau de gauche.

On dispose de boîtes de masses marquées qui permettent de réaliser l'équilibre.



## Remarque

La balance électronique est plus précise dans la mesure des masses.

### 2-2- Mesure de la masse d'un liquide ou d'une poudre

On ne peut pas mettre ce type de substances directement sur le plateau de la balance. Il faut les peser dans un récipient. Mais il faut trouver la masse de la substance uniquement, celle du récipient ne doit pas s'ajouter !

Placer le récipient vide au centre du plateau.

Appuyer sur la touche TARE Verser le liquide, ou la poudre, dans le récipient

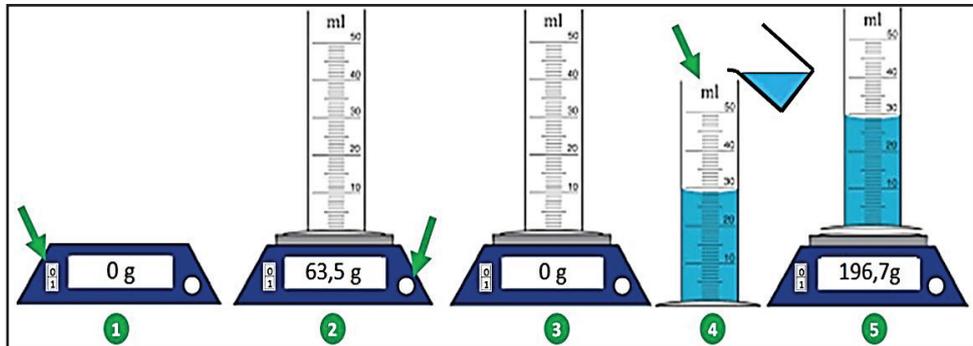
Lire la valeur indiquée.

## II-LE VOLUME

### 1- Définition

Le volume d'un corps noté **V** mesure l'espace occupé par ce corps.

L'unité légale de volume (l'unité dans le système international des unités) est le mètre cube noté **m<sup>3</sup>**. On pourra également



utiliser ces sous-multiples. **dm<sup>3</sup>, cm<sup>3</sup> et mm<sup>3</sup>**

Dans certains domaines (calcul dans les solutions, il est souvent plus pratique d'utiliser l'unité litre noté L et ses sous-multiples. **dL, cL et mL**

On doit donc savoir convertir les unités, c'est-à-dire passer d'une unité à une autre et dans tous les sens.

Équivalences à retenir : **1L = 1dm<sup>3</sup> et 1cm<sup>3</sup> = 1mL**

### 2- Mesure des volumes

#### 2-1- Mesure du volume d'un liquide :

Pour mesurer le volume d'un liquide, on peut utiliser n'importe quel récipient comportant des graduations ou un trait de jauge (bêcher, erlenmeyer, fiole jaugée), mais le mieux adapté est l'éprouvette graduée.

#### Remarque :

Pour lire correctement la graduation, il faut placer son œil en face de la surface du liquide que l'on nomme ménisque.

#### 2-2- Mesure du volume d'un solide :

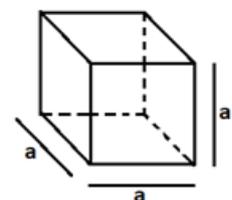
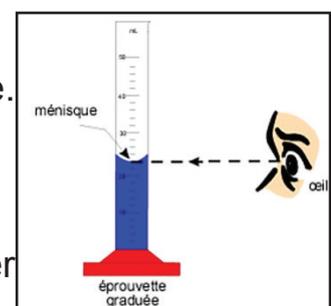
##### 2-2-1- Cas d'un solide de forme régulière :

Pour tous les solides ayant une forme régulière on peut calculer le volume par une méthode mathématique.

#### Exemples

##### \* Corps solide cubique :

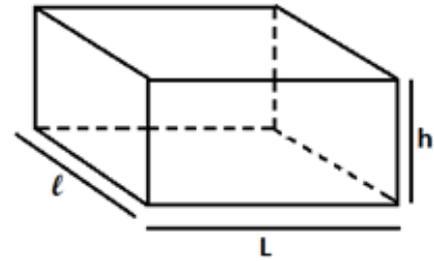
Le volume du cube est : **V<sub>cube</sub> = côté x côté x côté = a.a.a**



\* Corps solide parallélépipédique rectangle

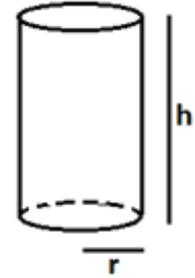
Le volume du parallélépipède rectangle est :

$$V = \text{longueur} \times \text{largeur} \times \text{hauteur} = L \cdot \ell \cdot h$$



\* Corps solide cylindrique :

Le volume du cylindre est :  $V = \text{aire de base} \times \text{hauteur} = A_{(\text{base})} \times h = \pi \cdot r^2 \cdot h$

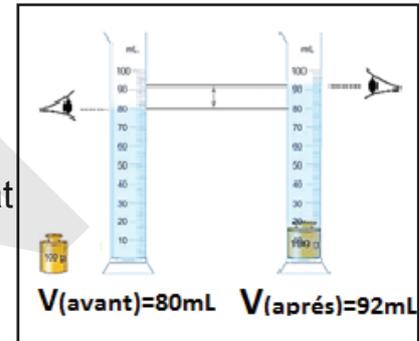


### 2-2-2- Cas d'un solide de forme quelconque :

Pour mesurer le volume d'un solide ,  
on peut suivre les étapes suivantes :

- On met une quantité d'eau dans une éprouvette.
- On relève le volume de l'eau avant d'introduire le solide dans l'éprouvette puis on relève le volume de l'eau après avoir introduit le solide.
- On fait la différence entre les deux valeurs, le résultat donne le volume du solide

La différence entre les deux :  $92 - 80 = 12$ , le volume du solide (la masse marquée) est 12mL



## III-MASSE VOLUMIQUE

C'est la masse occupée par  $1 \text{ m}^3$  d'une espèce chimique étudiée. Elle se note  $\rho$  et est donnée par le rapport de la masse  $m$  d'un échantillon de cette espèce et le volume  $V$  qu'il occupe :

$$\rho = \frac{m}{V} \quad , m: \text{ en Kg, } V : \text{ en } \text{m}^3 \quad \rho : \text{ en } \text{kg} / \text{m}^3$$

La masse volumique peut être exprimée dans d'autres unités : en  $\text{g.L}^{-1}$  ou en  $\text{g.cm}^{-3}$  :

### Remarque :

- \* Les espèces chimiques qui « coulent » dans de l'eau ont une masse volumique plus grande que celle de l'eau.
- \* Les espèces chimiques qui « flottent » à la surface de l'eau ont une masse volumique plus petite que celle de l'eau.

## IV- DENSITÉ

La densité ou densité d'un corps ou densité relative d'un corps est le rapport de sa masse volumique à la masse volumique d'un corps pris comme référence.

\* Pour les liquides et les solides, le corps de référence standard est l'eau pure.

\* Dans le cas de gaz ou de vapeur, le corps de référence gazeux standard est l'air, à la même température et sous la même pression. La densité est une grandeur sans dimension et sa valeur s'exprime sans unité de mesure.

### Densité d'un solide(S) ou liquide(L)

$$d = \frac{\rho_{\text{corps(S,L)}}}{\rho_{\text{Eau}}} \quad \rho_{\text{corps(S,L)}} \text{ et } \rho_{\text{(Eau)}} \text{ doivent être exprimées avec les mêmes unités}$$

### Densité d'un gaz ou vapeur

$$d = \frac{\rho(\text{gaz ou vapeur})}{\rho(\text{air})}$$

### Remarque :

Par analogie avec la masse volumique, on peut également énoncer ceci :

- Les espèces chimiques qui « coulent » dans de l'eau ont une densité plus grande que 1.
- Les espèces chimiques qui « flottent » à la surface de l'eau ont une densité **plus petite que 1**.

## V- LE POIDS

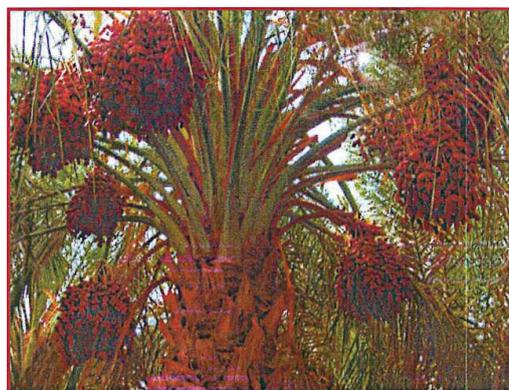
### 1- Mise en évidence

Tout objet envoyé dans l'air retombe sur le sol

Les branches d'un palmier chargées de dattes se plient toujours vers le bas.

Les dattes qui se détachent d'une branche tombent vers le sol.

**Il y a une force qui plie les branches et fait tomber les dattes qui se détachent C'est l'attraction terrestre**



### 2- Définition

La Terre ou (toute autre corps céleste) exerce une action mécanique attractive sur tout objet placé à sa proximité.

Cette action mécanique est modélisée par une force que l'on appelle le poids de l'objet.

Le poids d'un objet se note par le vecteur  $\vec{P}$

### 3- Caractéristiques du poids

Le poids, comme toute autre force possède quatre caractéristiques : le point d'application du poids, la droite d'action (direction), le sens et l'intensité.

#### 3-1- Direction et sens

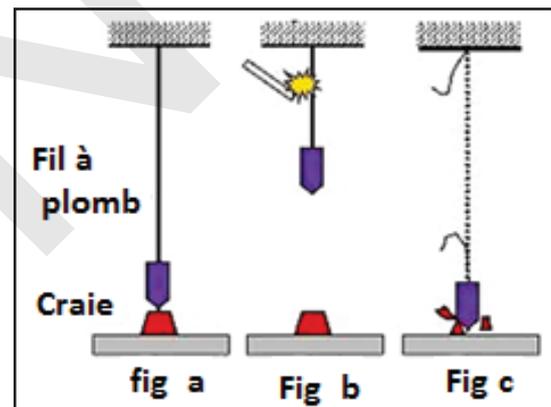
##### Expériences

##### ► Matériel :

- \* Un fil
- \* Un support
- \* Un solide muni d'un crochet
- \* Un morceau de craie

##### ► Manipulation:

- \* On suspend le solide au fil accroché au support. L'ensemble constitue un fil à plomb matérialisant la verticale du lieu.
- \* On place un morceau de craie en dessous de ce solide dans le prolongement de la droite matérialisée par le fil. (figure a)
- \* On soulève le corps en tirant sur l'extrémité libre du fil et on brûle le fil (figure b).



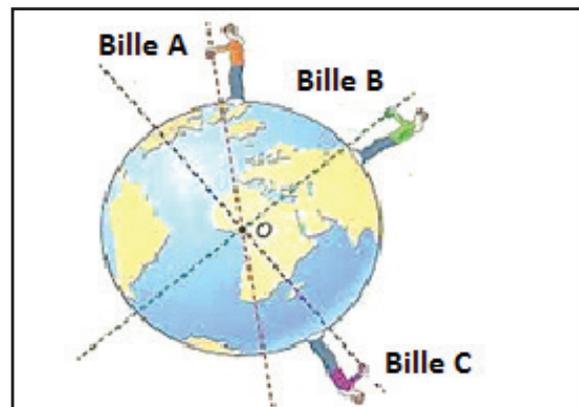
##### Observation :

Le solide se déplace verticalement et écrase le morceau de craie (figure c)

##### Conclusion :

Lorsqu'on lâche un objet il se déplace selon une direction verticale et vers le bas

Le poids d'un objet s'exerce toujours selon une **direction verticale et un sens de haut vers le bas.**



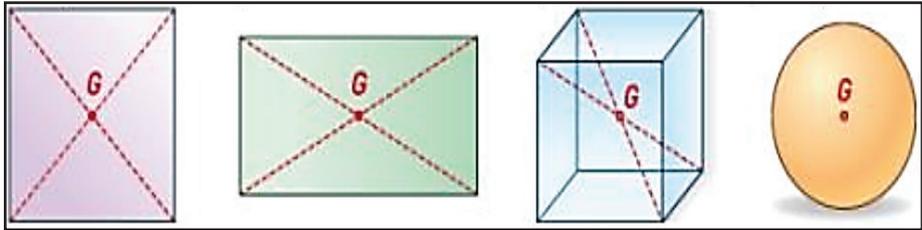
##### Remarque :

La verticale est toute ligne passant par le centre de la Terre.

### 3-2- Point d'application

#### ■ Cas d'un corps solide homogène de forme régulière

Pour un corps solide de forme régulière, le centre de gravité noté  $G$  d'un solide homogène (constitué de même



matière) est situé au centre géométrique de celui-ci.

Le centre de gravité est le centre de symétrie de chaque figure.

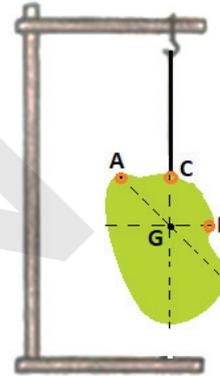
Le point d'application du poids est le centre de gravité du corps, ce point se note  $G$ .

#### ■ Cas d'un corps solide de forme quelconque

##### Expérience

##### ► Matériel :

- \* Un carton de forme quelconque.
- \* Un fil.
- \* Un support.



##### Manipulation :

- \* On suspend le carton d'un point A par l'intermédiaire du fil
- \* On trace sur le carton une droite dans le prolongement du fil
- \* On recommence en suspendant le carton en d'autres points B et C et on trace à chaque fois une droite dans le prolongement du fil.

##### ► Observation :

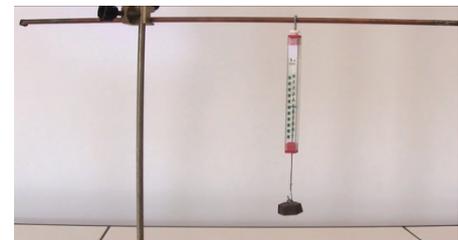
Les droites tracées se rencontrent en un point  $G$  appelé centre de gravité du carton.

##### ■ Intensité :

Pour mesurer l'intensité du poids d'un corps on le suspend à l'extrémité du fil d'un dynamomètre.

L'intensité du poids s'affiche par le dynamomètre

**L'unité de mesure du poids est le Newton (N)**



## 4- Relation entre le poids et la masse

### Expériences

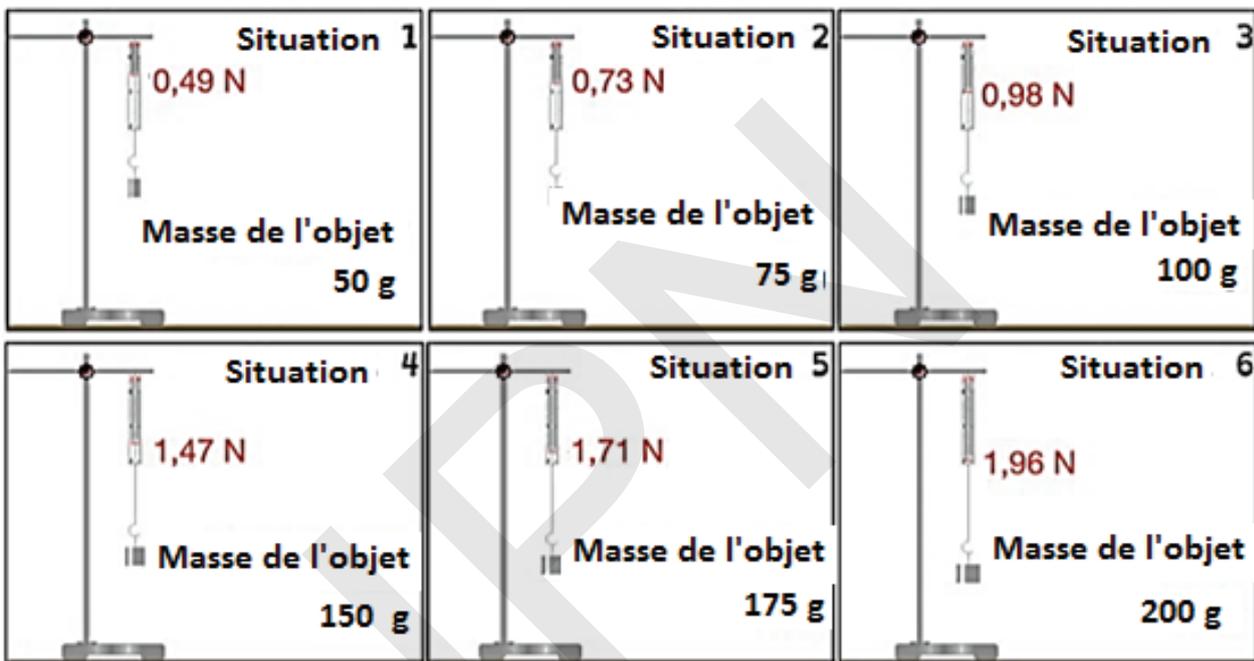
#### ► Matériel

- \* Un dynamomètre
- \* Une boîte de masse marquée
- \* Un support



#### ► Manipulation

- \* Mesurer le poids  $P$  de différentes masses marquées  $m$  puis calcule le rapport :  $\frac{P}{m}$



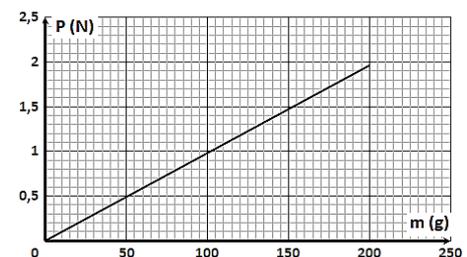
- \* Compléter le tableau suivant

<b>m(g)</b>	<b>50</b>	<b>75</b>	<b>100</b>	<b>150</b>	<b>175</b>	<b>200</b>
<b>P(N)</b>	<b>0,49</b>	<b>0,73</b>	<b>0,98</b>	<b>1,47</b>	<b>1,71</b>	<b>1,96</b>
$\frac{P}{m}$	<b>9,8</b>	<b>9,73</b>	<b>9,8</b>	<b>9,8</b>	<b>9,77</b>	<b>9,8</b>

- \* Tracer le graphique représentant les variations des poids des solides en fonction de leurs masses

#### ► Observation

- \* On observe que le rapport  $\frac{P}{m}$  est pratiquement constant. Cette constante vaut :  $\frac{P}{m} = 9,8 \text{ N/kg}$ . Elle s'appelle : intensité de la pesanteur notée  $g$  et s'exprime en  $\text{N/kg}$ .



\* L'allure de la courbe est une droite passant par l'origine des deux axes, donc l'intensité du poids est proportionnelle à la masse.

Le coefficient de proportionnalité noté  $g$  peut être déterminé à partir de la courbe.

### ► Conclusion

En un lieu donné, l'intensité  $P$  du poids d'un corps est proportionnelle à sa masse.

La valeur du poids et de la masse sont reliées par la relation:  $g = \frac{P}{m}$  Ou bien  $P = m \cdot g$  avec  $g$  s'appelle l'intensité de la pesanteur en N/kg

### Remarque

↯ La masse ne varie pas si on change le lieu ou l'endroit de mesure.

↯ La valeur du poids dépend du lieu, cela veut dire que le poids varie en fonction du lieu( latitude et altitude ) .

↯ L'intensité de la pesanteur qu'on note  $g$  dépend aussi du lieu(altitude et latitude).



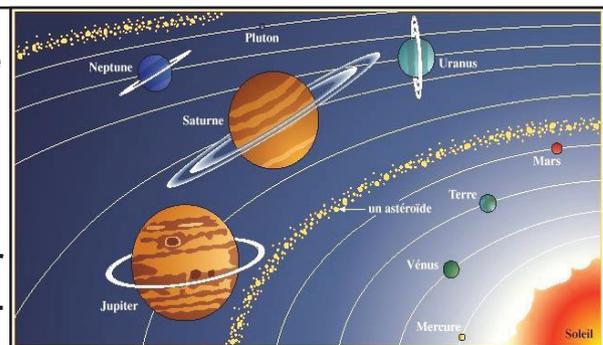
## 5- Représentation du poids

Le poids d'un objet est représenté par un segment fléché (ou vecteur) dont la direction, le sens et le point d'application sont ceux du vecteur  $\vec{P}$  et dont la longueur est proportionnelle à la valeur du poids.

## VI- FORCE DE GRAVITATION UNIVERSELLE (LOI DE NEWTON)

Newton est assis sous un pommier, la nuit va tomber et la pleine Lune est déjà levée. Une pomme tombe, il se demande : Pourquoi la pomme tombe, alors que la Lune ne tombe pas?

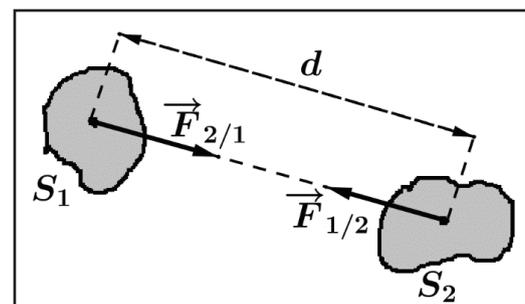
Newton expliqua le chute des corps sur la Terre, le mouvement de la Lune autour de la Terre et le mouvement des planètes du système solaire autour du Soleil comme le résultat d'un même phénomène. C-à-d , par l'attraction universelle .



### 1- la force de gravitation

Partout dans l'Univers, deux objets possédant des masses s'attirent mutuellement du fait de leur masse. Cette loi s'applique à tous les objets qui ont une masse donc elle est universelle.

La gravitation est une interaction attractive à distance.



Entre deux corps  $S_1$  et  $S_2$ , de masses  $m_1$  et  $m_2$  dont les centres sont distants de  $d$ , existent des forces d'interaction gravitationnelles  $\vec{F}_{1/2}$  et  $\vec{F}_{2/1}$  liées par la relation :  $\vec{F}_{1/2} = -\vec{F}_{2/1}$  avec :

$\vec{F}_{1/2}$  : Force d'attraction exercée par  $S_1$  sur  $S_2$

$\vec{F}_{2/1}$  : Force d'attraction exercée par  $S_2$  sur  $S_1$

$d$  : distance entre les centres d'inerties des deux corps

Alors :

- ▶  $\vec{F}_{1/2}$  et  $\vec{F}_{2/1}$  ont la même direction
- ▶  $\vec{F}_{1/2}$  et  $\vec{F}_{2/1}$  ont des sens différents
- ▶  $\vec{F}_{1/2}$  et  $\vec{F}_{2/1}$  ont la même intensité . Tel que :

$$F_{1/2} = F_{2/1} = G \frac{m_1 \cdot m_2}{d^2}$$

$G$  : constante de gravitation universelle de valeur  $6,67 \times 10^{-11}$  (S.I)

La gravitation universelle est une des interactions responsables de la cohésion de l'univers. Elle est prédominante à l'échelle astronomique. C'est elle qui explique la cohésion et la structure du système solaire. Elle est la cause du mouvement des planètes et de leurs satellites

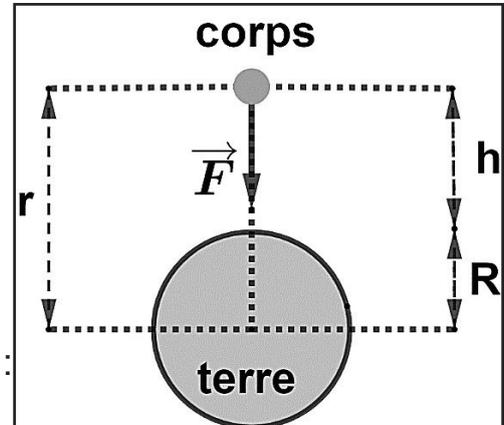
## 2- Intensité de la pesanteur à une altitude $h$

La terre est assimilée à une sphère de rayon  $R$  et de masse  $M$

La force gravitationnelle exercée par la terre sur le corps situé à la hauteur  $h$  du sol terrestre est égale à son poids :  $\vec{F} = \vec{P} = m \cdot \vec{g} \Rightarrow F = m \cdot g \Rightarrow G \frac{m \cdot M}{r^2} = m \cdot g \Rightarrow g = G \frac{M}{r^2}$ . Avec,  $r = R + h$  ; il vient que ;  $g = G \frac{M}{(R+h)^2}$ .

Au niveau du sol ( $h = 0$ ), l'intensité de la pesanteur vaut :  $g_0 = G \frac{M}{R^2} \Rightarrow G \cdot M = g_0 R^2$ .

Donc ;  $g = \frac{g_0 R^2}{r^2}$





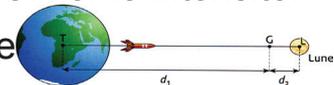
## Application 1

Une fusée est propulsée de la Terre vers la Lune. Elle est soumise, tout au long de son trajet à deux actions opposées : celle de la Terre et celle de la Lune. Appelons G le point d'équilibre.

- Quelles sont les deux actions qui s'exercent sur la fusée ?
- Comment varient ces deux actions lorsque la fusée s'éloigne de la Terre ?
- Justifie la notion de « point d'équilibre ».
- Où se situerait ce point G si la Lune et la Terre avaient la même masse ?
- Justifier la position de G sur le schéma.
- Dans quelle partie du trajet les moteurs servent-ils à faire avancer et dans quelle partie servent-ils à ralentir la fusée ?

### solution

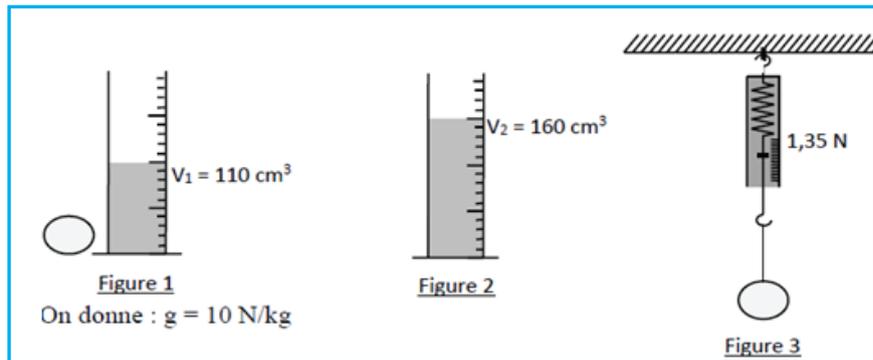
- La fusée subit l'action attractive à distance de la part de la Terre et l'action attractive à distance de la part de la Lune.
- L'action attractive à distance exercée par la Terre sur la fusée diminue à mesure que la fusée s'éloigne de la Terre et l'action attractive à distance exercée par la Lune sur la fusée augmente à mesure que la fusée se rapproche de la Terre.
- Le point d'équilibre G correspond à la position où la fusée subirait de la part de la Lune et de la part de la Terre des actions de même intensité de sorte que les deux actions se compenseraient exactement.
- Si les deux astres (Terre et Lune) avaient la même masse, le point G se trouverait exactement à égale distance de la Terre et de la Lune.
- Comme la Terre a une masse plus importante que la Lune, à distance égale, la Terre exerce une action plus importante sur la fusée que la Lune. Pour compenser cela, il faut que la fusée s'éloigne suffisamment de la Terre et se rapproche suffisamment de la Lune pour que les deux actions soient de même intensité.
- Dans la première partie du trajet ( $d_1$ ), l'action de la Terre sur la fusée est plus importante que celle de la Lune sur la fusée. Globalement, l'ensemble des deux actions s'oppose à au mouvement de la fusée vers la Lune. Si la fusée veut continuer son mouvement et s'éloigner de la Terre, ses moteurs doivent être utilisés pour la faire avancer.



## Application 2

Sur le chemin de l'école, l'une de tes camarades ramasse une pièce métallique. Elle pense que la pièce est en argent pour en faire un bijou. Afin de déterminer la nature de cette pièce avant de se rendre chez le bijoutier, elle te sollicite pour l'aider. Vous réalisez les expériences ci-dessous.

On donne :  $g = 10 \text{ N/kg}$



Substances	Masses volumiques ( $\text{g/cm}^3$ )
Aluminium	2,7
Cuivre	8,9
Or	19,3
Argent	10,5

- 1- Donne la valeur du poids de cette pièce.
- 2- Détermine :
  - 2.1 sa masse ;
  - 2.2 son volume ;
  - 2.3 sa masse volumique.
- 3- Donne la nature de la substance qui compose la pièce métallique.
- 4- Dis en justifiant ta réponse si ta camarade peut se rendre chez le bijoutier.

### solution

Le poids de cette pièce  $P = 1,35 \text{ N}$

Déterminons :

$$2.1 \ m = P/g = 1,35/10 = 0,135 \text{ kg}$$

$$2.2 \ V = V_2 - V_1 = 160 - 110 = 50 \text{ cm}^3$$

$$2.3 \ \text{sa masse volumique } a = m/v = 0,135/50 = 0,0027 \text{ kg/cm}^3 \text{ soit } 2,7 \text{ g/cm}^3$$

3- La substance est l'aluminium.

4- L'expérience montre que la pièce est en aluminium et non en argent. Elle ne pourra donc pas se rendre chez le bijoutier.

## Essentiel

La masse d'un objet, notée  $m$ , représente la quantité de matière qui le constitue.

La masse se mesure avec une balance et s'exprime en kilogramme (kg).

Le volume d'un corps noté  $V$  mesure l'espace occupé par ce corps.

L'unité légale de volume est le mètre cube notée  $m^3$ .

Pour mesurer le volume d'un liquide, on utilise l'éprouvette graduée.

La Masse volumique d'un corps de masse  $m$  et de volume  $V$  est  $\rho = \frac{m}{V}$

Densité d'un solide(S) ou liquide(L) est  $d = \frac{\rho_{\text{corps(S,L)}}}{\rho_{\text{Eau}}}$

Densité d'un gaz ou vapeur  $d = \frac{\rho(\text{gaz ou vapeur})}{\rho(\text{air})}$

■ Les caractéristiques du poids d'un corps de masse  $m$

■ Direction : verticale

Sens ; de haut vers le bas

■ Point d'application : centre de gravité du  $G$  du corps

■ Intensité :  $P = m \cdot g$ . Elle est mesurée par le dynamomètre.

L'unité est le Newton (N)

$g$  : s'appelle l'intensité de la pesanteur en N/kg

∧ La masse ne varie pas si on change le lieu ou l'endroit de mesure La valeur du poids dépend du lieu, cela veut dire que le poids varie en fonction du lieu (latitude et altitude) .

∧ L'intensité de la pesanteur qu'on note  $g$  dépend aussi du lieu (altitude et latitude).

■ Entre deux corps  $S_1$  et  $S_2$ , de masses  $m_1$  et  $m_2$  dont les centres sont distants de  $d$ , existent des forces d'interaction gravitationnelles  $\vec{F}_{1/2}$  et  $\vec{F}_{2/1}$  liées par la relation :

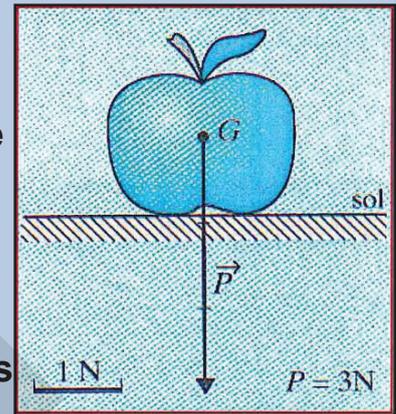
$$\vec{F}_{1/2} = -\vec{F}_{2/1}, \text{ ce qui implique } F_{1/2} = F_{2/1} = \frac{G \cdot m_1 \cdot m_2}{d^2}$$

$G$  : constante de gravitation universelle de valeur  $6,67 \times 10^{-11}$  (S.I)

■ L'intensité de la pesanteur à une altitude  $h$  :  $g = G \frac{M}{(R+h)^2}$  .

■ Au niveau du sol ( $h = 0$ ), l'intensité de la pesanteur vaut :  $g_0 = G \frac{M}{R^2} \Rightarrow G \cdot M = g_0 R^2$  .

$$\text{Donc ; } g = \frac{g_0 R^2}{d^2}$$



## EVALUATION

### Exercice 1

Complète les phrases ci-dessous avec les mots et expressions qui conviennent:

La.....d'un corps est une grandeur qui se mesure avec une balance.

L'unité de mesure des masses est le.....qu'on écrit en abrégé

La terre exerce sur tous les corps qui nous entourent une appelée .....

L'unité de mesure du poids est le En classe, le poids se mesure à l'aide d'un instrument appelé .....

### Exercice 2

Réponds par vrai ou faux

Deux objets A et B ont le même poids en un lieu donné .

- Ces corps A et B ont la même masse.
- Ils conservent le même poids même si on change de lieu.
- Ils n'ont pas la même masse sur la lune

### Exercice 3

Cite des effets du poids observés:

- dans le mouvement d'un corps;
- dans son état de repos(d'immobilité).

### Exercice 4

Fais le bon choix:

Coche la case correspondant à la réponse correcte.

a- Une masse se mesure: avec

une éprouvette graduée  une balance,  un masse-mètre.

b. Un volume précis peut être mesuré avec: un volume-mètre , un bécher,  une éprouvette graduée

### Exercice 5

Choisir le bon mot Consigne : Entourer la bonne réponse.

1. L'unité de masse / poids est le kilogramme.
2. L'unité du poids est le kilogramme / newton.
3. Le symbole du newton est n / N.
4. L'action du poids d'un objet s'exerce selon la verticale / l'horizontale du lieu.
5. Le poids est proportionnel / inversement proportionnel à la masse.

**Exercice 6**

Un cube d'acier dont l'arête est de 10 cm a une masse de 7,7 kg. On partage ce cube en deux parties égales . Quelle est la masse volumique en  $\text{kg/m}^3$  de chaque partie ?

**Exercice 7**

Quelles sont les caractéristiques du vecteur poids?

**Exercice 8**

La relation mathématique entre poids et masse d'un corps s'écrit:

$$P = m/g \quad \text{b. } P = g/m \quad \text{c. } P = m \cdot g$$

$g$  étant la valeur de la pesanteur terrestre.

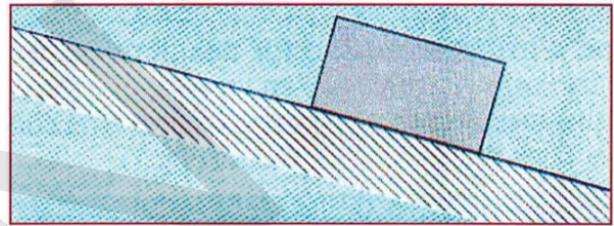
**Exercice 9**

Un objet a une masse de 750 g .

Calcule son poids à

Nouakchott ( $g = 9,78 \text{ N/Kg}$  ).

Cet objet est posé sur un plan incliné(Figure ). Représente le vecteur-poids en utilisant une échelle appropriée.

**Exercice 10**

On prendra  $g = 10 \text{ N/kg}$  comme valeur moyenne de la pesanteur terrestre dans cet exercice.

Sur l'étiquette d'une boîte de lait, on lit: « poids net: 250g».

Que penses-tu de cette indication? S'agit-il réellement du poids de la boîte?

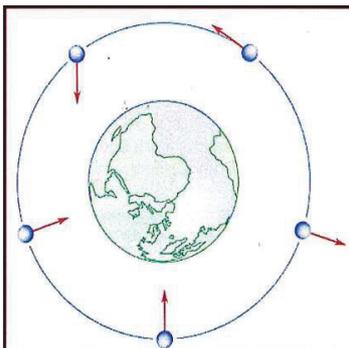
Donne l'expression correcte s'il s'agit du poids de la boîte.

Donne l'expression correcte s'il s'agit de la masse de la boîte.

**Exercice 11**

On représente le vecteur poids d'un satellite pour différentes positions qu'il occupe au cours de son mouvement autour de la terre.

Corrige les schémas incorrects et justifie tes réponses.



### Exercice 12

Dans une expérience visant à déterminer la relation qui existe entre la masse et le poids, un groupe d'élèves de la classe de troisième a obtenu avec divers corps, les résultats suivants:

Poids P(N)	Masse m(kg)
19	2
30	3
49	5
69	7
77	8
98	10

Donne la relation qui existe entre le poids(P) et la masse (m) d'un objet.

Trace, sur un papier millimétré, la courbe  $p = f(m)$  à l'échelle:

1cm représente 1kg, et 1cm représente 10 N

Détermine, à l'aide du graphique( au dixième près), la valeur de l'intensité de la pesanteur terrestre.

### Exercice 13 :

- 1) Calculez la force d'attraction gravitationnelle entre la Terre et la Lune. (Détaillez votre calcul)
- 2) Calculez la force d'attraction gravitationnelle entre la Terre et Soleil. (Détaillez votre calcul)
- 3) Comparez ces deux forces.

Données: - constante universelle de gravitation :  $6,67 \cdot 10^{-11} \text{ N} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{Kg}^{-2}$

- masse de la Terre :  $5,976 \cdot 10^{24} \text{ kg}$  -masse de la Lune :  $7,35 \cdot 10^{22} \text{ Kg}$  - masse du Soleil :  $1,989 \cdot 10^{30} \text{ Kg}$  - distance moyenne Terre - Lune :  $3,84 \cdot 10^8 \text{ m}$  -distance moyenne Terre-Soleil :  $1,5 \cdot 10^{11} \text{ m}$

### Exercice 14

La distance de Vénus au Soleil est de  $d=0,728 \text{ UA}$  (unité astronomique), avec une période de révolution autour du soleil de 224,7 jours. Une unité astronomique  $\text{UA} = 1,50 \cdot 10^{11} \text{ m}$ .

Vénus est une planète tellurique, comme le sont également Mercure, la Terre et Mars. Elle possède un champ magnétique très faible et n'a aucun satellite naturel. La planète « Vénus » est appelée « étoile du berger », elle se voit facilement dans le ciel.

- 1) Démontrer que la distance « d » entre le centre d'inertie du soleil et celui de Vénus est  $d = 1,09 \times 10^{11} \text{ m}$ . (Détaillez votre calcul)
- 2) Exprimer la force d'interaction gravitationnelle du soleil sur Vénus  $F_{S/V}$  puis la calculer. (Détaillez votre calcul)

**Données:** constante de gravitation universelle  $G = 6,67 \times 10^{-11} \text{ SI}$ ; masse de Vénus  $m_V = 4,86 \times 10^{24} \text{ kg}$ ; masse du soleil  $m_S = 1,99 \times 10^{30} \text{ kg}$ .

- 3) Représenter sur le schéma ci-dessous, sans soucis d'échelle, le vecteur force d'interaction gravitationnelle du soleil sur Vénus.



- 4) « S » étant le centre d'inertie du Soleil et « V » celui de Vénus donner les quatre caractéristiques du vecteur force d'interaction gravitationnelle du soleil sur Vénus  $F_{S/V}$ .

### Exercice 15

- a- Donne l'expression du poids d'un corps.
- b- Calcule le poids d'un paquet de ciment de masse  $m = 50 \text{ kg}$  en un lieu où  $g = 10 \text{ N/kg}$ .
- c- Calcule le poids de ce même paquet de ciment sur la lune où  $g = 1,6 \text{ N/kg}$ .

### Exercice 16

Loi de gravitation universelle :

$$F = \frac{G \times m_A \times m_B}{d^2} \text{ avec } G = 6,67 \times 10^{-11} \text{ N.m}^2 \cdot \text{kg}^{-2}, d \text{ en m, } m_A \text{ et } m_B \text{ en kg}$$

1. Qui a découvert cette loi ?
2. Calculer la valeur  $F$  pour deux personnes de  $75 \text{ kg}$  placées à  $2,0 \text{ m}$  l'une de l'autre.
3. Calcule la valeur  $F$  entre la Terre et le Soleil.

Masse du Soleil :  $m_S = 2 \times 10^{30} \text{ kg}$  / Masse de la Terre :  $m_T = 6 \times 10^{24} \text{ kg}$  /

Distance Terre-Soleil :  $d = 150 \times 10^6 \text{ km}$

4. Dans quel cas l'interaction attractive est-elle négligeable ?

### Exercice 17

Calculer la force exercée par la Terre sur le Soleil.

Calculer la force exercée par la Terre sur la Lune.

Calculer la force exercée par la Terre sur votre trousse.

Calculer la force exercée par un stylo sur un autre espacé de 10cm.

Masse du Soleil :  $m_S = 2,0 \times 10^{30}$  kg

Masse de la Terre :  $m_T = 6,0 \times 10^{24}$  kg

Masse de la Lune :  $m_L = 7,342 \times 10^{22}$  kg

Distance Terre-Soleil :  $d = 150 \times 10^6$  km

Distance Terre-Lune :  $d = 384\,000$  km

Rayon de la Terre :  $R_T = 6400$  km

Loi de gravitation universelle :

$$F = \frac{G \times m_A \times m_B}{d^2} \text{ avec } G = 6,67 \times 10^{-11} \text{ N.m}^2 \cdot \text{kg}^{-2}, d \text{ en m, } m_A \text{ et } m_B \text{ en kg}$$

### Exercice 18

- 1- Dis ce que représente un solide accroché à un dynamomètre qui indique 4 N.
- 2- Détermine la masse  $m$  d'un solide de poids 4N. On prendra  $g = 10$  N/kg.

### Exercice 19

Un morceau de métal a une masse  $m = 540$  g pour un volume  $v = 200$  cm<sup>3</sup>.

- 1- Détermine la masse volumique  $\rho$  de ce métal en g/cm<sup>3</sup> puis en kg/dm<sup>3</sup>.
- 2- Détermine sa densité  $d$ .

### Exercice 20

Vrai ou faux ? La gravitation qui s'exerce entre deux corps :  
 a – est toujours attractive  
 b – ne dépend pas de la masse des corps  
 c – dépend de la distance entre les corps  
 d – n'existe qu'entre le Soleil et les planètes

### Exercice 21

Connaître l'origine des mouvements dans le système solaire  
 1 – Pourquoi les planètes gravitent-elles au voisinage du Soleil ?  
 2 – Pourquoi la Lune gravite-t-elle au voisinage de la Terre ?

### Exercice 22

1- Calcule le poids d'un solide de 300 g en un lieu où :

- $g = 10$  N/kg.
- $g = 1,6$  N/kg

2- Détermine la masse d'un objet dont le poids sur terre est  $P = 10$  N.

### Exercice 23

Sur une boîte de conserve, il est inscrit : « Poids net : 250 g ». Deux de tes camarades discutent de cette inscription. L'un pense qu'elle est incorrecte tandis que l'autre affirme le contraire.

Tu es sollicité(e) pour les départager. Donnée :  $g = 10 \text{ N/kg}$

- 1) Nomme l'unité de mesure du poids d'un corps.
- 2) Dis ce que représente l'inscription 250 g
- 3) Justifie pourquoi l'inscription sur la boîte est incorrecte.
- 4) Propose les deux inscriptions correctes possibles à mettre sur la boîte.

### Exercice 24

Pour consolider leurs acquis sur la leçon sur masse et poids, ton groupe de travail de ta classe de 3e du lycée, décide de déterminer la valeur de l'intensité  $g$  de la pesanteur.

Masse (kg)	2	3	5	7	8	10
Poids (N)	20	30	49	69	81	101

Tu es désigné(e) pour faire le compte-rendu.

1. Définis le poids d'un corps
2. Donne la relation entre le poids  $P$  et la masse  $m$ .
3. Trace sur un papier millimétré, la courbe  $P = f(m)$  à l'échelle : 1 cm pour 1 kg et 1 cm pour 10 N.
4. Détermine à l'aide de la courbe, la valeur de l'intensité de la pesanteur  $g$ .

### Exercice 25

De la Terre à la Lune Consigne : Indiquer si les propositions suivantes sont vraies ou fausses et les corriger si nécessaire.

1. La Terre exerce une action attractive à distance sur la Lune parce que la Lune tourne autour de la Terre.
2. Si la Terre exerce une action attractive à distance sur la Lune, alors la Lune exerce en retour une action répulsive sur la Terre.
3. Le Soleil, du fait de sa lumière, exerce une action attractive sur toutes les planètes qui gravitent autour de lui.
4. Une personne de masse 50 kg n'exerce pas d'action attractive à distance sur la Terre car sa masse est trop faible par rapport à celle de la Terre.
5. La force de pesanteur qui s'exerce sur un spationaute posé sur la Lune est dirigée selon la verticale du lieu et vers le haut.



## Exercice 26.

Les satellites de Jupiter La planète Jupiter possède plus d'une soixantaine de satellites naturels dont les quatre principaux se nomment Io, Europe, Ganymède et Callisto. Questions

1. Quelle action exerce Jupiter sur ses satellites ?
2. Pourquoi les satellites de Jupiter gravitent-ils autour de cette planète ?
3. L'action de Jupiter sur ses satellites dépend-elle de leurs distances ?
4. Pourquoi peut-on dire que le système de Jupiter est analogue à « un système solaire en miniature » ?
5. Le Soleil, beaucoup plus éloigné de Io et des autres satellites de Jupiter, exerce-t-il une action gravitationnelle sur ces satellites ?
6. Les satellites de Jupiter exercent-ils une action à distance sur Jupiter ? Si oui, comment se nomme cette action ?

IPN





## CHAPITRE VI : EQUILIBRE D'UN SOLIDE SOUMIS A DEUX FORCES



### Objectifs :

- Comprendre la condition l'équilibre d'un solide soumis à deux forces
- Savoir utiliser la condition d'équilibre pour déterminer les caractéristiques d'une force



# I - CONDITION D'ÉQUILIBRE

## 1- Expérience

### ■ Matériels

- ▶ Solide (S) assez léger (morceau de carton léger)
- ▶ Deux fils inextensibles
- ▶ Deux dynamomètres
- ▶ Une règle
- ▶ Un crayon

### ■ Manipulation

- ▶ On accroche le solide (S) entre les deux dynamomètres par l'intermédiaire des fils
- ▶ On fait tendre les dynamomètres afin que les fils soient suffisamment tendus pour négliger le poids du solide S



### ■ Observations :

A l'équilibre, on constate que :

- ▶ Les deux fils sont dans le prolongement l'un de l'autre (les fils sont alignés)
- ▶ Les dynamomètres indiquent la même valeur

## 2- Conclusion

L'étude expérimentale montre que lorsqu'un corps solide est en équilibre sous l'action de deux forces,  $\vec{F}_1$  et  $\vec{F}_2$  ces deux forces, ont nécessairement :

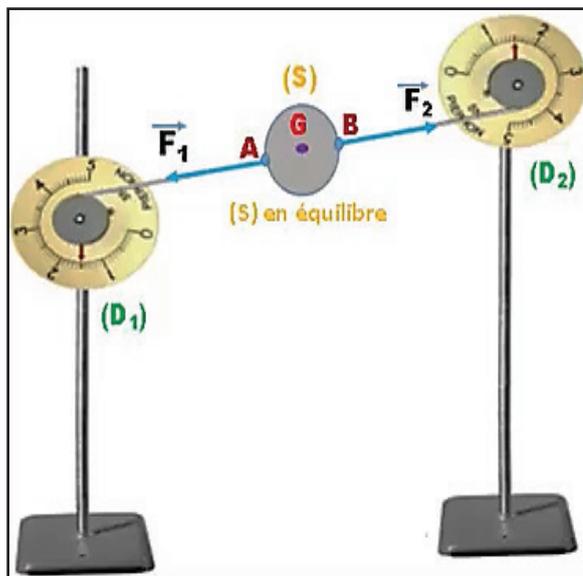
∨ un même support (ou même droite d'action).

∨ des sens opposés.

∨ une même intensité, soit :

$$\vec{F}_1 = -\vec{F}_2 \quad \text{ou} \quad \vec{F}_1 + \vec{F}_2 = \vec{0}$$

$$\text{soit : } F_1 = F_2$$



## II - APPLICATIONS DE LA CONDITION D'ÉQUILIBRE D'UN CORPS SOUMIS À DEUX FORCES

### 1- Solide se reposant sur un plan horizontal :

On pose un solide S sur la table horizontale.

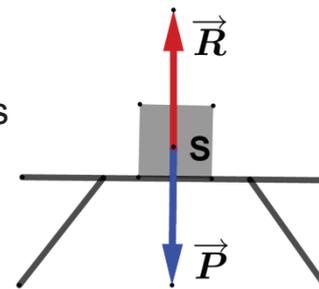
Le solide S en équilibre est soumis à deux forces opposées

- ▶ Le poids  $\vec{P}$  (action de la terre)
- ▶ La réaction  $\vec{R}$  de la table

A l'équilibre :  $\vec{R} + \vec{P} = \vec{0} \Rightarrow \vec{R} = -\vec{P}$

La réaction  $\vec{R}$  du plan horizontal (la table) possède les caractéristiques suivantes:

- \* Direction :  $\vec{R} // \vec{P}$ , donc  $\vec{R}$  est verticale
- \* Sens :  $\vec{R}$  et  $\vec{P}$  sont opposées, donc  $\vec{R}$  dirigé vers le haut
- \* Intensité :  $\vec{R}$  et  $\vec{P}$  ont des intensité égales, donc  $R = P$



### 2- Solide suspendu à un fil

On suspend un solide de masse m à un fil.

Le solide est en équilibre sous l'action de deux forces :

- $\vec{T}$  : la tension du fil (action du fil)
- $\vec{P}$  : poids du corps (action de la Terre).

En appliquant la condition d'équilibre on trouve :

$$\vec{P} + \vec{T} = \vec{0} \Rightarrow \vec{P} = -\vec{T} \Rightarrow T = P = m.g$$

La tension  $\vec{T}$  du fil possède les caractéristiques suivantes :

- \* Direction :  $\vec{T} // \vec{P}$ , donc  $\vec{T}$  est verticale
- \* Sens :  $\vec{T}$  et  $\vec{P}$  sont opposées, donc  $\vec{T}$  dirigé vers le haut
- \* Intensité :  $\vec{T}$  et  $\vec{P}$  ont des intensité égales, donc  $T = P = m.g$



### 3- Solide suspendu à un ressort

On suspend un solide de masse m au ressort et mesurer la longueur du ressort puis calculer l'allongement  $\Delta l = l - l_0$  correspondant.

Le corps est en équilibre sous l'action de deux forces :

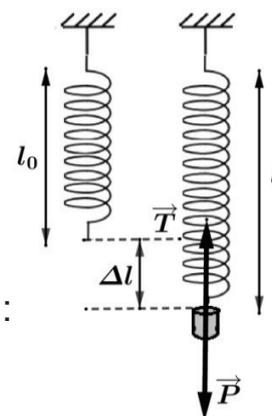
- ▶  $\vec{T}$  : la tension du ressort (action du ressort)
- ▶  $\vec{P}$  : poids du corps (action de la Terre).

En appliquant la condition d'équilibre on trouve :

$$\vec{P} + \vec{T} = \vec{0} \Rightarrow \vec{P} = -\vec{T} \Rightarrow T = P = m.g$$

La tension  $\vec{T}$  du ressort possède les caractéristiques suivantes :

- \* Direction :  $\vec{T} // \vec{P}$ , donc  $\vec{T}$  est verticale
- \* Sens :  $\vec{T}$  et  $\vec{P}$  sont opposées, donc  $\vec{T}$  dirigé vers le haut
- \* Intensité :  $\vec{T}$  et  $\vec{P}$  ont des intensité égales, donc  $T = P$



**Remarque :**

La tension du ressort peut être calculer par la relation  $T=K.\Delta l$  où  $K$  est constante caractéristique du ressort appelée constante de raideur du ressort et  $\Delta l$  représente l'allongement du ressort.

**4 - Solide flottant à la surface de l'eau**

Un corps solide (pirogue) flotte à la surface de l'eau d'une rivière.

Le corps est en équilibre sous deux forces :

- ▶  $\vec{F}_A$ : poussée d'Archimède (action du liquide)
- ▶  $\vec{P}$ : poids du corps (action de la Terre).



En appliquant la condition d'équilibre on trouve :  $\vec{P} + \vec{F}_A = \vec{0} \Rightarrow \vec{P} = -\vec{F}_A \Rightarrow F_A = P = m.g$

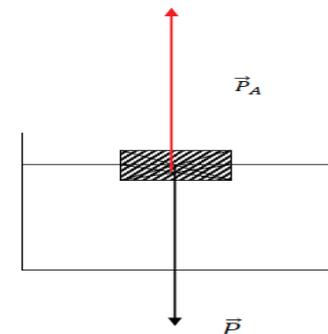
La poussée d'Archimède  $\vec{F}_A$  possède les caractéristiques suivantes :

- \* Direction :  $\vec{F}_A \parallel \vec{P}$ , donc  $\vec{F}_A$  est verticale
- \* Sens :  $\vec{F}_A$  et  $\vec{P}$  sont opposées, donc  $\vec{F}_A$  dirigé vers le haut
- \* Intensité :  $\vec{F}_A$  et  $\vec{P}$  ont des intensité égales, donc  $F_A = P$

**Application**

Un objet de masse  $m= 200g$  flotte dans l'eau.

1. Cite les forces qui agissent sur l'objet.
2. Donne les conditions de flottaison de l'objet.
3. Détermine la valeur de chaque force.
4. Représente ses forces à l'échelle 2 cm pour 1N.

**Corrigé : 1.**

Les forces qui agissent sur l'objet sont le poids  $\vec{P}$  et la poussée et d'Archimède  $\vec{P}_A$ .

2. Le poids  $\vec{P}$  et la poussée d'Archimède  $\vec{P}_A$  ont :

- la même droite d'action - Le sens opposé.
- La même valeur ( $P= P_A$ ).

3. La valeur de chaque force - Le poids  $P = m \times g$  ; A.N :  $P=0,2 \times 10 = 2N$

- La poussée d'Archimède  $P_A = P = 2N$

4. Représentation 2 cm pour 1 N, donc 2 N pour 4 cm.  $\vec{P}$  et  $\vec{P}_A$  sont représentés par 4 cm

## Essentiel

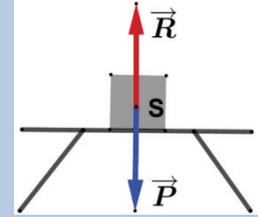
■ Lorsqu'un corps solide est en équilibre sous l'action de deux forces  $\vec{F}_1$  et  $\vec{F}_2$ , ces deux forces, ont nécessairement :

∨ un même support (ou même droite d'action).

∨ des sens opposés.

∨ une même intensité, soit :  $\vec{F}_1 = -\vec{F}_2$  ou  $\vec{F}_1 + \vec{F}_2 = \vec{0}$

■ Un solide S posé sur une table est en équilibre sous l'action de deux forces opposées. A l'équilibre :  $\vec{R} + \vec{P} = \vec{0} \Rightarrow \vec{R} = -\vec{P}$



∨  $\vec{R} \parallel \vec{P}$ , donc  $\vec{R}$  est verticale

∨  $\vec{R}$  et  $\vec{P}$  sont opposées, donc  $\vec{R}$  dirigé vers le haut

∨  $\vec{R}$  et  $\vec{P}$  ont des intensité égales, donc  $R = P$

■ Un solide S de masse m suspendu à un fil est en équilibre.

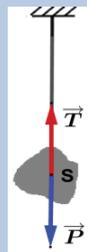
En appliquant la condition d'équilibre on trouve :

$$\vec{P} + \vec{T} = \vec{0} \Rightarrow \vec{P} = -\vec{T} \Rightarrow T = P = m.g$$

∨  $\vec{T} \parallel \vec{P}$ , donc  $\vec{T}$  est verticale

∨ sont opposées, donc  $\vec{T}$  dirigé vers le haut

∨  $\vec{T}$  et  $\vec{P}$  ont des intensité égales, donc  $T = P = m.g$



■ Un solide S de masse m suspendu à un ressort est en équilibre

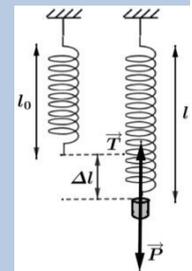
En appliquant la condition d'équilibre on trouve :

$$\vec{P} + \vec{T} = \vec{0} \Rightarrow \vec{P} = -\vec{T} \Rightarrow T = P = m.g$$

$\vec{T} \parallel \vec{P}$ , donc  $\vec{T}$  est verticale

$\vec{T}$  et  $\vec{P}$  sont opposées, donc  $\vec{T}$  dirigé vers le haut

$\vec{T}$  et  $\vec{P}$  ont des intensité égales, donc  $T = P$



La tension du ressort peut être calculer par la relation  $T = K.\Delta L$  où K est constante et  $\Delta l = l - l_0$  est son allongement

Un corps solide (pirogue) flottant à la surface de l'eau d'une rivière est en équilibre sous deux forces :

En appliquant la condition d'équilibre on trouve :

$$\vec{P} + \vec{F}_A = \vec{0} \Rightarrow \vec{P} = -\vec{F}_A \Rightarrow F_A = P = m.g$$

$\vec{F}_A \parallel \vec{P}$ , donc  $\vec{F}_A$  est verticale

$\vec{F}_A$  et  $\vec{P}$  sont opposées, donc  $\vec{F}_A$  dirigé vers le haut

$\vec{F}_A$  et  $\vec{P}$  ont des intensité égales, donc  $F_A = P$



## Evaluation

### Exercice 1 :

Complète les phrases ci- dessous par les mots et expressions qui conviennent :  
Colinéaire, valeur, contraire, forces, équilibre, opposé.

Lorsqu'un solide soumis à deux .....seulement est en ..... ces deux forces sont .....( même droite d'action ), de sens .....et d'égale .....on dit aussi que ces forces sont .....

### Exercice 2 :

#### Réponds par vrai ou faux

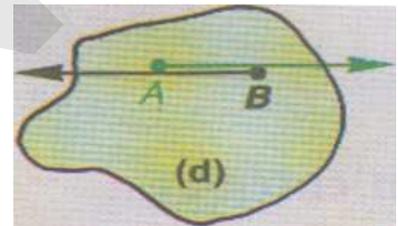
Un solide soumis à l'action d'une seule force est en équilibre

Si un solide soumis à deux forces est au repos, alors la somme des forces appliquées est représentable par un vecteur nul.

Un solide soumis à l'action de deux forces de même valeur ,de même direction et de sens contraires est en équilibre.

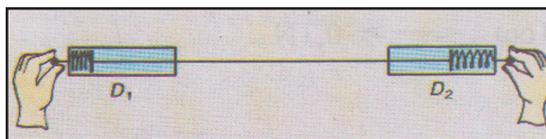
### Exercice 3 :

La figure ci -contre représente un solide soumis à deux forces de même intensité. Dans quel cas y -a il équilibre



### Exercice 4

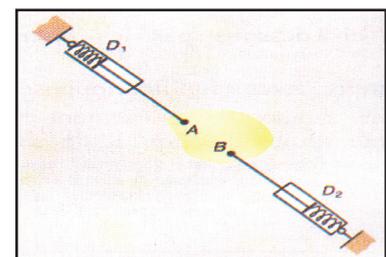
Au cours d'une expérience représentée ci- dessous, le dynamomètre  $D_1$  indique 3N,le dynamomètre  $D_2$  6N. Des deux affirmations suivantes. Quelle est celle qui est exacte et pourquoi ?



1/ la main gauche exerce une force de 3N ;la main droite une force de 6N. 2/Les dynamomètres (ou l'un d'eux ) sont mal étalonnés : ils devaient indiquer la même intensité

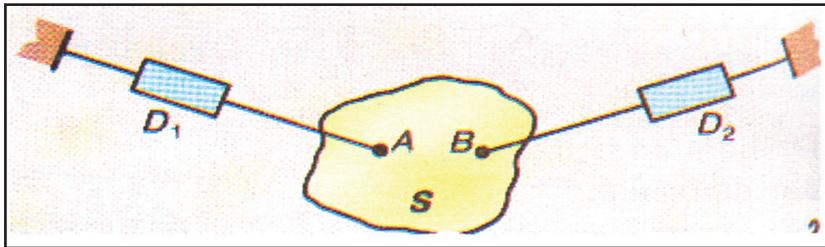
### Exercice5

Un solide de masse négligeable est soumis à l'action de deux dynamomètres  $D_1$  et  $D_2$ .  $D_1$  indique 5N et  $D_2$  6N les fils sont dans le prolongement l'un de l'autre. Discute sur l'équilibre ou le mouvement du solide.



**Exercice 6 :**

Le solide S est soumis à l'action de deux dynamomètres. Ceux-ci indiquent à l'équilibre la même intensité. D'après la figure, le poids de S est-il négligeable ? pourquoi ?

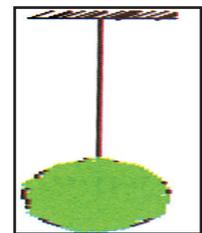
**Exercice 7 :**

Une boule de pâte à modeler est reliée à un fil fixé au plafond de la salle de classe. La boule a pour masse 25g.

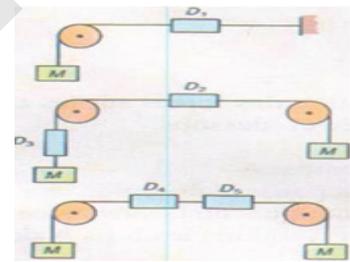
quel est le poids de la boule (on prendra  $g = 1 \text{ ON/Kg}$ ).

Quel est l'autre force qui maintient la boule au bout du fil.

Représente ces deux forces à l'échelle :  $1\text{cm} \leftrightarrow 0,1\text{N}$

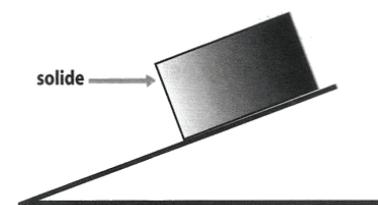
**Exercice 8**

On considère les trois systèmes en équilibre schématisés sur la figure ci-dessous. Les dynamomètres ont un poids négligeable et les masses M sont toutes égales à 400g. En prenant  $g = 1 \text{ ON/Kg}$ , quelles sont les indications données par ces dynamomètres

**Exercice 9**

Au cours d'une séance d'exercices, votre professeur vous propose la figure ci-contre afin d'étudier les conditions d'équilibre d'un solide S de masse  $m=500\text{g}$ .

Ce solide soumis à deux forces est en équilibre sur une surface rugueuse inclinée par rapport à l'horizontal. Votre professeur te désigne pour représenter les forces qui agissent sur ce solide.



On donne  $g = 10 \text{ N/kg}$ , l'échelle 1 cm pour 2 N.

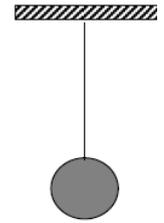
- 1- Cite les deux forces appliquées au solide.
- 2- Donne :
  - 2.1. la direction et le sens du poids .
  - 2.2. la direction et le sens de la deuxième force.
- 3- Détermine la valeur de chacune des forces .
- 4- Représente sur la figure, chacune des deux forces.

**Exercice 10**

Une boule de masse  $m = 2 \text{ kg}$  est en équilibre à l'extrémité d'un fil attaché à un support.

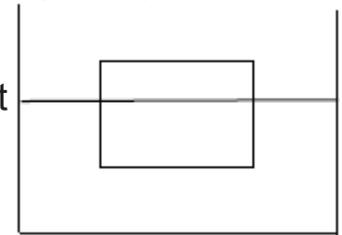
On prendra  $g = 10 \text{ N/kg}$ .

1. Nomme les forces qui s'exercent sur la boule en équilibre.
2. Ecris la relation d'équilibre.
3. Détermine la valeur de chacune de ces forces.
4. Représente ces forces à l'échelle  $1 \text{ cm}$  pour  $10 \text{ N}$ .

**Exercice 11**

Ton petit frère veut comprendre pourquoi son jouet en matière plastique ne reste pas au fond de l'eau après son immersion.

Ce jouet représenté ci-contre a un volume de  $V = 250 \text{ cm}^3$  et une masse  $m = 200 \text{ g}$ . La masse volumique de l'eau est  $\rho_{\text{eau}} = 1 \text{ g/cm}^3$ . On prendra  $g = 10 \text{ N/kg}$ .



Donne à ton petit frère une explication scientifique.

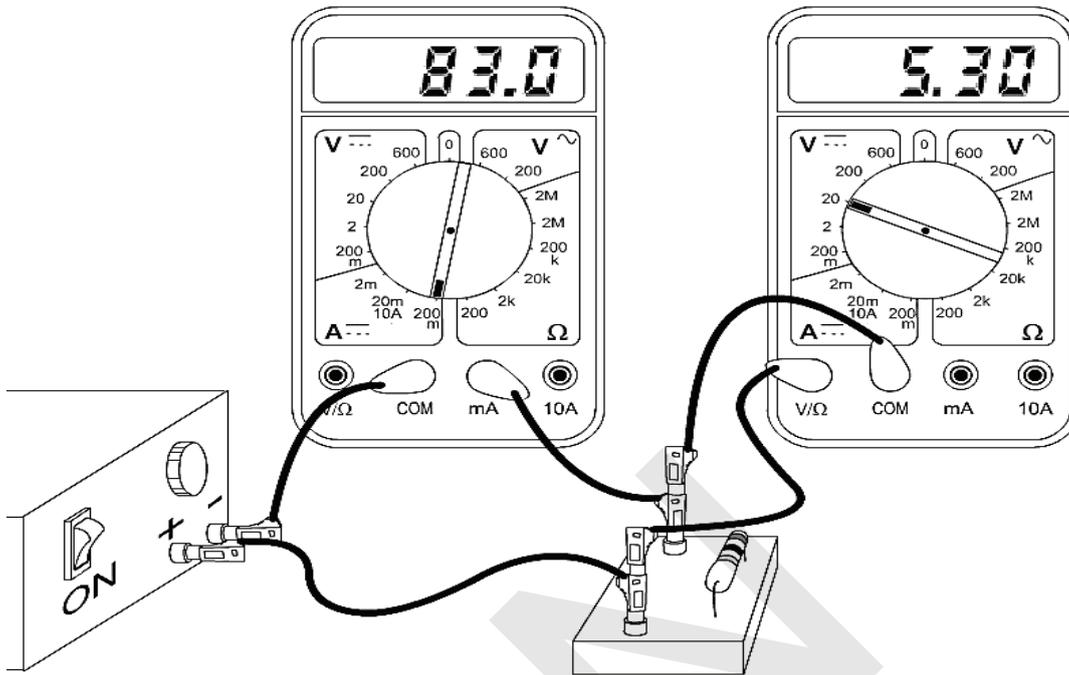
- 1- Définis la masse volumique d'une substance.
- 2- Détermine la masse volumique ( $\rho$ ) du plastique.
- 3- Indique pourquoi ce solide flotte lorsqu'on le plonge dans l'eau.

**Exercice 12**

Lors d'une enquête découverte dans une entreprise maritime au bord de la lagune, un groupe d'élèves observe une caisse cubique qui flotte sur l'eau. Ils interrogent l'un des employés qui leur donne l'information suivante : « Chaque caisse porte les inscriptions  $50 \text{ kg}$  et  $100 \text{ dm}^3$  ». Les élèves ne comprennent pas qu'avec une telle masse, la caisse flotte. Ils te sollicitent pour leur expliquer. On donne  $g = 10 \text{ N/kg}$  ;  $\rho_{\text{eau}} = 1 \text{ kg/dm}^3$ .

1. Donne l'expression de la masse volumique ( $\rho$ ) en fonction de la masse ( $m$ ) et du volume ( $V$ ).
2. Calcule la masse volumique de la caisse.
3. Explique pourquoi la caisse flotte sur l'eau.
4. Déduis la valeur  $P_A$  de la poussée d'Archimède exercée par l'eau sur la caisse.

## CHAPITRE VII : RESISTANCE ELECTRIQUE



### Objectifs :

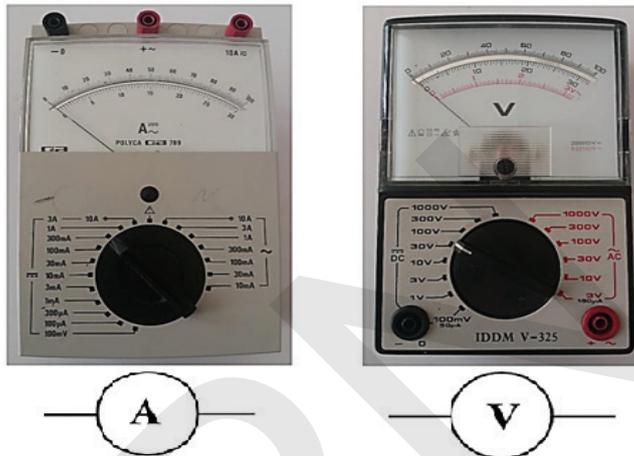
- Savoir comment tracer expérimentalement la caractéristique d'un dipôle ohmique
- Savoir utiliser la caractéristique pour établir la loi d'Ohm
- Comprendre l'influence d'une résistance électrique sur un circuit électrique
- Savoir comment déterminer la valeur de la résistance d'un dipôle ohmique
- Savoir calculer la résistance équivalente d'une association des résistances

# I-APPAREILS DE MESURES ÉLECTRIQUES

## 1- Ampèremètre et voltmètre analogiques

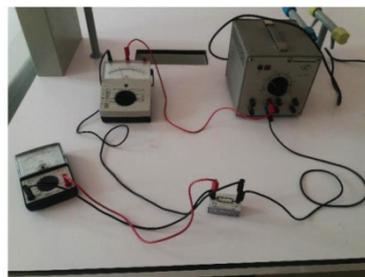
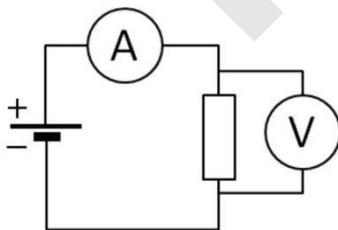
### 1-1- Utilisation :

Les ampèremètres et voltmètres utilisés durant les séances de TP d'électricité sont en général des appareils analogiques. Ils sont dotés d'un cadran gradué (contenant généralement deux échelles de lecture, 0-100 et 0-30), permettant la lecture de la grandeur mesurée, et d'un bouton commutateur permettant de choisir le calibre adéquat pour la mesure et le type de courant à mesurer (continu ou alternatif).



### 1-2- Branchement :

Un ampèremètre se branche toujours en série dans un circuit électrique, alors qu'un voltmètre doit être branché en parallèle sur la portion de circuit dont on veut mesurer la tension, comme le montre la figure ci-dessous.



### 1-3- Lecture et choix du calibre de l'appareil

Le choix du calibre pour une mesure correcte de la grandeur électrique (tension ou courant) doit être effectué en suivant les étapes ci-après :

On choisit d'abord le calibre le plus élevé pour éviter tout d'endommagement de l'appareil.

Grâce au commutateur, on le diminue jusqu'à ce que l'aiguille du cadran soit déviée sur la partie droite du cadran, sans toutefois sortir de l'échelle.

Le calibre adéquat est celui qui est immédiatement supérieur à la valeur mesurée. Pour la lecture de la valeur  $X$  de la mesure (intensité de courant avec un ampèremètre ou tension avec un voltmètre), on utilise la relation :  $x = \frac{\text{lecture} \times \text{calibre}}{\text{échelle}}$

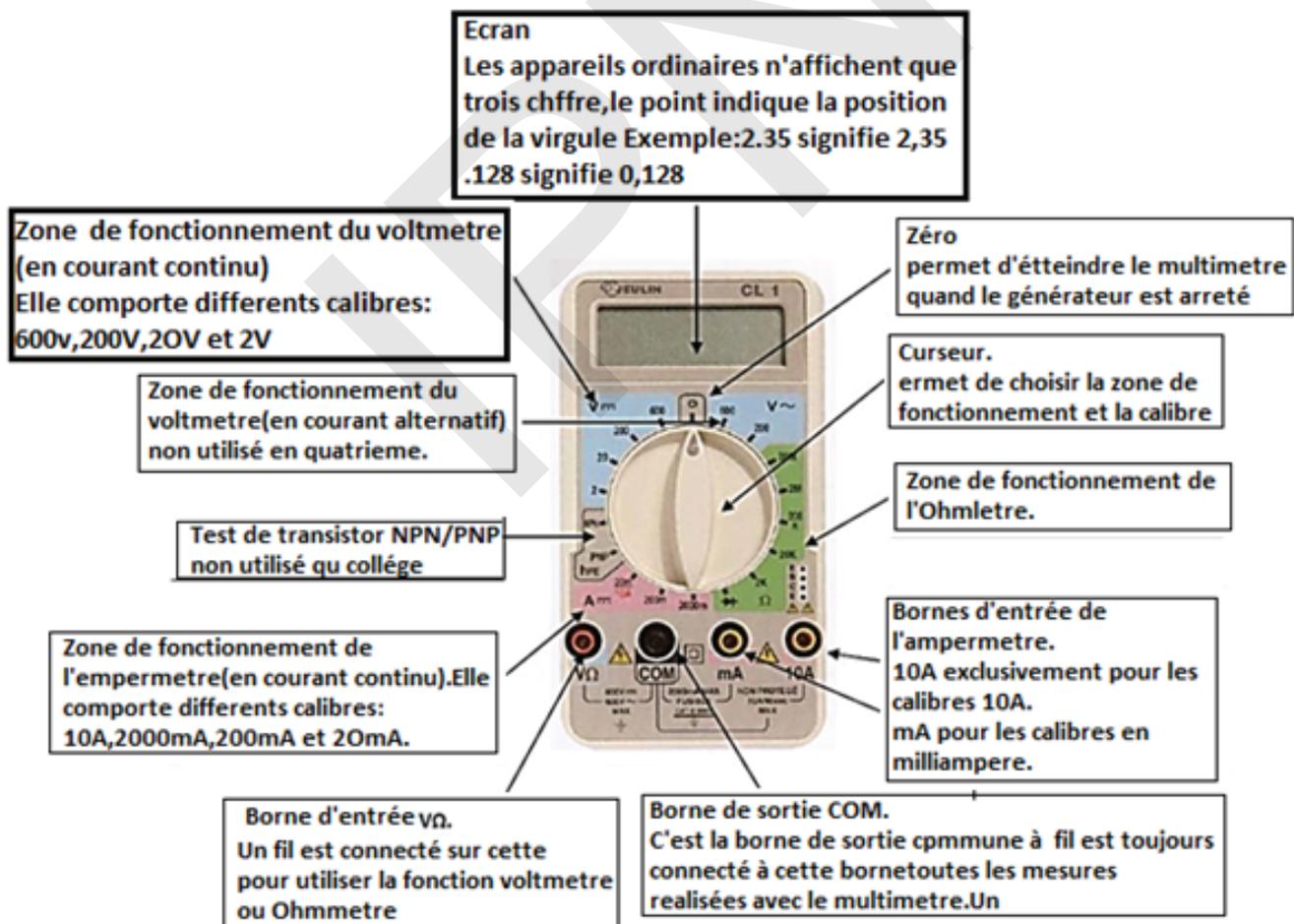
Pour les appareils disponibles au labo, leur échelle peut être de 100 ou de 30 ; afin de faciliter les calculs, on choisit l'échelle 100 pour les calibres de fraction ou de multiple de 10 (0,1 ; 1 ; 10 ; 100 ; ...etc.), et celle de 30 pour les calibres multiples de 3 (0,3 ; 3 ; 30 ; 300 ;...etc.).

## 2- Multimètre

### 2-1- Présentation

Un multimètre est un appareil permettant de mesurer différentes grandeurs électriques :

- ▶ L'intensité du courant qui traverse un dipôle. (Zone rose)
- ▶ La tension entre les bornes d'un dipôle. (Zone bleu)
- ▶ La résistance d'un dipôle. (Zone verte)



### 2-2- Branchement :

Le **Voltmètre** se branche en **dérivation** avec le dipôle dont on veut mesurer la tension en utilisant les bornes **V** et **COM**.

L'ampèremètre se branche en série avec le dipôle dont on veut mesurer l'intensité en utilisant les bornes **10A et COM** ou **mA et COM** suivant les calibres désirés.

### 3- Choix du calibre et précision de la mesure :

Chaque calibre est la valeur maximale qui peut être mesurée pour la position choisie du curseur.

#### Exemples :

\* si le curseur est en position 20mA, l'intensité maximale que peut mesurer l'ampèremètre est moins de 20mA.

\* si le curseur est en position 20V, la tension maximale que peut mesurer le voltmètre est moins de 20V.

**Attention : si la valeur mesurée est supérieure au calibre utilisé, le multimètre risque d'être endommagé.**

Pour une première mesure, on commence donc par le calibre le plus grand. Si cela est possible, on effectue une autre mesure car **plus la valeur mesurée est proche de la valeur du calibre utilisé, plus la mesure est précise.**

Pour une deuxième mesure, on utilisera le calibre immédiatement supérieur à la première valeur trouvée.

## II- NOTION DE RÉSISTANCE (OU CONDUCTEUR OHMIQUE):

Le **dipôle ohmique** est un dipôle utilisé dans beaucoup des circuits électriques.

Le composant est un petit cylindre comportant deux bornes et sur lesquels on peut voir des anneaux de couleurs. Le dipôle ohmique est caractérisé par une grandeur électrique appelée **résistance** (notée **R**).



L'unité de la résistance est l'Ohm(notée  $\Omega$ ).

On utilise souvent les multiples :

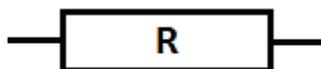
**1 kilohm :  $1 \text{ k}\Omega = 1000 \Omega$**

**1 mégaohm :  $1 \text{ M}\Omega = 10^6 \Omega$**

**1 gigaohm :  $1 \text{ G}\Omega = 10^9 \Omega$**

La résistance électrique est une **grandeur physique** qui caractérise la **façon dont un dipôle électrique résiste au passage du courant.**

Une résistance a pour symbole :



## III-INFLUENCE DE LA RÉSISTANCE DANS UN CIRCUIT.

### Expériences

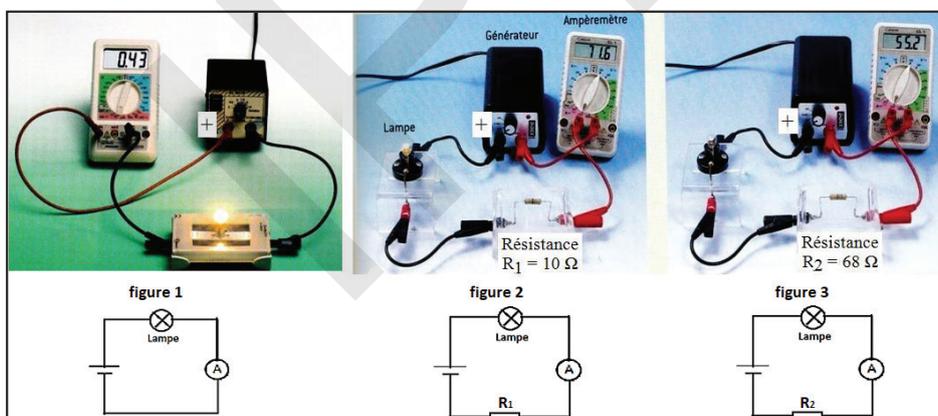
#### ■ Matériel

- \* Un générateur
- \* Une lampe
- \* Un ampèremètre
- \* Deux résistances  $R_1 = 10 \Omega$  et  $R_2 = 68 \Omega$

#### ■ Manipulation

- Réalisez le montage de la figure 1. Observer l'éclat de la lampe et notez la valeur de l'intensité indiquée par l'ampèremètre
- Ajoutez en série au montage de la figure 1 une résistance  $R_1 = 10 \Omega$  (figure 2).
- Observer de nouveau l'éclat de la lampe et notez la nouvelle valeur indiquée par l'ampèremètre.
- Remplacer la résistance du montage de la figure 2 par une résistance  $R_2 = 68 \Omega$  (figure 3).

Observer de nouveau l'éclat de la lampe et notez la nouvelle valeur indiquée par l'ampèremètre.



### Observations

Valeur de la résistance	Intensité du courant	Eclat de la lampe
Sans résistance	0,43A = 430mA	Normal
Avec la résistance $R_1 = 10 \Omega$	71,6 mA	Faible
Avec la résistance $R_2 = 68 \Omega$	55,2mA	Très faible
Avec la résistance $R_1$ inversée	55,2mA	Très faible
La résistance $R_2$ branchée entre (+) et la lampe	55,2mA	

## Conclusion

Quand on introduit une résistance dans un circuit en série, l'intensité du courant diminue dans ce circuit. L'intensité du courant ne dépend pas du sens de branchement d'une résistance (dipôle non polarisé) ni de son emplacement.

Dans un circuit en série, plus la résistance électrique d'un dipôle est élevée, plus l'intensité du courant qui le parcourt est faible.

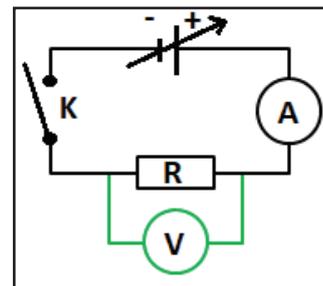
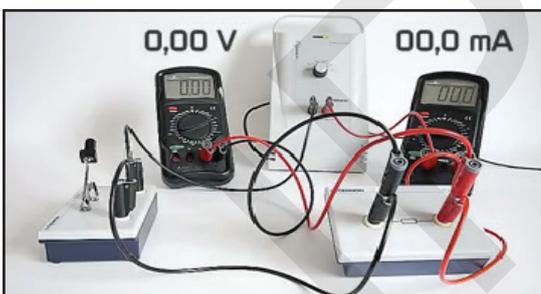
## IV-CARACTÉRISTIQUE D'UN DIPÔLE OHMIQUE

Etude de l'intensité qui traverse une résistance en fonction de la tension entre ses bornes.

### Expériences

Matériel

- \* Ampèremètre
- \* Voltmètre
- \* Dipôle ohmique (Résistance)
- \* Générateur tension réglable



### Manipulation :

Réalisons le circuit schématisé ci-dessus.

Le voltmètre mesure la tension  $U_R$  aux bornes de la résistance et l'ampèremètre mesure le courant électrique  $I_R$  qui la traverse.

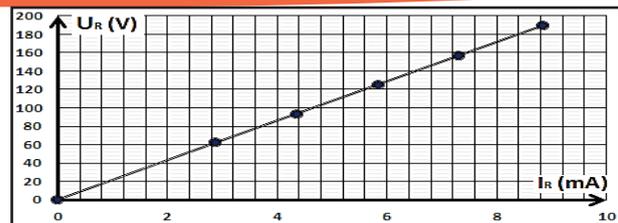
Faisons varier la tension délivrée par le générateur et relevons la valeur de la tension aux bornes de la résistance, ainsi que l'intensité du courant qui la traverse.

On calcule le rapport  $\frac{U_R}{I_R}$ . Les résultats sont consignés dans le tableau suivant.

$U_R$ (en volt)	0	2,83	4,27	5,72	7,17	8,65
$I_R$ (en milliampère)	0	62,1	93,7	125,4	157,2	189,7
$\frac{U_R}{I_R}$	0	46,51	46,51	46,51	46,51	46,51

## ■ Exploitation des résultats

On trace le graphique représentant la tension  $U_R$  (en ordonnée) en fonction de l'intensité  $I_R$  (en abscisse). Cette courbe s'appelle « caractéristique du dipôle ohmique »



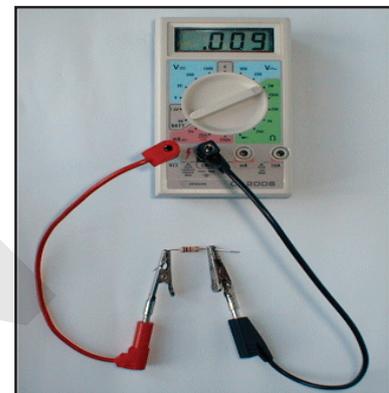
On constate que la tension aux bornes de la « résistance » et l'intensité du courant qui la traverse sont proportionnels. Le coefficient de proportionnalité est la valeur  $R$  de la résistance.

## ■ Loi d'Ohm

La relation de proportionnalité entre la tension  $U$  aux bornes d'une résistance et l'intensité  $I$  du courant qui la traverse permet d'écrire :  $U = R \cdot I$  ou

$U$ : en volt (V);  $I$ : en Ampère (A);  $R$ : en ohm ( $\Omega$ )

Cette relation s'appelle la **loi d'Ohm**. Elle permet de relier, pour un conducteur ohmique, la valeur de la tension aux bornes du dipôle avec le courant qui la traverse.



# V- DÉTERMINATION DE LA VALEUR D'UNE RÉSISTANCE

## 1- Mesure d'une résistance à l'aide d'un ohmmètre

### ■ L'ohmmètre

La résistance électrique, tout comme la tension et l'intensité, est une grandeur qui peut être mesurée.

L'appareil destiné à effectuer cette mesure est appelé **ohmmètre**.

On utilise en général la fonction « ohmmètre » d'un multimètre.

Symbole normalisé de l'ohmmètre :  $\Omega$

### Mise en mode ohmmètre du multimètre et branchements

Pour placer le multimètre en mode « ohmmètre », il suffit de placer le sélecteur dans la zone comportant le symbole  $\Omega$ . On commence par choisir le plus grand calibre.

La mesure de la résistance doit être réalisée lorsque le conducteur ohmique est **hors du circuit électrique**.

Les bornes **COM** et  $\Omega$  du multimètre sont reliées aux deux bornes du conducteur ohmique.

Comme le conducteur ohmique est un dipôle non polarisé, le sens de branchement n'a pas d'importance.

### ■ Choix du calibre

Le **calibre** choisi influence la précision de la mesure. Plus le calibre est petit plus la précision est meilleure.

Pour que la mesure puisse être faite, le calibre doit cependant rester supérieur à la résistance (sinon aucune valeur ne s'affiche).

**Le calibre le mieux adapté est donc celui qui est juste supérieur à la résistance mesurée.**

En pratique, la résistance étant en général inconnue avant la mesure, on commence par utiliser le calibre le plus élevé grâce auquel on obtient une valeur approximative de la résistance permettant ensuite de déterminer le calibre le mieux adapté.

### Lecture de la mesure

La valeur qui s'affiche sur l'écran du multimètre est exprimée dans la même unité que le calibre.

#### Exemples :

- Si le multimètre affiche une valeur de 320 avec un calibre de 500  $\Omega$ , alors la résistance est de 320  $\Omega$ .
- Si le multimètre affiche une valeur de 0.654 avec un calibre de 2 k $\Omega$ , alors la résistance est de 0,654 k $\Omega$  soit 654  $\Omega$ .

## 2- Détermination d'une résistance à l'aide du code des couleurs

### ■ Le code des couleurs

Chaque conducteur ohmique comporte des **anneaux colorés** (en général une série de 3 anneaux à une extrémité et un 4<sup>ème</sup> anneau à l'autre extrémité) Les couleurs de ces anneaux font partie d'un code qui permet d'indiquer la valeur de la résistance : il s'agit du **code des couleurs**.

### ■ Déchiffrer le code des couleurs

D'après le code des couleurs, la couleur des trois anneaux situés à l'une des extrémités correspond à un chiffre compris entre 0 et 9. Ces chiffres permettent d'obtenir un nombre correspondant à la résistance.

- ◆ Le premier anneau correspond au premier chiffre du nombre.
- ◆ Le deuxième anneau correspond au deuxième chiffre du nombre.
- ◆ Le troisième anneau correspond au nombre de zéros qui suivent les deux premiers chiffres.

## ■ Précision de la valeur obtenue grâce au code de couleurs

La valeur déterminée à l'aide du code des couleurs comporte une part d'incertitude. Cette incertitude a pour principale origine la variation de la résistance en fonction de la température. **La résistance s'échauffant à cause de l'effet Joule**, sa température et donc sa résistance dépendent de ses conditions d'utilisation. **La précision est indiquée par le quatrième anneau** (situé à l'opposé des trois autres) dont la couleur indique un pourcentage de précision.

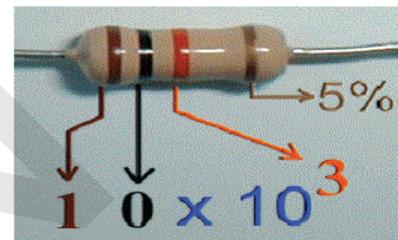
## ■ Valeur des couleurs

Pour les 3 premiers anneaux :

Noir	Marron	Rouge	Orange	Jaune	Vert	Bleu	Violet	Gris	Blanc
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9

Pour le 4<sup>ème</sup> anneau :

Noir	Marron	Or	Argent	Aucune
1 %	2 %	5 %	10 %	20 %



## ■ Exemple de détermination d'une résistance à partir du code des couleurs

### Exemple de conducteur ohmique :

Anneau n°1 : le rouge correspond au chiffre 2

Anneau n°2 : le bleu correspond au chiffre 6

Anneau n°3 : le marron correspond au chiffre 1; le 2 et le 6 sont donc suivis de 1 zéro.

Résultat : on obtient le nombre 260.

La résistance est de 260  $\Omega$ .

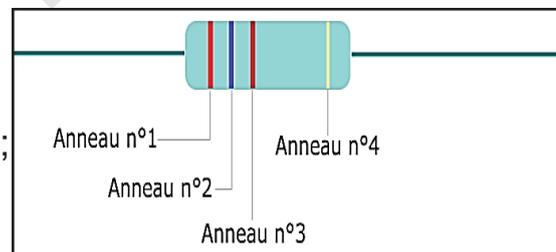
Précision de la valeur obtenue :

L'anneau n°4 est de couleur or, ce qui correspond à une précision à 5 %.

5 % de 260 :  $260 \times 5 : 100 = 13 \Omega$ .

Donc la valeur réelle de la résistance est au maximum de  $260 + 13 = 273 \Omega$ , et au minimum de  $260 - 13 = 247 \Omega$ .

**Conclusion** : La valeur réelle de la résistance est comprise entre 247 et 273  $\Omega$ .



## VI - ASSOCIATION DE RÉSISTANCES ET CALCUL DE RÉSISTANCE ÉQUIVALENTE

On distingue deux façons d'associer les résistances. Elles sont associées soit en série soit en parallèle.

### 1-Association en série :

Les résistances  $R_1, R_2$  et  $R_3$  sont tous traversées par le même courant  $I$

La résistance équivalent à

l'association de ces résistances est :

$$R_{\text{éq}} = R_1 + R_2 + R_3.$$

Dans le cas ou  $n$  résistances associés en série, la résistance équivalente s'exprime:

$$R_{\text{éq}} = \sum_{i=1}^n R_i$$

### 2- Association en parallèle :

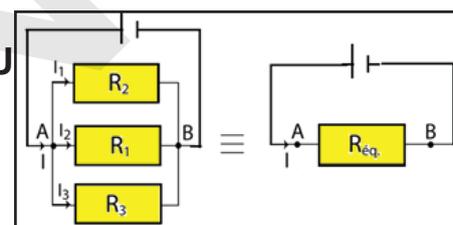
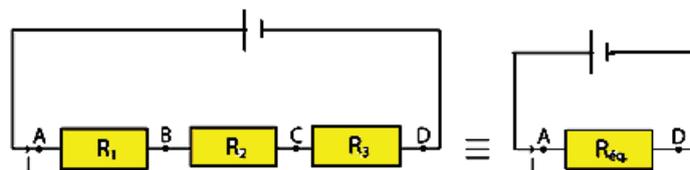
Les résistances  $R_1, R_2$  et  $R_3$  ont tous la même tension  $U$

La résistance équivalente de ces résistances est :

$$\frac{1}{R_{\text{éq}}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}$$

Dans le cas ou  $n$  résistances associés en parallèle, la résistance équivalente s'exprime :

$$\frac{1}{R_{\text{éq}}} = \sum_{i=1}^n \frac{1}{R_i}$$





### Application 1

- Quelle est l'unité de la résistance électrique ?
- Quel est le symbole de l'unité de la résistance ?
- Quel est le symbole d'un résistor ?
- Comment mesure-t-on la valeur d'un résistor ?
- Quel est le symbole de l'appareil qui permet la mesure d'une résistance ?

### Solution

- L'unité de la résistance est l'Ohm
- le symbole de l'unité de mesure de la résistance est  $\Omega$
- Le symbole d'un résistor est : R
- L'appareil qui permet la mesure d'une résistance est un Ohmmètre.
- Le symbole d'un Ohmmètre est :  $\Omega$  com

### Application 2 : compléter

- ✚ Lorsqu'on ajoute un ..... dans un circuit en série, on ..... La valeur de l'intensité.
- ✚ Plus la valeur de la résistance est ..... et plus la valeur de l'intensité est .....
- ✚ Lorsqu'un résistor est parcouru par un courant électrique, il .....

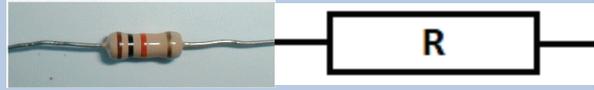
### Solution

- ✚ Lorsqu'on ajoute un **résistor** dans un circuit en série, on **diminue** La valeur de l'intensité.
- ✚ Plus la valeur de la résistance est **élevée** plus la valeur de l'intensité est **faible**.
- ✚ Lorsqu'un résistor est parcouru par un courant électrique, il se **chauffe**.



## Essentiel

■ La résistance électrique est une grandeur physique qui caractérise la façon dont un dipôle électrique résiste au passage du courant. Une résistance a pour symbole :

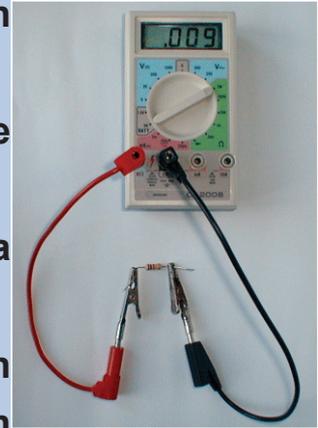


■ Quand on introduit une résistance dans un circuit en série, l'intensité du courant diminue dans ce circuit.

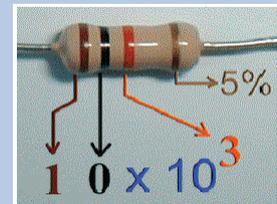
■ La caractéristique  $U = f(I)$  d'un dipôle ohmique est une droite qui passe par l'origine

■ L'équation de la droite est  $U = R \cdot I$  (loi d'Ohm) avec  $R$  est la résistance du dipôle ohmique.

■ La résistance électrique peut être mesurée par un ohmmètre. On utilise en général la fonction « ohmmètre » d'un multimètre. Symbole normalisé de l'ohmmètre :  $\Omega$  La mesure de la résistance doit être réalisée lorsque le conducteur ohmique est hors du circuit électrique. Les bornes COM et  $\Omega$  du multimètre sont reliées aux deux bornes du conducteur ohmique.



■ Chaque conducteur ohmique comporte des anneaux colorés (en général une série de 3 anneaux à une extrémité et un 4<sup>ème</sup> anneau à l'autre extrémité). La couleur des trois anneaux situés à l'une des extrémités correspond à un chiffre compris entre 0 et 9. Ces chiffres permettent d'obtenir un nombre correspondant à la résistance.



Noir	Marron	Rouge	Orange	Jaune	Vert	Bleu	Violet	Gris	Blanc
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9

∧ Le premier anneau correspond au premier chiffre du nombre.

∧ Le deuxième anneau correspond au deuxième chiffre du nombre.

∧ Le troisième anneau correspond au nombre de zéros qui suivent les deux premiers chiffres.

■ Dans le cas où  $n$  résistances associées en série, la résistance équivalente s'exprime :  $R_{\text{éq}} = R_1 + R_2 + R_3$  ou  $R_{\text{éq}} = \sum_{i=1}^n R_i$

■ Pour l'association de  $n$  résistances en parallèle la résistance équivalente s'exprime :  $\frac{1}{R_{\text{éq}}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}$  ou  $\frac{1}{R_{\text{éq}}} = \sum_{i=1}^n \frac{1}{R_i}$ .

## Evaluation

### Exercice 1

Recopie et complète le texte suivant :

Un conducteur ohmique suit la loi.....: la tension à ses bornes est.....à .....du courant qui le traverse. Dans la formule  $U = RI$ ,  $R$  est la..... du conducteur ohmique.  $R$  s'exprime en.....,  $U$  en.....et  $I$  en..... la.....d'un conducteur ohmique est une.....passant par  $I'$ .....des coordonnées.

### Exercice 2

1-Recopie et complète les phrases et les égalités ci-dessous - L'unité de résistance est..... Son symbole est.....

-L'appareil qui permet de mesurer les résistances s'appelle un.....

-  $1,8 \text{ k}\Omega = \dots\dots\dots\Omega$

-  $0,03 \text{ K}\Omega = \dots\dots\dots\Omega$

-  $226 \Omega = \dots\dots\dots\text{k} \Omega$

-  $2\text{M}\Omega = \dots\dots\dots\Omega$

### Exercice 3

Sid'Ahmed réalise un circuit avec une pile, une lampe et un ampèremètre. L'ampèremètre indique une intensité de 215mA. Nouna ajoute en série dans le circuit d'Ahmed, une résistance.

a- Schématise le circuit de Sid'Ahmed et celui de Nouna.

b- Dans le circuit de Nouna, l'ampèremètre peut-il indiquer 85 mA ou 300 mA ?

Dans quel circuit la lampe éclairera- t- elle le plus ?

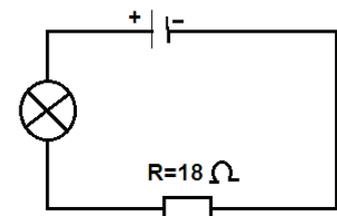
### Exercice 4

Sidi réalise le circuit ci-contre : a- Quels dipôles a-t-il utilisé ?

b- Il remplace la résistance de  $18 \Omega$  par une résistance de  $33 \Omega$ . La lampe brillera-t-elle davantage ? Pourquoi ?

### Exercice 5

Pour un conducteur ohmique la loi d'Ohm s'écrit :  $U = RI$   
Indique ce que représente chacune des lettres  $U$ ,  $R$  et  $I$  et donne les unités

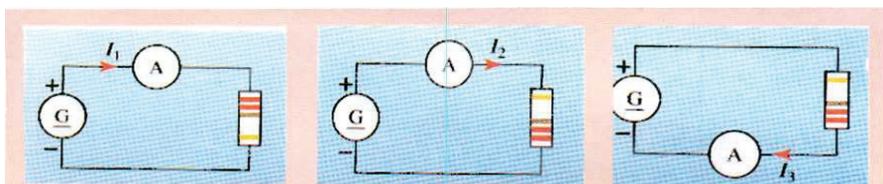


### Exercice 6

Parmi ce lot de composants électroniques, combien comptes-tu de résistances ?

Trois élèves réalisent un montage comprenant, en série, un générateur de tension

continue, une résistance  $R$  et un ampèremètre. Les trois montages réalisés sont schématisés ci-dessous (voir les figures). Un des élèves mesure une intensité  $I_1$  de 27 mA. Les valeurs de  $I_2$  et  $I_3$  sont-elles différentes ? Justifie ta réponse.



### Exercice 7

a- Un conducteur ohmique est soumis à une tension de 6 V. Le courant qui le traverse a une intensité de 128 mA. Calcule la valeur de la résistance de ce conducteur.

b- On applique une tension de 6V à un conducteur ohmique de  $220\ \Omega$ . Quelle est, en mA, l'intensité du courant qui le traverse ?

c- Un conducteur ohmique de  $47\ \text{k}\Omega$  est parcouru par un courant d'intensité de  $150\ \mu\text{A}$  ( $1\ \mu\text{A} = 10^{-6}\text{A}$ ). Quelle est la valeur de la tension entre ses bornes ?

### Exercice 8

Pour déterminer la valeur approchée de la résistance  $R$  d'un dipôle, on dispose d'une pile, d'un ampèremètre et d'un voltmètre.

Fais le schéma du montage.

Quelle(s) mesure(s), puis quel(s) calcul(s) faut-il effectuer ? Justifie les réponses.

### Exercice 9

Les conditions de fonctionnement normales de deux ampoules sont respectivement (3,5 V, 0,10 A) et (3,5 V, 0,20 A).

Compare les résistances de ces deux ampoules quand chacune d'elle fonctionne dans ses conditions normales.

Les deux ampoules sont montées en série avec une pile de 4,5 V. Laquelle brillera le plus ?

### Exercice 10

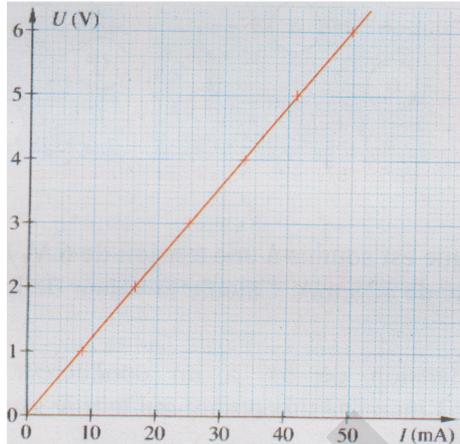
Une diode d'alarme de caractéristique (12 V, 35mA) est montée en série avec un générateur continu 20 V.

Propose le branchement et la valeur d'une « résistance de protection »  $R_p$  à placer dans le circuit.

### Exercice 11

La caractéristique d'un dipôle est la suivante

1. Calcule la résistance de ce dipôle
2. Détermine graphiquement l'intensité du courant quand la tension à ses bornes vaut 2,8 V.

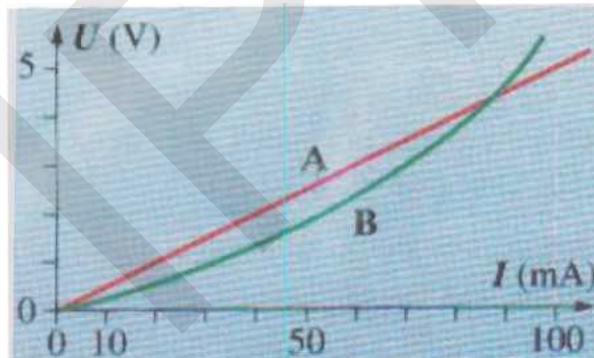


### Exercice 12

Sur ce graphe, on a représenté la caractéristique d'un conducteur ohmique et la caractéristique d'une lampe (voir graphe).

attribue chaque courbe au dipôle qui lui correspond.

Calcule la valeur de la résistance du conducteur



### Exercice 13

1. Donnez la relation mathématique correspondant à la **loi d'Ohm** et faites une légende précisant le nom et l'unité de chaque grandeur.
2. Une résistance de  $100 \Omega$ , notée  $R$ , est traversée par un courant d'une intensité de 200 mA, notée  $I_1$ .

Quelle est la tension, notée  $U_1$ , aux bornes de cette résistance ? **Formule + calcul**

3. La tension aux bornes de cette même résistance est maintenant de 10 V, elle est appelée  $U_2$ .

Quelle est l'intensité du courant, notée  $I_2$ , traversant cette résistance ? **Formule + calcul**

### Exercice 14

On étudie une résistance, notée  $R$ . On utilise un générateur de tension réglable. Pour différentes valeurs de tension du générateur, on mesure la tension aux bornes de cette résistance ( $U_R$ ) et l'intensité du courant la traversant ( $I$ ). Les mesures sont regroupées dans le tableau suivant :

<b>Voltmètre</b>	$U_R$ (V)	0	0,4	1,3	2,8	3,5
<b>Ampèremètre</b>	$I$ (A)	0	0,04	0,13	0,28	0,35

- Représentez la caractéristique de cette résistance :
  - Indiquez les **grandeurs mesurées** et les **unités** sur les axes.
  - Placez les points sur le graphique.
  - Tracez la courbe moyenne.
- Déterminez la valeur de la résistance, notée  $R$  ? Justifiez votre réponse.
- Schématiser le montage qu'il faut faire pour établir la loi d'ohm

### Exercice 15:

On réalise le circuit ci-dessous:  $R_1 = 60\Omega$ ;  $R_2 = 20\Omega$ ;  $R_3 = 30\Omega$  Calculer la résistance équivalente  $R_e$  de ces 3 conducteurs ohmiques

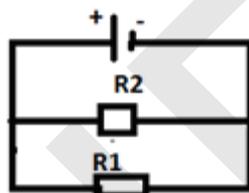
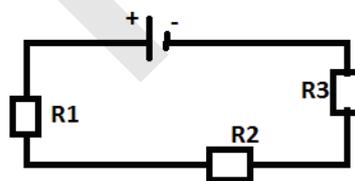


Fig1



### Exercice 16:

On réalise les circuits électriques suivants: (figure1):  $R_1 = 5\Omega$ ;  $R_2 = 15\Omega$  (figure2):  $R_1 = 100\Omega$ ;  $R_2 = 25\Omega$ ;  $R_3 = 5\Omega$   
Calculer la résistance équivalente  $R_e$  de ces 3 conducteurs ohmiques de chacun de ces circuits.

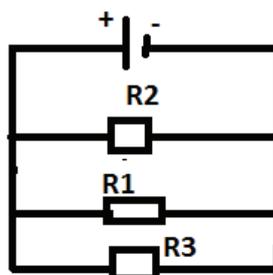


Fig 2

## CHAPITRE VIII : PUISSANCE ET ENERGIE ELECTRIQUE



### Objectifs :

- Comprendre la signification des valeurs nominales des appareils électriques
- Lire et comprendre une facture de la SOMELC
- Comprendre le rôle des coupes circuit dans sécurité des installations électriques

# I - PUISSANCE ÉLECTRIQUE

## 1- Définition :

Les appareils électriques reçoivent de l'énergie électrique et la convertissent sous différentes formes :

- \* énergie thermique (résistance, lampe,...)
- \* énergie lumineuse (lampe)
- \* énergie de mouvement (moteur)

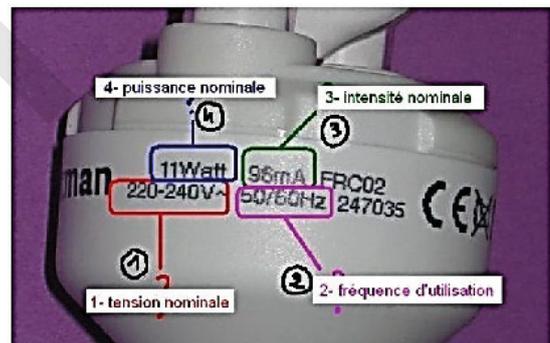
La puissance électrique correspond à l'énergie électrique échangée par un dipôle électrique (reçue ou donnée) pendant une seconde de fonctionnement.

## 2-Puissance nominale

Tous les appareils électriques portent des plaques signalétiques ou étiquettes contenant au moins deux indications :

la tension normale d'utilisation ou tension nominale

la puissance consommée en fonctionnement normal ou puissance nominale.



Manufactured by BSH Hausgeräte GmbH, Carl-Wery-Straße 34,  
81739 München, GERMANY under Trademark License of Siemens AG  
E-Nr.: SN68M064EU/01 FD: 9410 Z-Nr.: 00001  
Type: SD6P1S XYZ1234000 014091502858000052  
220 - 240 V | 50/60 Hz | 2,0 - 2,4 kW | 10/16A (UK 13A)  
Made in Germany  

La puissance nominale notée  $P$  d'un appareil électrique est la puissance électrique qu'il reçoit lorsqu'il est soumis à sa tension nominale.

Elle s'exprime en watt (de symbole  $W$ ).

On utilise aussi les unités dérivées:

- le kilowatt ( $kW$ ):  $1kW = 1000 W$
- le mégawatt ( $MW$ ):  $1 MW = 1\ 000\ 000 W$
- le gigawatt ( $GW$ ):  $1 GW = 1\ 000\ 000\ 000 W$

### Exemples de puissances nominales

- Calculatrice :  $0,1 mW$
- Lampe basse consommation :  $30 W$

- TV LCD : 150 W
- Perceuse : 600 W
- Lave-linge : 2,5 kW
- Cuisinière électrique : 6,5 kW.

### Remarque

Plus un dipôle a une puissance nominale élevée plus son action est efficace.  
Par exemple, plus la puissance nominale est élevée:

- \* Plus l'éclat d'une lampe est fort.
- \* Plus l'aspiration d'un aspirateur est forte.

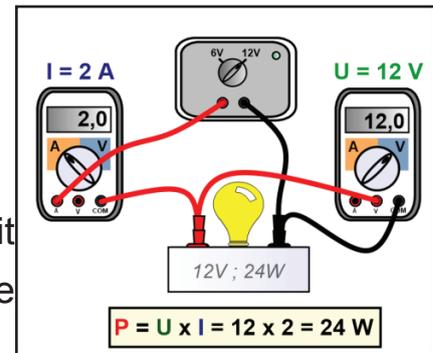
### 3- Puissance électrique reçue par un appareil

Un dipôle électrique alimenté sous une tension  $U$  reçoit une puissance  $P$  égale au produit de la tension  $U$  entre ses bornes par l'intensité  $I$  du courant qui le traverse.

$$P = U \times I$$

- \* La tension  $U$  est mesurée en volt (**V**)
- \* L'intensité du courant est mesurée en ampère (**A**)
- \* la puissance  $P$  est mesurée en watt (**W**)

On remarque que si la tension entre les bornes du dipôle est égale à sa tension nominale, la valeur du produit  $U \times I$  est égale de la valeur de la puissance nominale.



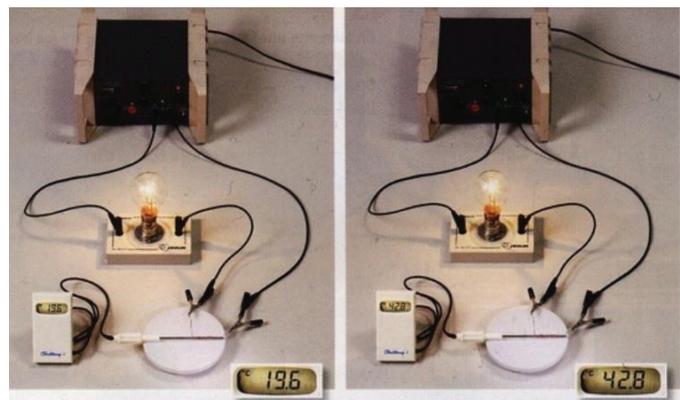
## II- L'ÉNERGIE ÉLECTRIQUE.

### 1- Energie électrique.

Le fonctionnement des appareils électriques nécessite le passage d'un courant électrique qui leur fournit une énergie électrique.

L'énergie électrique transférée à un appareil dépend de la durée de son fonctionnement et de la puissance électrique reçue par l'appareil.

L'énergie électrique  $E$  transférée pendant une durée  $t$  à un appareil de puissance  $P$  est égale au produit :  $E = P \times t$ .  $P$  est mesurée en watt (**W**).  $t$  est mesuré en seconde (**s**)



**E** est mesurée en joule (**J**)

Une énergie de 1 joule est l'énergie transférée à un appareil de puissance **1W** fonctionnant pendant **1s**.

Cette unité étant très petite, on utilise plus souvent le wattheure (**Wh**) et le kilowattheure (**kWh**).

On calcule **E** en **kWh** si la puissance **P** est en kilowatts (**kW**) et le temps **t** en heures (**h**).

$$E(\text{kWh}) = P(\text{kW}) \times t(\text{h})$$

L'unité légale d'énergie est le Joule (**J**).

L'unité couramment utilisé pour l'énergie électrique est le kilowattheure (**kWh**).

C'est avec cette unité que le compteur d'énergie électrique indique l'énergie transférée aux appareils électriques branchés sur le secteur.

$$1\text{kWh} = 3600000 \text{ J} = 3,6 \times 10^6 \text{ J}$$

## 2- Installation électrique et facture

Quand on se connecte au réseau de distribution de l'électricité on doit choisir un type d'abonnement, c'est à dire la puissance maximale que pourra consommer l'installation à un moment donné. Plus on souhaite avoir une installation puissante plus l'abonnement est cher.

L'abonnement détermine la puissance maximale de l'installation. (elle est indiqué en **kVA** sur le contrat)

Si on dépasse cette puissance à un instant donné l'installation disjoncteur.

## 3- Calcul du prix de la consommation.

Prix à payer = Nombre de kWh utilisés x prix d'1kWh



# III- PUISSANCE DES APPAREILS ET INSTALLATIONS ÉLECTRIQUES

## 1- Lignes électriques adaptées aux appareils

Lorsque l'intensité du courant augmente dans un conducteur, on observe toujours un échauffement croissant.

Cet effet, appelé effet Joule, est souhaité pour des appareils de chauffage, mais il est redouté dans le cas de fils électriques, dont la gaine en plastique peut brûler!

On constate par ailleurs que les fils de grande section ( gros fils) s'échauffent moins que des fils plus fins.

## Conclusion :

Dans une installation électrique, les appareils de forte puissance (donc traversés par un courant de forte intensité) doivent être alimentés par l'intermédiaire de « gros » fils.

**Exemple : plaques de cuisson, lave-linge,....**

## 2- Coupe-circuits et dispositifs de protection.

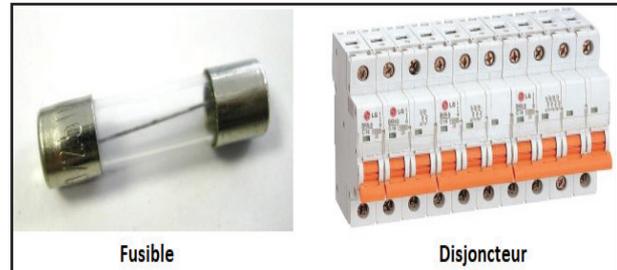
Une mauvaise utilisation de l'installation électrique peut entraîner une surintensité.

Il existe deux causes principales de surintensité :

- lorsque l'on branche trop d'appareils de grande puissance à une multiprise;
- lorsque les deux fils de la ligne, appelés fils de phase et de neutre, entrent en contact accidentel (court-circuit).

Dans les deux cas, il y a risque d'incendie.

Les coupe-circuits (fusibles ou disjoncteurs) protègent l'installation électrique et le matériel en ouvrant le circuit quand l'intensité dépasse la valeur maximale admissible par l'installation.



Fusible

Disjoncteur



## Application

1) Un élève place un aspirateur de puissance 1300 W dans sa chambre, pendant 8 minutes. Calculer, en joules, l'énergie transférée à cet appareil pendant la durée du nettoyage. Exprimer ensuite ce résultat en kWh.

2) Ce même élève révise son chapitre de sciences physiques pour le prochain contrôle pendant 1 heure et 30 minutes. Pour cela, il s'éclaire avec une lampe de bureau de 60 W. Calculer, en kWh, l'énergie transférée à cette lampe pendant cette révision.

Exprimer ensuite ce résultat en joules.

3) Calculer le prix de cette séance de nettoyage et de révisions sachant que le prix d'un kilowattheure est de 100 UM.

## Solution

1) 8 minutes =  $8 \times 60 \text{ s} = 480 \text{ s}$   
 $E = P \cdot t = 1300 \cdot 480 = 624\,000 \text{ J}$   
 $E = 624\,000 / 3,6 \times 10^6 \approx 0,17 \text{ kWh}$

2) 1h 30 min = 1,5 h  
 $60 \text{ W} = 0,06 \text{ kW}$   
 $E = P \cdot t = 0,06 \text{ kW} \times 1,5 \text{ h} = 0,09 \text{ kWh}$   
 $E = 0,09 \times 3,6 \times 10^6 = 324\,000 \text{ J}$

3) Le coût sera de  $(0,17 + 0,09) \text{ kWh} \times 100 = 26 \text{ UM}$



## Essentiel

- La puissance électrique correspond à l'énergie électrique échangée par un dipôle électrique (reçue ou donnée) pendant une seconde de fonctionnement.
- La puissance nominale notée  $P$  d'un appareil électrique est la puissance électrique qu'il reçoit lorsqu'il est soumis à sa tension nominale.

Elle s'exprime en watt (de symbole  $W$ ).

On utilise aussi les unités dérivées :

- le kilowatt ( $kW$ ):  $1kW = 1000 W$
- le mégawatt ( $MW$ ):  $1 MW = 1\ 000\ 000 W$
- le gigawatt ( $GW$ ):  $1 GW = 1\ 000\ 000\ 000 W$

Plus un dipôle a une puissance nominale élevée plus son action est efficace.

- Un dipôle électrique alimenté sous une tension  $U$  reçoit une puissance  $P$  égale au produit de la tension  $U$  entre ses bornes par l'intensité  $I$  du courant qui le traverse.

$$P = U \times I.$$

- L'énergie électrique  $E$  transférée pendant une durée  $t$  à un appareil de puissance  $P$  est égale au produit :  $E = P \times t$ .  $P$  est mesurée en watt ( $W$ ).  $t$  est mesuré en seconde ( $s$ )  $E$  est mesurée en joule ( $J$ )

On calcule  $E$  en  $kWh$  si la puissance  $P$  est en kilowatts ( $kW$ ) et le temps  $t$  en heures ( $h$ ).  $E(kWh) = P(kW) \times t(h)$

L'unité légale d'énergie est le Joule ( $J$ ).

L'unité couramment utilisé pour l'énergie électrique est le kilowattheure ( $kWh$ ).  $1kWh = 3600000 J = 3,6 \times 10^6 J$

Dans une installation électrique, les appareils de forte puissance (donc traversés par un courant de forte intensité) doivent être alimentés par l'intermédiaire de « gros » fils.

Ex : plaques de cuisson, lave-linge,....

Les coupe-circuits (fusibles ou disjoncteurs) protègent l'installation électrique et le matériel en ouvrant le circuit quand l'intensité dépasse la valeur maximale admissible par l'installation.



Fusible



Disjoncteur

## Evaluation

### Exercice 1

Recopie et complète les phrases par les mots suivants :

élevée ; alimentée, nominale, deux, une, commune, puissance, joule, durée.

a- L'unité de \_\_\_ \_\_\_ \_\_\_ est le watt. b- La puissance reçue par une lampe \_\_\_ sous sa tension \_\_\_ est appelée puissance nominale. c- Lorsque \_\_\_ \_\_\_ \_\_\_ lampes sont alimentées sous leur tension nominale \_\_\_ \_\_\_ \_\_\_, celle qui éclaire la plus est celle qui a la puissance nominale la plus \_\_\_ \_\_\_ \_\_\_. d- L'énergie utilisée par un appareil est égale au produit de la \_\_\_ \_\_\_ \_\_\_ qu'il reçoit par la \_\_\_ \_\_\_ \_\_\_ de son fonctionnement. e- Lorsqu'un appareil reçoit une puissance de 1 W pendant une durée de 1 s, il utilise une énergie de \_\_\_ \_\_\_ \_\_\_.

### Exercice 2

Complète les expressions ci-dessous avec les lettres P, U et I :

a-  $P = U \cdot \underline{\quad} \underline{\quad} \underline{\quad}$

b-  $I = \underline{\quad} \underline{\quad} / \underline{\quad} \underline{\quad} \underline{\quad}$

c-  $U = \underline{\quad} \underline{\quad} / \underline{\quad} \underline{\quad} \underline{\quad}$

d-  $E = \underline{\quad} \underline{\quad} \underline{\quad} \cdot \Delta t$

e-  $E = U \cdot \underline{\quad} \underline{\quad} \underline{\quad} \cdot \Delta t$

f-  $\Delta t = \underline{\quad} \underline{\quad} \underline{\quad} / P$

### Exercice 3

Complète ce qui suit :

a- Quand la puissance est exprimée en watts et le temps est exprimé en seconde, l'énergie est calculée en \_\_\_ \_\_\_ \_\_\_.

b- Quand la puissance est exprimée en watt et le temps en heures, l'énergie est calculée en \_\_\_ \_\_\_. c- 1 wattheure = \_\_\_ Joules = \_\_\_ kJ 1 kWh = \_\_\_ kJ = \_\_\_ MJ

### Exercice 4

Choisis la bonne réponse. Une ampoule de clignotant de voiture alimentée par batterie de 12 volts est traversée par un courant d'intensité de 1,75 ampère. Elle consomme une puissance égale à 3 W – 5 W – 21 W – 50 W.

### Exercice 5

Un ventilateur porte les indications suivantes : 220 V – 50 Hz – 500 W. Que signifient-elles ?

### Exercice 6

Un climatiseur portant les inscriptions :  $220\text{V} - 50\text{Hz} - 1100\text{W}$  est en fonctionnement normale. Ahmed dit : « il est traversé par un courant de  $5\text{A}$  » ; Sidi dit : « il est traversé par plus de  $5\text{A}$  » ; Ali dit : « il est traversé par moins de  $5\text{A}$  ». Qui a raison ? Justifie ta réponse.

### Exercice 7

Au cours d'un orage, la foudre éclate entre un nuage et le sol. Un courant électrique d'une intensité moyenne de  $15000\text{A}$  circule sous une tension de  $20\text{MV}$  pendant une durée de  $1\text{ms}$ . a- Quelle la puissance mise en jeu ? b- Quelle est l'énergie correspondante ?

### Exercice 8

Un radiateur électrique a pour puissance nominale  $3,5\text{kW}$ . Il est branché sur le secteur. d- Quelle est l'intensité qui le traverse lorsqu'il est en fonctionnement ? e- Quelle est l'énergie électrique consommée par le radiateur lorsqu'il fonctionne pendant  $3\text{h} 25\text{min}$  ?

### Exercice 9

L'éclairage d'une pièce comporte quatre ampoules de puissance  $75\text{W}$  alimenté par le secteur  $220\text{V}$ . a- Comment sont-elles montées ? b- Quelle intensité traverse chacune d'elles ? c- Quelle intensité traverse la ligne qui alimente la pièce ?

### Exercice 10

L'éclairage d'un bâtiment scolaire comporte les lampes suivantes toutes alimentées par le secteur  $220\text{V}$  :  $12$  lampes de  $60\text{W}$ ,  $15$  lampes de  $75\text{W}$ ,  $8$  lampes de  $100\text{W}$ . a- Calcule l'intensité du courant qui traverse chaque catégorie de lampe. b- Calcule l'intensité du courant qui peut traverser la ligne si toutes fonctionnent ensemble. c- Choisi parmi les calibres suivant, celui du fusible à placer au départ de la ligne :  $5\text{A} - 10\text{A} - 16\text{A}$ .

### Exercice 11

Une ménagère repasse la même quantité de linge en  $2\text{h} 15\text{min}$  avec un fer à repasser de puissance  $1000\text{W}$  et en  $1\text{h} 40\text{min}$  avec un fer à repasser de puissance  $1,5\text{kW}$ .

Dans quel cas la dépense d'énergie électrique a-t-elle été la plus faible ?

### Exercice 12

1-Un démarreur de camionnette est traversé par un courant d'intensité  $I = 500 \text{ A}$  pendant 5 s. La batterie utilisée maintient une tension continue de 12 V entre ses bornes pendant le démarrage. a- Quelle est la puissance électrique reçue par le démarreur ?

b- Quelle est l'énergie consommée ?

2- Par temps de brouillard, le conducteur de la camionnette oublie d'éteindre ses feux de position pendant 45 min d'arrêt. Les ampoules, au nombre de 5, consomment chacune une puissance de 21 W. a- Quelle est l'intensité qui traverse chaque ampoule ?

b- Quelle est l'énergie consommée par les ampoules ?

### Exercice 13

L'appartement de Limam est alimenté à partir d'un compteur de 5 A par la SOMELEC. la tension du secteur est de 220V.

a- De quelle puissance électrique maximale dispose-t-il dans son appartement?

b- Limam possède un réchaud électrique de puissance nominale 1500W. Il désire l'utiliser pour faire cuire du poisson. Le peut-il ?

c- Limam branche un aspirateur de 800W. Combien de lampes de 60 W peut-il utiliser simultanément ?

d- Quel est le coût d'une heure de nettoyage avec l'aspirateur si le prix du kWh est de 31 UM ?

### Exercice 14

Un élève fait fonctionner son téléviseur 275 jours par an à raison de 3 heures par jour. Il le laisse en veille le reste du temps, c'est à dire 21 heures par jour pendant 275 jours et 24 heures par jour pendant les 90 jours restant dans l'année. La puissance du téléviseur est de 100 W quand il fonctionne et de 20 W quand il est en veille.

1) Calculer la quantité d'énergie transformée par le téléviseur en fonctionnement pendant une année.

2) Calculer la quantité d'énergie transformée par le téléviseur en veille pendant une année.

3) En déduire le coût de l'économie réalisée qu'il réaliserait chaque année en éteignant son téléviseur sachant que le prix du kilowattheure est de 100UM



### Exercice 15

Pour décorer sa maison à l'approche du nouvel an, une famille a décoré l'extérieur de sa maison avec deux guirlandes de 160 ampoules chacune. Cela lui coûte environ 50 UM par jour pour 4 heures de fonctionnement quotidien.

- 1) Calculer l'énergie transformée par les lampes chaque jour, sachant que le prix du kilowattheure est de 100 UM
- 2) En déduire la puissance transformée par l'ensemble des lampes.
- 3) Calculer la puissance d'une lampe en supposant qu'elles sont toutes identiques.
- 4) Quelle somme aura déboursé cette famille pour cet éclairage si celui-ci décore sa maison durant 3 semaines ?

IPN





## CHAPITRE IX : REFLEXION ET RAFFRACTION DE LA LUMIERE



### Objectifs :

- Pouvoir appliquer un protocole expérimental pour vérifier les lois de Descartes
- Pouvoir mettre en place un protocole expérimental permettant la décomposition de la lumière.
- Comprendre le principe de la vision des objets
- Comprendre des phénomènes naturels comme l'arc en ciel.



# I - RÉFLEXION ET DE LA LUMIÈRE

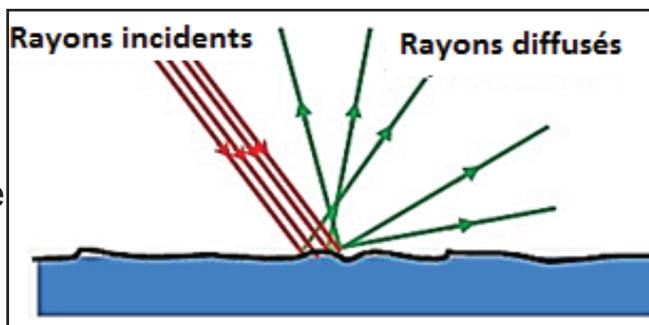
## 1-Notion de la réflexion de la lumière

Les objets renvoient tout ou une partie de la lumière qu'ils reçoivent : c'est la réflexion de la lumière.

On distingue deux types de réflexion :

### 1-1- Réflexion diffuse ou diffusion

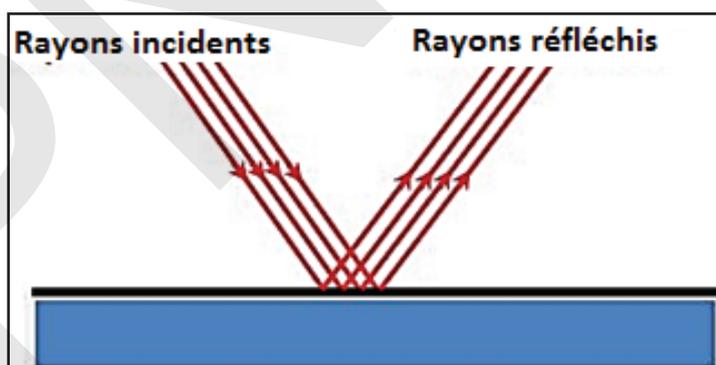
Lorsqu'un objet éclairé renvoie la lumière dans toutes les directions, on dit qu'il diffuse la lumière : **c'est la réflexion diffuse.**



Ce type de réflexion se produit lorsque la surface éclairée de l'objet est rugueuse.

### 1-2- Réflexion spéculaire et miroir

Si on éclaire une surface polie et brillante d'un objet, la lumière est renvoyée dans une direction privilégiée : **c'est la réflexion spéculaire.**



Les surfaces polies comme une plaque métallique, une vitre, du bois vernis et la surface libre d'une eau calme produisent des réflexions spéculaires quand elles sont éclairées : **ce sont des miroirs plans.**

### 1-3- Vocabulaire et définitions

Envoyons un faisceau lumineux sur un miroir.

Nous constatons que le faisceau est dévié dans une direction privilégiée lorsqu'il rencontre le miroir.

La figure ci-contre montre la marche d'un rayon qui subit une réflexion spéculaire sur un miroir plan.

\* Le rayon SI qui tombe sur le miroir est appelé **rayon incident.**

\* Le rayon incident SI rencontre le miroir au point I : I est le **point d'incidence.**

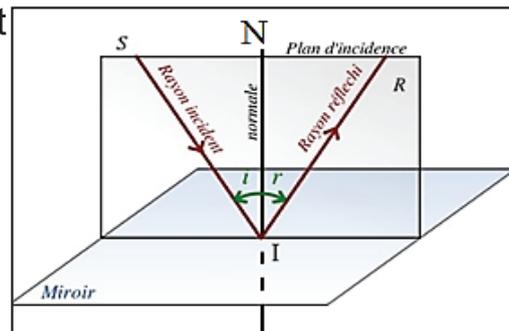
\* Le rayon IR qui part du miroir est appelé **rayon réfléchi**.

\* La droite IN qui est perpendiculaire au miroir est la **normale** à la surface réfléchissante.

\* L'angle  $i$  formé par la normale IN et le rayon incident SI est appelé **angle d'incidence**.

\* L'angle  $r$  formé par la normale IN et le rayon réfléchi IR est appelé **angle de réflexion**.

\* Le plan formé par le rayon incident SI et la normale IN est appelé **plan d'incidence**.



## 2- Lois de Descartes de la réflexion

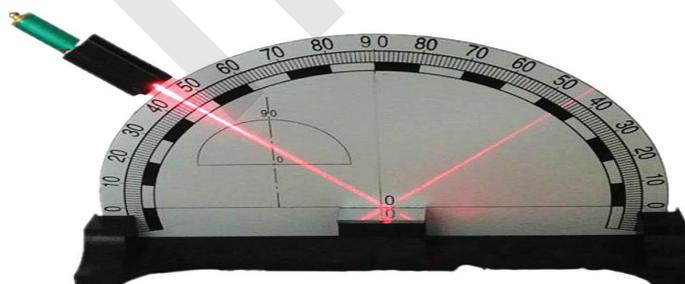
### 2-1 Expérience

#### ■ Matériels

- Disque vertical muni d'une graduation d'angle
- Un petit miroir
- Laser.

#### ■ Manipulation

Sur un disque vertical muni d'une graduation d'angle on dispose, en son centre, d'un petit miroir perpendiculaire au disque. On dirige un faisceau laser tangentiellement au plan du disque vers le centre du celui-ci. La graduation permet de déterminer cette direction.



#### ■ Observations :

- ▶ Le faisceau est réfléchi par le miroir dans une direction bien déterminée.
- ▶ Le faisceau réfléchi est également tangentiel au plan du disque.
- ▶ Les angles d'incidence  $i$  et de réflexion  $r$  sont égaux.

### 2-2- Enoncé des lois de Descartes de la réflexion

◆ Le rayon incident, le rayon réfléchi et la normale au miroir au point d'incidence sont contenus dans un même plan.

◆ L'angle de réflexion est égal à l'angle d'incidence :  $i = r$

### 3- Image d'un objet formée par un miroir plan

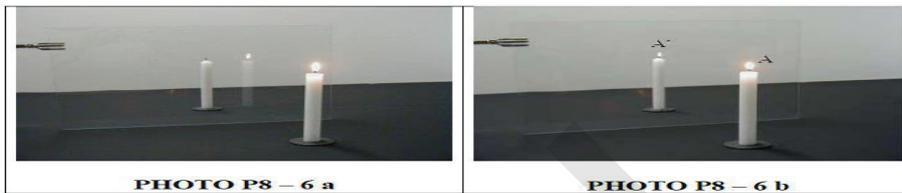
#### 3-1- Expérience des deux bougies

##### ■ Matériels

- Deux bougies **A** et **A'**
- une vitre de faible épaisseur.

##### ■ Manipulation

Deux bougies A et A' sont placées de part et d'autre d'une vitre de faible épaisseur. La bougie A est allumée et A' est non allumée. Déplaçons la bougie A' de façon à la faire coïncider avec l'image de



##### ■ Observation

- ▶ On voit que la bougie A' semble allumée.
- ▶ Les deux bougies sont symétriques par rapport à la vitre.

#### Interprétations

Le pinceau lumineux issu d'un point de la flamme de la bougie, après réflexion sur le miroir, semble provenir d'un point qui est l'image de A à travers la vitre.

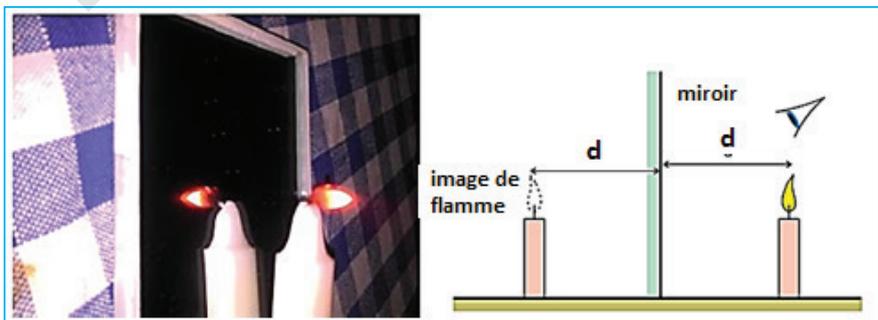
L'ensemble des points de la flamme donne une image qui est visible par l'observateur.

**Cette image est virtuelle.**

#### Conclusion

Un miroir donne une image virtuelle d'un objet réel.

**L'image virtuelle est le symétrique de l'objet par rapport au plan du miroir.**

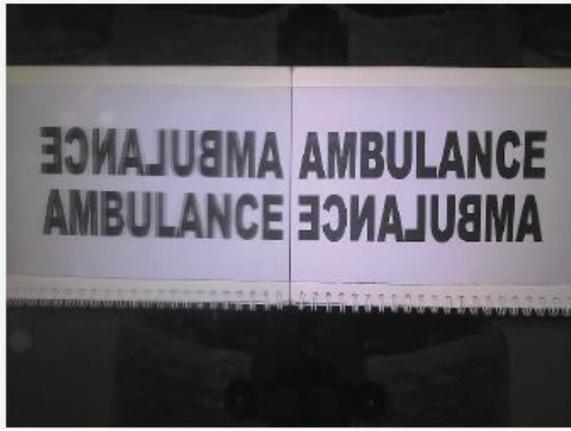


#### Remarque :

Un miroir plan donne d'un objet réel une image virtuelle qui en général n'est pas superposable à l'objet.

**Exemple :**

L'image de la main droite est la main gauche.

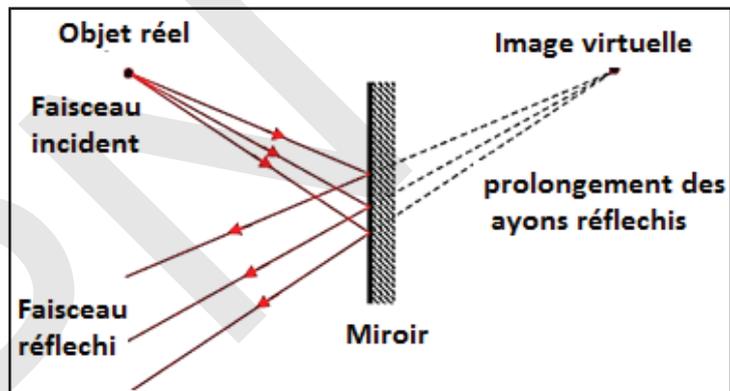
**3-2- Construction de l'image d'un objet**

Le **point objet** est le point de rencontre des supports des rayons incidents.

Le point objet est réel si les rayons incidents se rencontrent effectivement en ce point.

Le **point image** est le point de rencontre des rayons réfléchis.

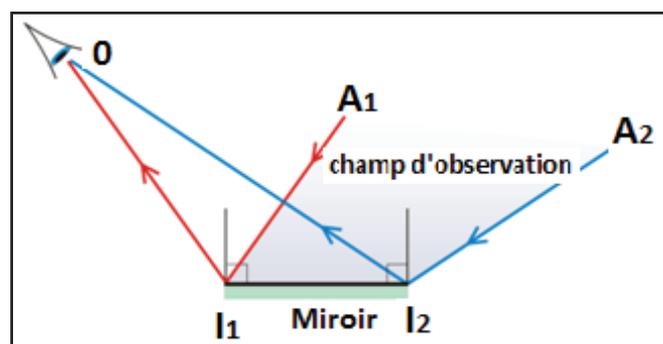
Le point image est **virtuel** s'il est à l'intersection des prolongements des rayons réfléchis.

**3-3- Champ d'observation d'un miroir plan**

Pour qu'un point objet **A** puisse être observé par réflexion sur un miroir plan, il faut que l'œil de l'observateur en **O** reçoive un rayon réfléchi **IO** correspondant à un rayon incident **AI** ; **I** désigne le point d'incidence sur le miroir et peut prendre toutes les positions sur le miroir.

On construit les rayons réfléchis extrêmes pouvant provenir du miroir (rayons **OI<sub>1</sub>** et **OI<sub>2</sub>**).

En appliquant la loi de Descartes  $i = r$ , on construit les rayons incidents extrêmes réfléchis en **I<sub>1</sub>** et **I<sub>2</sub>** (rayons **A<sub>1</sub>I<sub>1</sub>** et **A<sub>2</sub>I<sub>2</sub>**). La portion d'espace entre ces deux demi-droites constitue le champ d'observation par réflexion pour un œil placé en **O**.

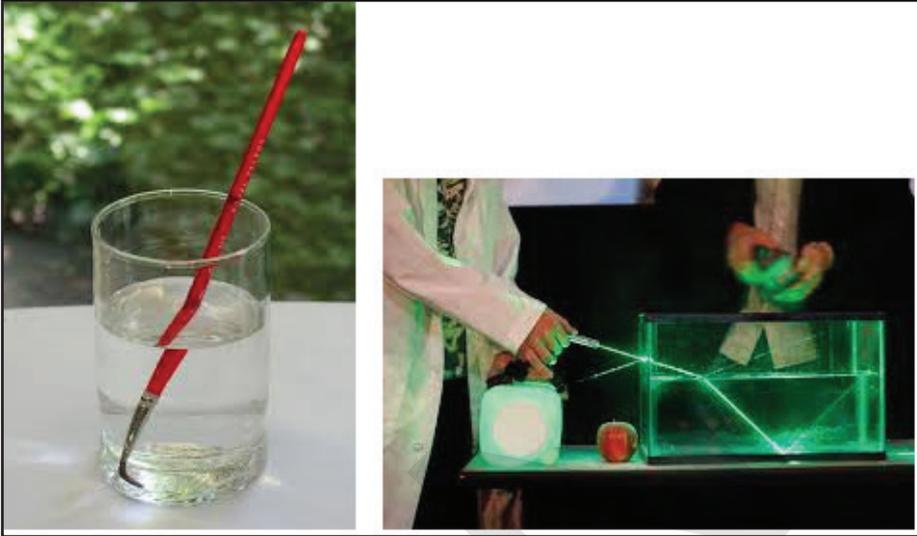


## II - RÉFRACTION DE LA LUMIÈRE

### 1- Notion de la réfraction de la lumière

Plongé dans l'eau, un crayon semble cassé.

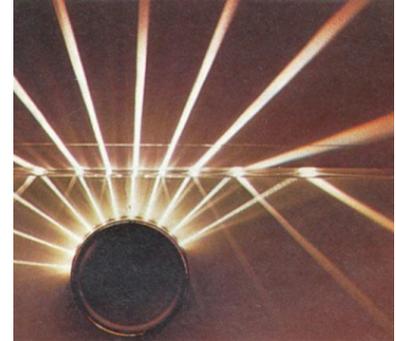
Traversant la surface de séparation air-eau (dioptre eau-air), un rayonnement laser subit un changement de direction



Une source lumineuse placée sous l'eau émet de minces faisceaux de lumière dans des directions différentes.

#### Observations

1. La lumière subit la réfraction en sortant de l'eau.
2. La surface de séparation eau/air réfléchit également une partie de la lumière.
3. Un faisceau de lumière très oblique par rapport à la surface de séparation eau/air n'arrive pas à sortir de l'eau : il est totalement réfléchi.

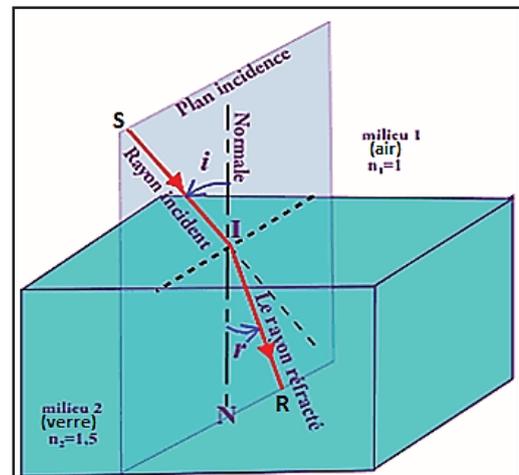


### 2- Vocabulaire et définitions

Envoyons un faisceau lumineux sur un bloc de verre transparent.

Nous constatons que le faisceau traverse la surface de séparation entre l'air et le verre avec un changement de direction (réfraction).

La figure ci-contre montre la marche d'un rayon qui subit une réfraction.



\* Le rayon **SI** qui tombe sur le bloc de verre est appelé **rayon incident**.

- \* Le rayon incident **SI** rencontre le bloc au point **I** : **I** est le **point d'incidence**.
- \* Le rayon **IR** qui part de la surface du bloc est appelé **rayon réfracté**.
- \* La droite **IN** qui est perpendiculaire au bloc est la **normale** à la surface de réfraction.
- \* L'angle **i** formé par la normale **IN** et le rayon incident **SI** est appelé **angle d'incidence**.
- \* L'angle **r** formé par la normale **IN** et le rayon réfléchi **IR** est appelé **angle de réflexion**.
- \* Le plan formé par le rayon incident **SI** et la normale **IN** est appelé **plan d'incidence**.

### 3- Lois de Descartes relatives à la réfraction :

Si un rayon lumineux passe d'un premier milieu d'indice de réfraction absolu  $n_1$  dans un deuxième milieu d'indice de réfraction  $n_2$ , alors il subit une réfraction tel que :

◆ Le rayon incident, la normale au dioptre et le rayon réfracté sont dans un même plan.

◆ L'angle de réfraction et l'angle d'incidence sont reliés par la relation :

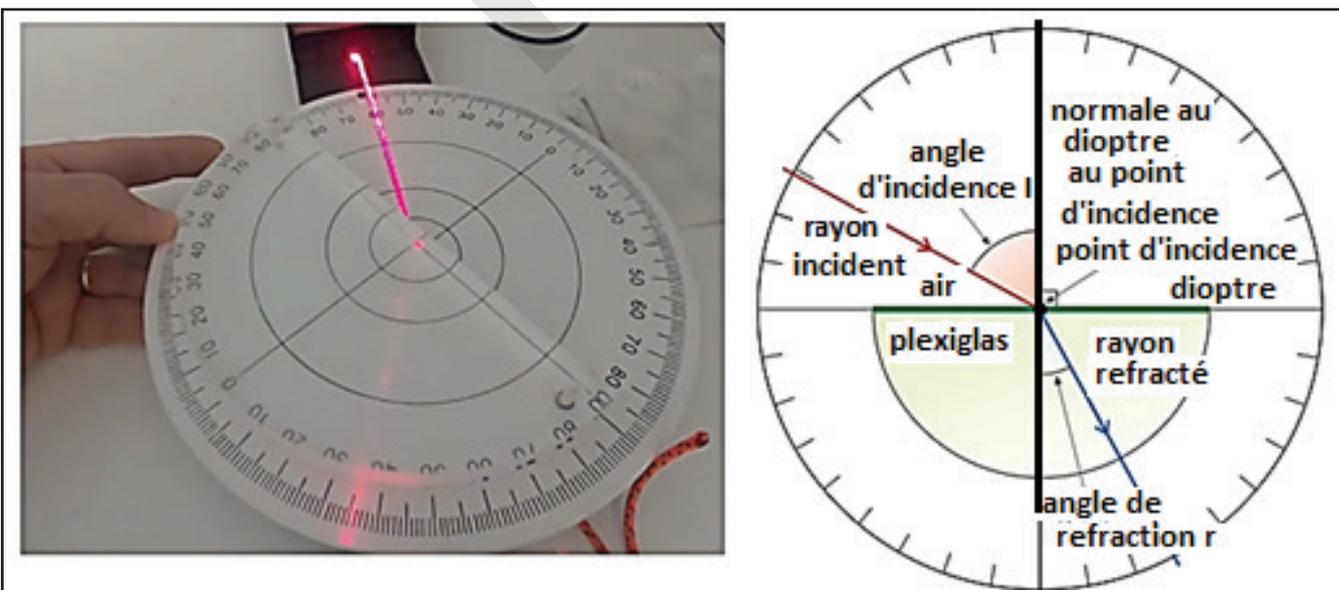
$$n_1 \sin(i_1) = n_2 \sin(i_2)$$

### 4- Sens de variation de l'angle de réfraction

La deuxième loi donne :  $\sin(i_1) = \frac{n_2}{n_1} \sin(i_2)$

D'après cette relation, lorsque l'angle d'incidence  $i_1$  croît, l'angle de réfraction  $i_2$  croît aussi.

#### ■ Incidence rasante et angle limite de réfraction



Nous considérons le passage de la lumière de l'air d'indice de réfraction petit vers le plexiglas d'indice de réfraction grand, c'est à dire d'un milieu moins réfringent,

vers un milieu plus réfringent. En d'autres termes, l'indice de réfraction de l'air est plus petit que celui du plexiglas :  $\frac{n_1}{n_2} < 1$  donc  $\sin(i_2) < \sin(i_1)$ .

Comme les angles sont compris entre  $0^\circ$  et  $90^\circ$  alors  $i_2 < i_1$

C'est à dire que le rayon lumineux, en se réfractant, se rapproche de la normale.

L'angle limite de réfraction  $i_{2\max}$  vérifie la relation :  $\sin(i_{2\max}) = \frac{n_1}{n_2} \sin(90^\circ) = \frac{n_1}{n_2}$

### ■ Réflexion totale et angle limite d'incidence

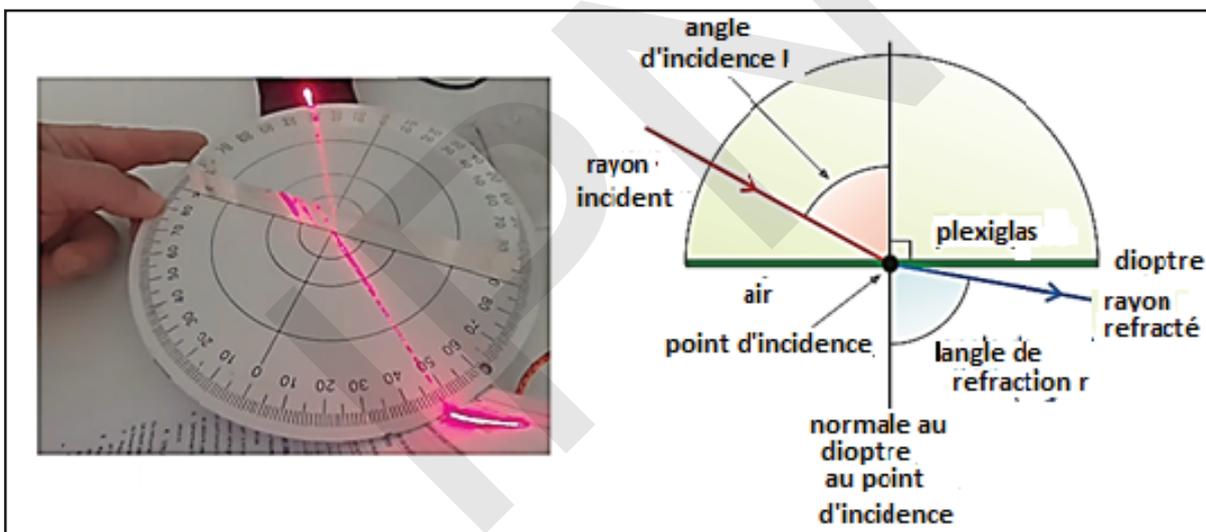
Nous considérons le passage de la lumière du plexiglas vers l'air, c'est à dire d'un milieu plus réfringent, vers un milieu moins réfringent. En d'autres termes, l'indice de réfraction du plexiglas est plus grand que celui de l'air :  $\frac{n_1}{n_2} > 1$  donc  $\sin i_2 > \sin i_1$ .

Donc, comme les angles sont compris entre  $0^\circ$  et  $90^\circ$  :

C'est à dire que le rayon lumineux, en se réfractant, s'écarte de la normale.

Ainsi, l'angle de réfraction atteint  $90^\circ$  alors que l'angle d'incidence est inférieur à cette valeur. L'angle d'incidence  $i_{1\lim}$  vérifie alors la relation :

$$\sin i_{1\max} = \frac{n_2}{n_1} \sin(90^\circ) = \frac{n_2}{n_1}$$



Lorsque l'angle d'incidence varie de  $0^\circ$  à  $i_{1(\lim)}$ , on observe à la fois un rayon réfléchi et un rayon réfracté. Quand l'angle d'incidence varie de  $i_{1\lim}$  à  $90^\circ$ , on n'observe plus de rayon réfracté, il n'y a qu'un rayon réfléchi : c'est le phénomène de réflexion totale.

## III - LA DÉCOMPOSITION DE LA LUMIÈRE

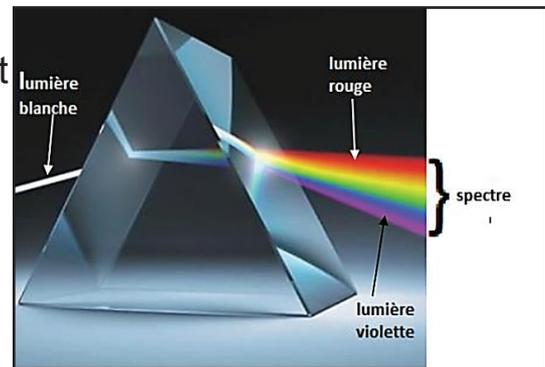
La décomposition de la lumière blanche peut être obtenue en utilisant un prisme ou un réseau:

- **Le réseau** : Un réseau est constitué d'une surface striée de fines fentes parallèles espacés de manière régulière.

- **Le prisme** : Le prisme est un bloc, taillé dans un milieu transparent comme le verre ou le plexiglas, constitué de 3 faces planes rectangulaires et de deux faces planes triangulaires. On le représente par un triangle.

### 1- Expériences

On place une source de lumière blanche devant un prisme ou un réseau et un écran derrière on observe une série de lumières colorées du violet au rouge en passant par toutes les nuances de bleu, de vert de jaune et d'orange



### 2- Exploitation des résultats

La lumière issue du prisme est déviée : le violet est plus dévié que le rouge.

Elle possède toutes les couleurs de l'arc-en-ciel : ces couleurs sont appelées radiations.

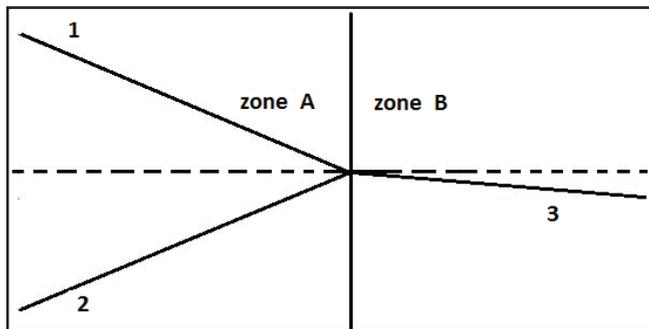
Ces lumières colorées sont initialement présente dans la lumière blanche et le prisme ne fait que séparer ces lumières.

La lumière blanche est composée du mélange de toutes les lumières colorées qui existent.

Cet ensemble de lumières colorées constitue le **spectre** de la lumière visible.

## Application

Un fin pinceau lumineux arrive sur un dioptre plan séparant l'eau de l'air. On donne  $n_{\text{eau}} = 1,33$ . On représente les rayons observés sur la figure ci-dessous :

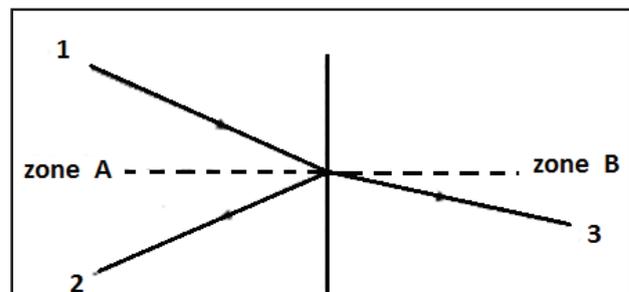


En justifiant vos réponses :

1. Identifier les différents rayons
2. Indiquer le sens de propagation de la lumière
3. Dans quelle zone l'eau se trouve-t-elle ?
4. Calculer l'angle limite de réfraction
5. Généraliser le résultat en précisant la zone où se trouve l'angle limite en fonction de la différence de réfringence des milieux en présence et les conséquences sur la propagation de la lumière d'un milieu vers l'autre.

## Solution

A - A tout rayon incident, correspond un rayon réfléchi du même côté du dioptre, et dans l'autre milieu, un rayon réfracté. Le rayon réfléchi et le rayon réfracté sont du même côté de la normale au dioptre.



1. Il en résulte que le rayon (1) est le rayon incident, le (2) est le rayon réfléchi et le (3) est le rayon réfracté.
2. D'après ce qui précède, le sens de la lumière est celui indiqué sur la figure.
3. L'indice de l'eau  $n_{\text{eau}} = 1,33$  est supérieur à celui de l'air qui est égal à 1. Le rayon (3) se rapproche de la normale, il se propage donc dans le milieu le plus réfringent : l'eau qui se trouve donc en zone B.
4.  $\sin(B_{ii}) = 1/1,33$  donc  $B_{ii} = 48,75^\circ$
5. L'angle limite de réfraction se trouve toujours dans le milieu le plus réfringent (de plus grand indice  $n$ ).

## Essentiel

■ Lorsqu'un objet éclairé renvoie la lumière dans toutes les directions, on qu'il diffuse la lumière : c'est la réflexion diffuse. Ce type de réflexion se produit lorsque la surface éclairée de l'objet est rugueuse.

■ Si on éclaire une surface polie et brillante d'un un objet, la lumière est renvoyée dans une direction privilégiée : c'est la réflexion spéculaire.

■ Lois de Descartes relatives à la réflexion

► Le rayon incident, le rayon réfléchi et la normale au miroir au point d'incidence sont contenus dans un même plan.

► L'angle de réflexion est égal à l'angle d'incidence:  $i = r$

► Le point objet est le point de rencontre des supports des rayons incidents.

► Le point image est le point de rencontre des rayons réfléchis

■ Lois de Descartes relatives à la réfraction :

Si un rayon lumineux passe d'un premier milieu d'indice de réfraction absolu  $n_1$  dans un deuxième milieu d'indice de réfraction  $n_2$ , alors il subit une réfraction tel que:

■ Le rayon incident, la normale au dioptre et le rayon réfracté sont dans un même plan.

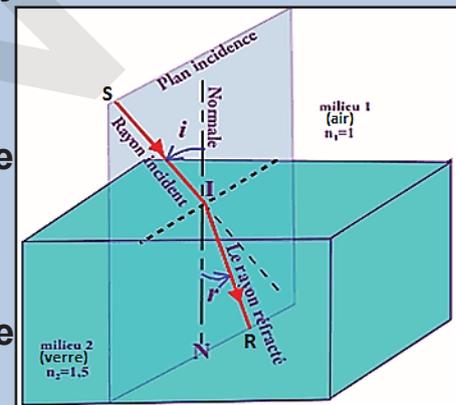
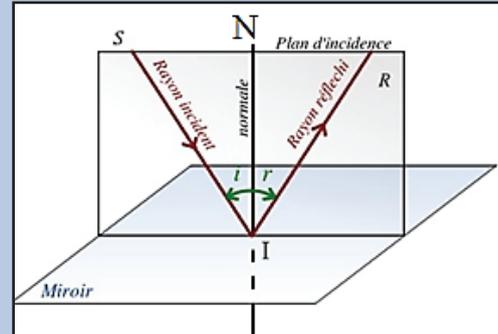
■ L'angle de réfraction et l'angle d'incidence sont reliés par la relation :  $n_1 \sin(i_1) = n_2 \sin(i_2)$

L'angle limite de réfraction  $i_{2\max}$  vérifie la relation :  $\sin(i_{2\max}) = \frac{n_1}{n_2} \sin(90^\circ) = \frac{n_1}{n_2}$

L'angle d'incidence  $i_{1\lim}$  vérifie alors la relation :  $\sin i_{1\lim} = \frac{n_2}{n_1} \sin(90^\circ) = \frac{n_2}{n_1}$

Lorsque l'angle d'incidence varie de  $0^\circ$  à  $i_{1(\lim)}$ , on observe à la fois un rayon réfléchi et un rayon réfracté. Quand l'angle d'incidence varie de  $i_{1\lim}$  à  $90^\circ$ , on n'observe plus de rayon réfracté, il n'y a qu'un rayon réfléchi. C'est le phénomène de réflexion totale.

La lumière blanche est composée du mélange de toutes les lumières colorées qui existent. Cet ensemble de lumières colorées constitue le spectre de la lumière visible.



## Evaluation

### Exercice 1 :

Choisis la bonne réponse

Le rayon réfléchi est :

- a- normal au point d'incidence
- b- dans le plan d'incidence
- c- perpendiculaire au rayon incident

### Exercice 2 :

Choisis la bonne réponse

Le rayon réfracté est :

- normal au plan d'incidence
- dans le plan d'incidence
- perpendiculaire au rayon incident

### Exercice 3 :

En quelques lignes, définis les phénomènes :

a) la réflexion ; b) de réfraction.

### Exercice 4 :

Enonce les lois de DESCARTES relatives :

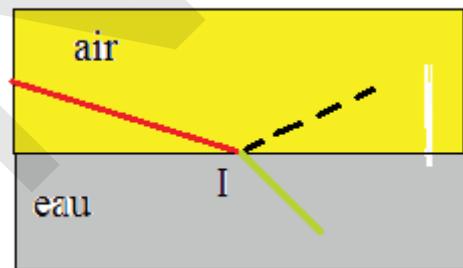
a) à la réflexion ; b) à la réfraction.

### Exercice 5 :

On a schématisé une expérience de réfraction et de réflexion d'un faisceau laser à la surface de séparation air- eau.

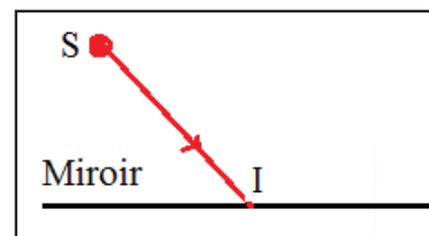
Reproduis le schéma.

1) Trace la normale au point d'incidence. 2) Nomme les rayons incident, réfracté et réfléchi en indiquant l'angle d'incidence  $i_1$ , l'angle de réfraction  $i_2$  et l'angle de réflexion  $r$



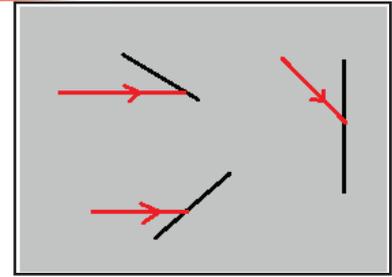
### Exercice 6 :

La figure représente un miroir plan M sur lequel tombe et se réfléchit le rayon SI. Reproduis la figure en la complétant par le rayon réfléchi construit sans utiliser l'image de sa source. Utilise un compas ou un rapporteur. Justifie et explique la construction.



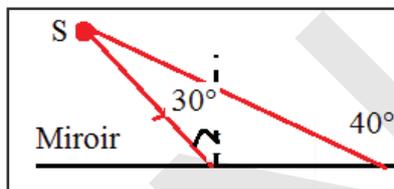
**Exercice 7 :**

Quel est le trajet complet des rayons lumineux arrivant sur ces miroirs ? Fais les constructions au crayon ; trace les rayons à l'encre

**Exercice 8 :**

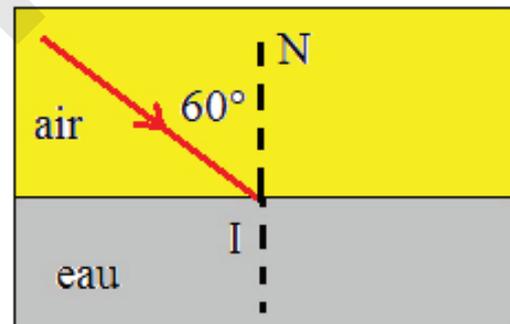
Un faisceau lumineux arrive sur un miroir. Les rayons limitant ce faisceau font des angles d'incidence sur le miroir de  $30^\circ$  et  $40^\circ$ .

- 1) Trace les deux rayons extrêmes réfléchis respectivement en I et J
- 2) trace l'intersection des directions des rayons réfléchis. soit S' ce point
- 3) Vérifie que ce point S' est l'image de S à travers le miroir.

**Exercice 9 :**

Un rayon lumineux arrive sur la surface de l'eau d'indice 1,33 comme l'indique le schéma ci-dessous:

- Donnée : indice de l'air est pris égal à 1.
- détermine la valeur des angles d'incidence, de réflexion et de réfraction
- 2- fais le schéma en représentant le rayon réfléchi et le rayon réfracté.

**Exercice 10 :**

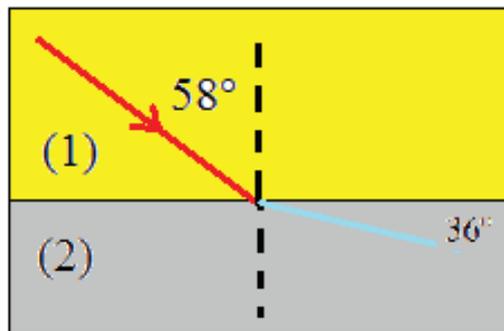
Un pinceau lumineux arrive à la surface de séparation de deux milieux transparents. On désigne par  $i_1$  l'angle d'incidence,  $i_2$  l'angle de réfraction et  $r$  l'angle de réflexion.

milieu 1	$i_1$	$42^\circ$				$90^\circ$
Milieu 2	$i_2$	$30^\circ$	$42^\circ$		$0^\circ$	
	$r$			$60^\circ$		

- 1) Calcule le rapport des indices  $n_2/n_1$
- 2) Complète le tableau.

**Exercice 11 :**

- 1) Reproduis le schéma et place  $i_1$  l'angle d'incidence et  $i_2$  l'angle de réfraction.
- 2) Donne les valeurs de  $i_1$  et  $i_2$ .



- 3) Calcule le rapport  $\sin i_1 / \sin i_2$ .
- 4) Donne la relation existant entre  $\sin i_1$ ,  $\sin i_2$  et les indices  $n_1$  et  $n_2$ .
- 5) Sachant que le milieu (2) est de l'air d'indice  $n_2 = 1$ , calcule l'indice du milieu (1).
- 6) Trace le rayon réfléchi.



## CHAPITRE X: LES LENTILLES MINCES



### Objectifs :

- Savoir distinguer une lentille convergente d'une lentille divergente (forme et symbole).
- Savoir définir les termes : axe optique, centre optique, foyer objet, foyer image et distance focale.
- Savoir positionner sur un schéma : axe optique, symbole de la lentille convergente, foyer objet, foyer image et centre optique.
- Savoir construire et décrire l'image donnée par lentille convergente



# I- LENTILLE CONVERGENTE ET LENTILLE DIVERGENTE

## 1- Définition

Une lentille est un milieu transparent en verre ou en plastique limité par deux dioptries sphériques ou par un dioptré sphérique et un dioptré plan. Lorsque l'épaisseur de la lentille en son centre est petite par rapport à son diamètre, elle est dite lentille mince.

Plusieurs instruments optiques : loupe, lunette astronomique, objectif photographique, microscope;... s'obtiennent par l'association plus ou moins complexe de lentilles. Les verres correcteurs des lunettes portées par de nombreuses personnes sont aussi des lentilles. Ces lentilles permettent d'obtenir des images d'objets éloignés, proches, petits ou grands.



## 2- Les types des lentilles minces

Il existe deux sortes de lentilles minces :

### ► Lentilles convergentes :

Une lentille convergente est une lentille qui fait converger un faisceau de rayons parallèles, c'est-à-dire qui dévie les rayons de manière à les faire se croiser en un point.

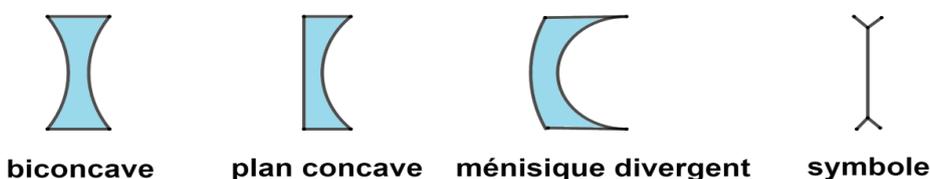
#### Lentilles convergentes



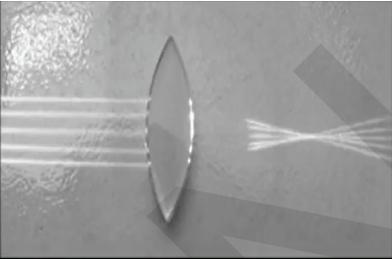
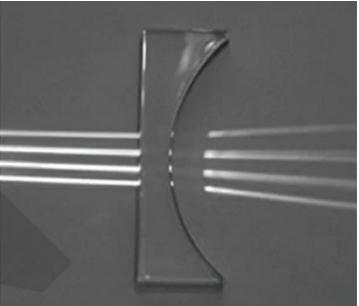
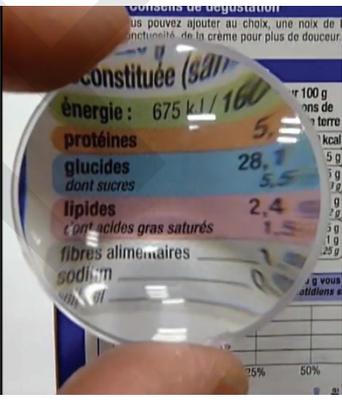
### ► Lentilles divergentes :

Une lentille divergente est une lentille qui fait diverger un faisceau de rayons parallèles, c'est-à-dire qui dévie les rayons de manière qu'ils s'éloignent de l'axe optique.

#### Lentilles divergentes



### 3- Distinguer les lentilles convergentes des lentilles divergentes

Critère	Lentille convergente	Lentille divergente
Comparaison entre le milieu et les bords	 <p>Bords minces et milieu épais</p>	 <p>Bords épais et milieu mince</p>
Comportement de la lumière sortant	 <p>Elle converge les rayons parallèles en un point</p>	 <p>Elle diverge les rayons parallèles</p>
Image d'un objet vue de près	 <p>Permet d'obtenir une image plus grande</p>	 <p>Permet d'obtenir une image plus petite</p>

### 4. Eléments caractéristiques d'une lentille convergente.

#### 4-1- Centre optique et axes optiques d'une lentille

##### ■ Centre optique :

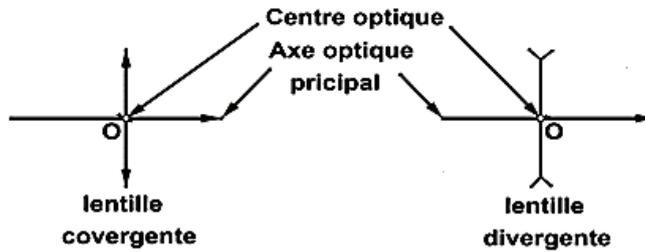
Toute lentille possède un centre optique O.

Tout rayon passant par le centre optique O de la lentille n'est pas dévié.

##### ■ L'axe optique

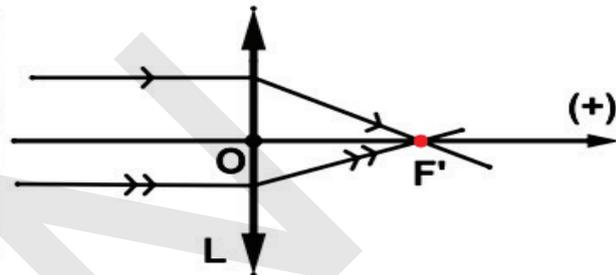
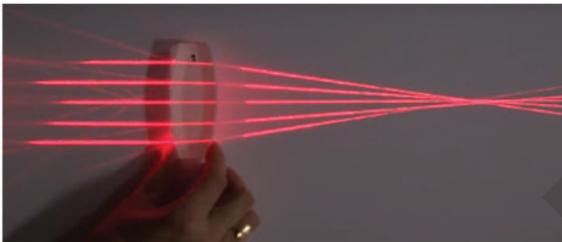
L'axe optique est l'axe joignant les centres de courbures des faces de la lentille.

Par convention l'origine de l'axe optique est le centre optique de la lentille et l'axe est dirigé de la gauche vers la droite



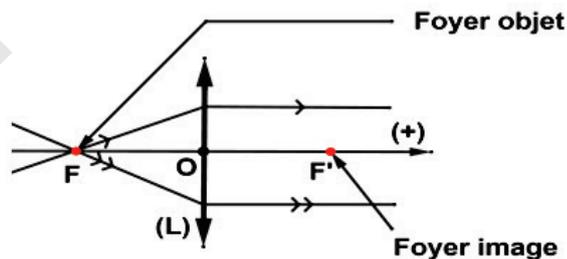
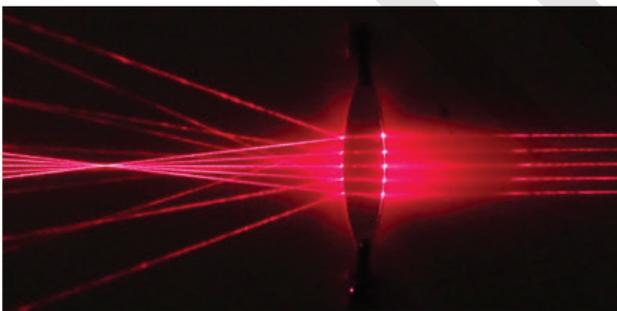
## 4-2- Foyers d'une lentille

### ■ Foyer image



► On éclaire une lentille (L) convergente avec un faisceau lumineux parallèle à son axe optique. Le faisceau lumineux émergent converge vers un point  $F'$ , située sur l'axe optique de la lentille.  $F'$  est appelé foyer image.

### ► Foyer objet



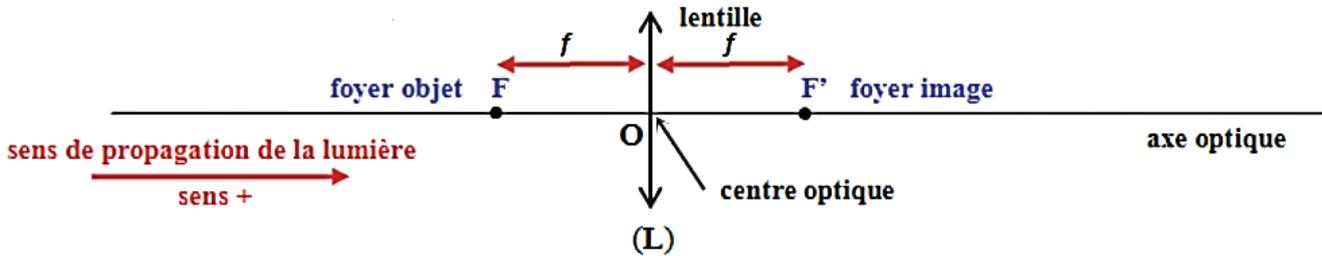
► On éclaire la lentille convergente (L) par une source ponctuelle placée en un point  $F$  de l'axe optique, symétrique de  $F'$  par rapport au centre optique de la lentille. Le faisceau émerge parallèlement à l'axe optique,  $F$  est appelé foyer objet.

## 4-3- Distance focale et vergence d'une lentille

### ■ Distance focale :

La distance focale  $f$  d'une lentille convergente, est la distance qui sépare le centre optique de la lentille et son foyer image  $F'$  ou son foyer objet  $F$ . Alors  $f' = OF' = OF$ , elle s'exprime en mètre (m).

## ■ Vergence :



$$C = \frac{1}{f'}$$

La vergence  $C$  d'une lentille est définie par la relation :

$C$  s'exprime en dioptries de symbole (ä) .

### Remarque :

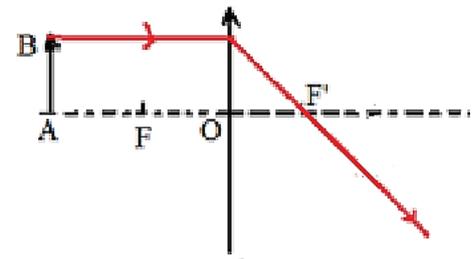
La vergence s'appelle aussi la convergence.

## 5- Construction de l'image donnée par une lentille convergente

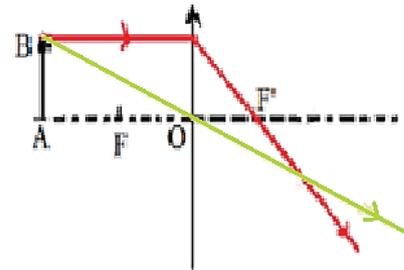
Pour construire l'image  $A'B'$  d'un objet  $AB$  plan perpendiculaire à l'axe optique, on utilise le fait que son image est plane et lui est parallèle. En particulier, si  $A$  se trouve sur l'axe, il suffit de construire  $B'$ .  $A'$  est la projection orthogonale de  $B'$  sur l'axe optique.

Pour une lentille convergente, on trace la marche de trois rayons issus de  $B$

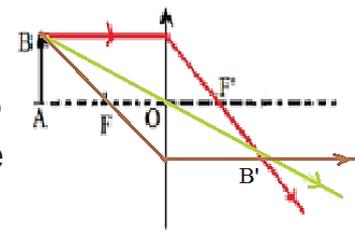
► On trace un rayon incident passant par  $B$  et parallèle à l'axe optique : il émerge en étant dévié vers le foyer image  $F'$ .



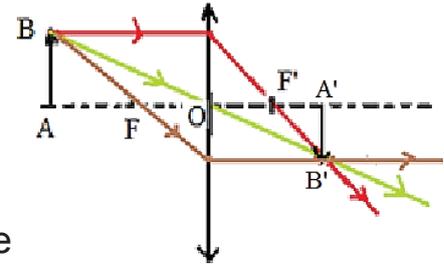
► On trace un rayon de lumière passant par  $B$  et le centre optique  $O$  qui n'est pas dévié.



► On trace un troisième rayon incident passant par  $B$  et  $F$ , foyer objet, alors le rayon émergent est parallèle à l'axe optique.



► On sait que  $AB$  est perpendiculaire à l'axe optique.  
L'image  $A'B'$  est également.  $A'$  est donc le projeté orthogonal de  $B'$  sur l'axe optique.



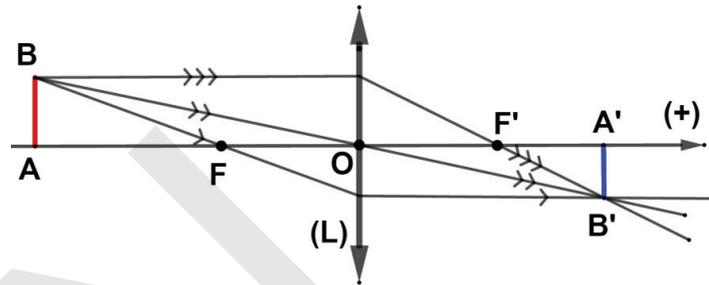
Pour certaines valeurs de la distance  $d$ , une lentille convergente donne de cet objet une image réelle, recueillie sur un écran placé convenablement dans le demi-espace d'émergence de la lentille

Selon la distance entre l'objet et le centre optique de la lentille, on peut visualiser les cas suivants :

► **Distance  $d = OA > 2OF$**

L'image  $A'B'$  est :

- réelle
- renversée
- de taille plus petite que la taille de
- l'objet  $AB$
- peut être observée sur un écran placé en  $A'$



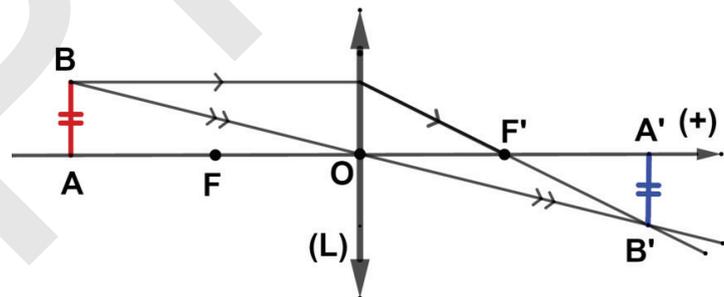
■ **Distance  $d = OA = 2OF$**

L'image  $A'B'$  est :

- réelle
- renversée
- de taille égale à la taille de

l'objet  $AB$

- peut être observée sur un écran placé en  $A'$



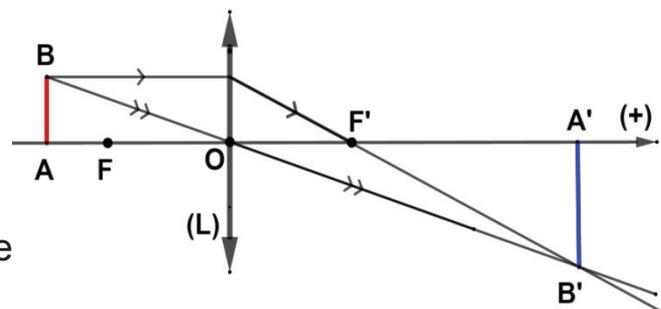
**Distance  $d = OF < OA < 2OF$**

L'image  $A'B'$  est :

- réelle
- renversée
- de taille plus grande que la taille de

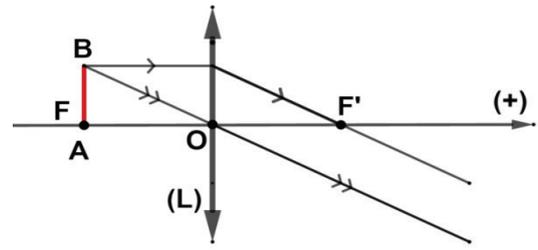
l'objet  $AB$

- peut être observée sur un écran placé en  $A'$



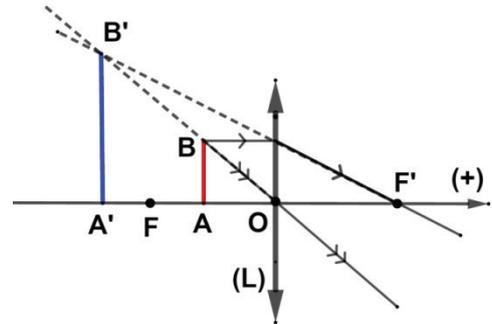
**Distance  $d = OA = 2OF$** 

L'image **A'B'** se forme à l'infini donc elle n'est pas observable

**Distance  $d = OA < OF$** 

L'image **A'B'** est :

- ∨ virtuelle
- ∨ droite
- ∨ de taille plus grande que la taille de l'objet AB
- ∨ ne peut pas être observée sur un écran mais elle peut être observée par l'œil en regardant à travers la lentille



## II- ANOMALIE DE LA VISION (MYOPIE, HYPERMÉTROPIE)

### 1- L'œil et la vision

#### 1-1- Anatomie de l'œil

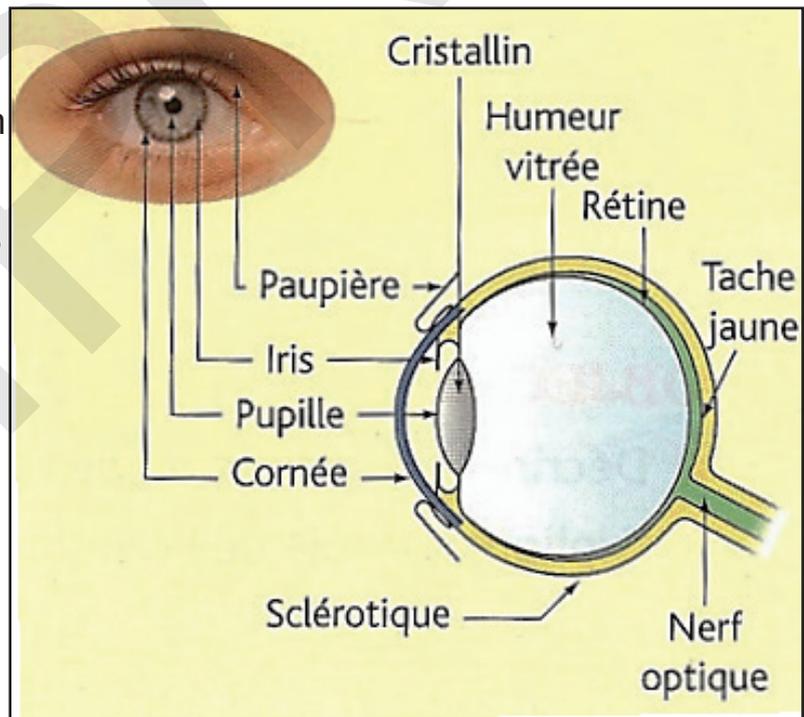
Le globe oculaire de l'homme a la forme d'une sphère de 23 mm de diamètre environ.

Tout point-objet visible émet des rayons lumineux qui constituent un faisceau lumineux dirigé vers l'œil. Ces faisceaux traversent en premier la **cornée** : il s'agit de la partie extérieure de

l'œil. Cette partie du blanc de l'œil - la sclérotique - est transparente afin de laisser

passer correctement la lumière. Elle est extrêmement fragile et possède la plus grande sensibilité tactile du corps humain.

Puis les faisceaux traversent un milieu liquide transparent qui ne dévie pas les rayons de leur trajectoire initiale. **Il s'agit de l'humeur aqueuse.**



Les faisceaux passent ensuite par la pupille, dont l'ouverture est réglée par l'iris afin d'adapter l'œil à la luminosité. Par faible luminosité, l'iris se dilate et par conséquent le diamètre de la **pupille** augmente (jusqu'à 8 millimètres) pour capter le maximum de rayons lumineux.

Inversement, lors de forte luminosité, l'**iris** se contracte pour ne laisser passer qu'une petite quantité de lumière.

L'étape suivante est la traversée du **crystallin**, puis celle du corps vitré. Le rôle du cristallin est de faire converger chacun des faisceaux en un point-image net sur la rétine. Pour ce faire, il est plus ou moins étiré ou relâché à l'aide de petits muscles de sorte à ajuster sa vergence pour que les points-image se forment exactement sur la rétine, et cela quelle que soit la distance de l'objet à l'œil. On appelle ce phénomène l'**accommodation**. L'amplitude de cette accommodation est par ailleurs très grande chez l'enfant, ce qui explique par exemple la mauvaise habitude qu'ont les enfants de se pencher trop près de leur cahier.

A partir de la cinquantaine, cette accommodation devient inférieure à 3 dioptries : le sujet commence à être gêné pour lire.

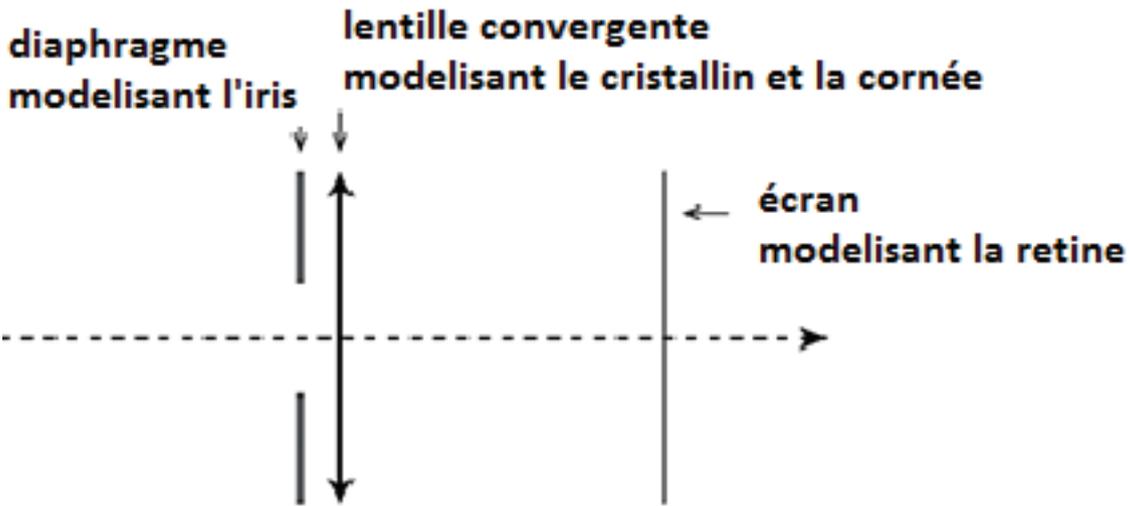
Le corps vitré est un liquide gélatineux transparent qui donne à l'œil sa forme et sa consistance. Il représente 90% du volume oculaire.

Après cette traversée, les innombrables faisceaux donnent lieu à d'innombrables points-image sur la rétine. Tous ces points constituent l'image de l'objet visible formé par l'ensemble cornée-cristallin, qui peut être assimilé à une lentille convergente dont la distance focale serait de  $f = 0,015 \text{ m}$ . Sa vergence est donc de 66 dioptries.

### 1-2- Modèle optique : «œil réduit»

L'œil peut être « réduit » à un système optique comprenant :

- ▶ Le cristallin qui joue le rôle d'une lentille convergente que des muscles ciliaires peuvent rendre plus ou moins bombée.
- ▶ L'iris qui agit comme un diaphragme et limite l'intensité lumineuse pénétrant dans l'œil.
- ▶ La rétine qui recueille les images et les transmet au cerveau sous forme d'influx nerveux par l'intermédiaire du nerf optique.



L'œil ne voit un objet que si :

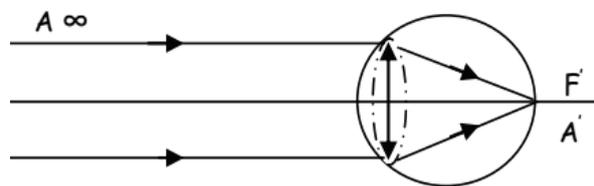
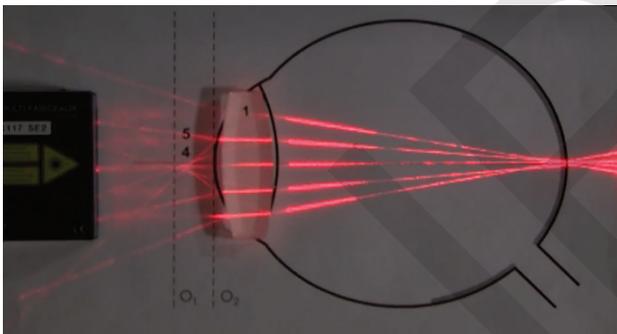
L'objet est éclairé ou émet de la lumière

La lumière provenant de l'objet pénètre dans l'œil.

### 1-3- Formation de l'image par un œil normal

L'œil ne voit un objet nettement que si son image se forme sur la rétine.

La distance lentille – écran (cristallin - rétine) est fixe et vaut environ 15 mm



### 1-4- Caractère de l'œil normal ou emmétrope

\* Un œil ne possédant pas de défaut visuel est appelé œil **emmétrope** ou **normal** .

A l'inverse, en cas de présence d'un défaut visuel, on parle d'œil **amétrope**.

\* Pour observer des objets à des distances différentes, il est nécessaire que le cristallin modifie sa distance focale. **On dit que l'œil accomode.**

Pour cela l'œil va utiliser le muscle ciliaire afin de modifier la courbure du cristallin. Plus le muscle travaille, plus le cristallin est bombé et donc plus la distance focale est petite. Au repos, l'œil normal voit sans accommodation les objets placés très loin (à l'infini).

\* On appelle **punctum remotum (PR)**, le point le plus éloigné observable par un œil (l'infini pour un œil normal).

En accommodant au maximum, l'œil normal arrive à observer des objets situés à quelques centimètres.

\* On appelle **punctum proximum (PP)**, le point le plus proche observable par un œil.

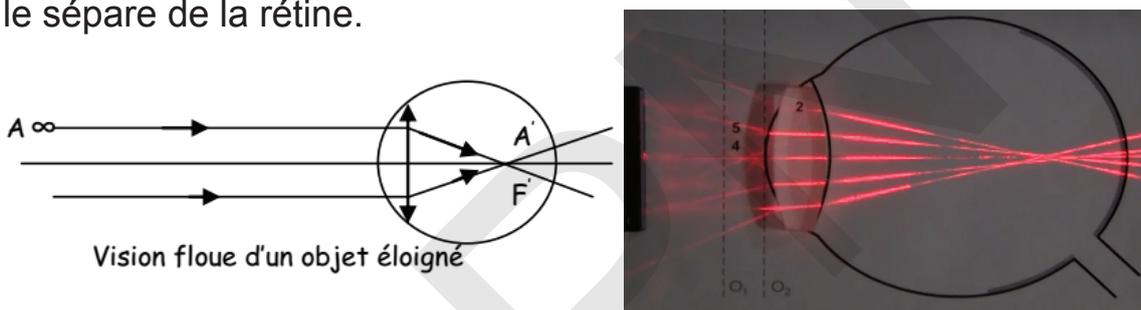
En fait, la distance minimale de vision augmente avec l'âge : environ 8 cm pour un enfant, 15 cm pour un adulte de 40 ans et environ 25 cm pour une personne âgée. C'est la presbytie

## 2- Les défauts optiques de l'œil.

Il s'agit le plus souvent de défauts de sa géométrie ou d'un vieillissement du cristallin qui entraînent une vision floue.

### 2-1- La myopie :

La myopie est une anomalie de l'œil dans laquelle l'image d'un objet éloigné se forme avant la rétine. La distance focale du cristallin est plus petite que celle qui le sépare de la rétine.

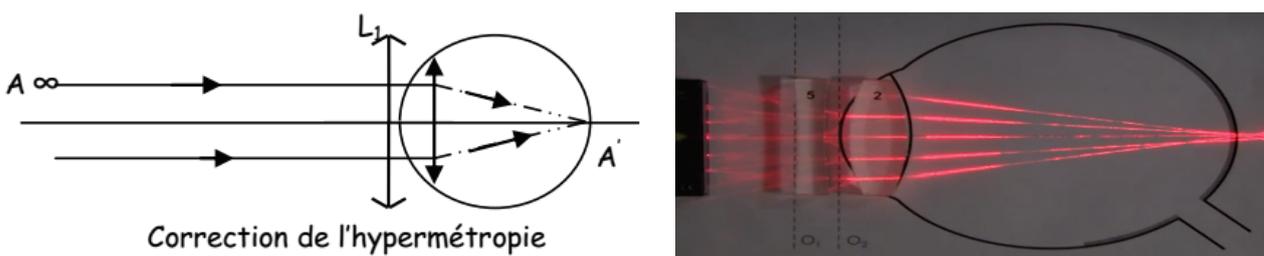


À l'infini, l'image se forme **avant la rétine**.

Un objet éloigné est donc flou.

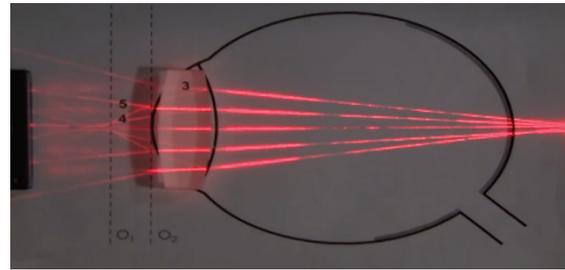
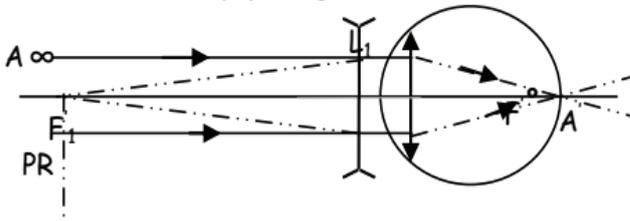
Quand l'objet se rapproche, son image se rapproche de la rétine. Elle se forme sur la rétine lorsque l'objet atteint le **punctum remotum (PR)** qui est le point le plus éloigné que le myope peut voir nettement (le PR de l'œil normal se situe à l'infini).

La correction consiste à placer une lentille divergente devant l'œil (lunettes, lentilles cornéennes) ou à diminuer la courbure et donc la vergence de la cornée grâce à la chirurgie laser.



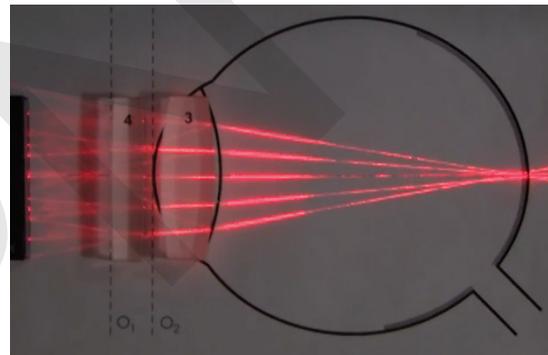
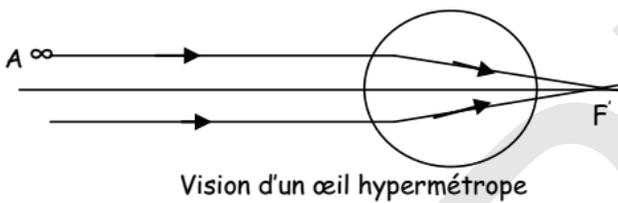
## 2-2- L'hypermétropie :

L'hypermétropie est une anomalie de l'œil dans laquelle l'image d'un objet éloigné se forme en arrière de la rétine.



À l'infini, l'image se forme derrière la rétine soit par manque de convergence du cristallin ou de la cornée, soit à cause d'un œil pas assez profond.

L'œil hypermétrope doit accommoder en permanence pour que l'image d'un objet éloigné soit nette



La correction consiste à placer une lentille convergente devant l'œil (lunettes) ou à augmenter la courbure et donc la vergence de la cornée grâce à la chirurgie laser.

## 2-3- La presbytie

En vieillissant, le cristallin perd de sa souplesse ce qui provoque une **diminution du pouvoir d'accommodation**.

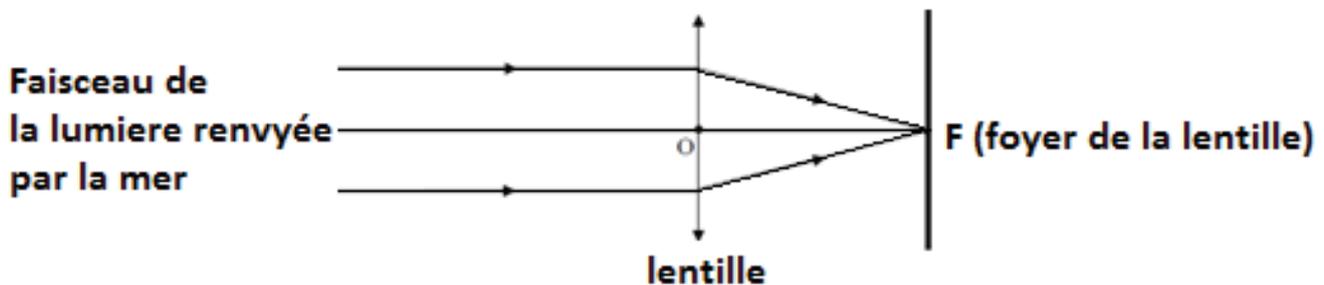
La vision des objets éloignés est inchangée mais celle des objets rapprochés devient difficile : le **punctum proximums**'éloigne.

La correction consiste à placer une lentille **convergente** devant l'œil pour la vision rapprochée. Pour que la vision lointaine reste correcte il existe des verres progressifs qui corrigent fortement la vue en vision de près et ne corrigent pas la vue en vision de loin.

Ce défaut peut se cumuler aux précédents : le myope presbyte peut, en retirant ses lunettes, se passer de correction de près, au contraire de l'emmétrope presbyte qui doit chausser ses lunettes « loupes » pour la lecture.

## Application

Le trajet d'un faisceau de lumière renvoyé par la mer pénètre dans l'oeil selon le schéma suivant:



- 1-1) Donner la nature de la lentille représentée ci-dessus.
- 1-2) Citer un autre type de lentille et donner son schéma de représentation.
- 1-3) Donner deux méthodes permettant de distinguer les deux types de lentilles.
- 2-1) Le schéma précédent est réalisé à l'échelle 2. La valeur de la distance focale de la lentille est 2cm.
  - 2-1-1) Faire apparaître cette distance focale sur le schéma.
  - 2-1-2) Retrouver à l'aide de l'échelle du schéma, cette valeur.
- 2-2) On donne la relation :  $C = \frac{1}{f'}$ 
  - 2-2-1) Nommer chacune des grandeurs utilisées dans la relation.
  - 2-2-2) Donner le nom et le symbole des unités de ces grandeurs.
  - 2-2-3) Faire le calcul de C et choisir parmi les valeurs suivantes : +50δ ; + 0,5δ ; -50δ celle qui correspond à la lentille précédente.

## Solution

1-1) Nature de la lentille :

Le symbole et le fait que les rayons convergent montrent qu'il s'agit d'une lentille convergente.

1-2) Autre type de lentille :

Il existe également des lentilles divergentes. Le symbole des lentilles divergentes est le suivant :

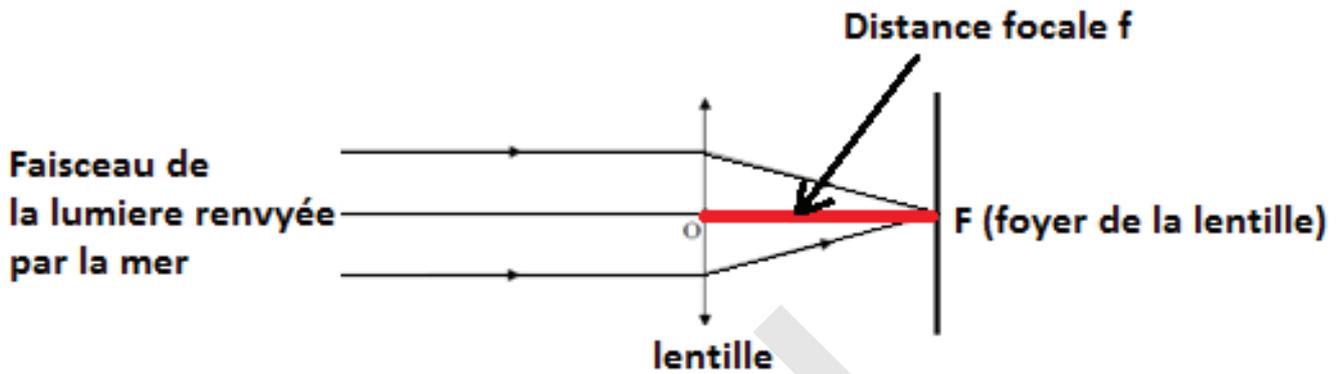
1-3) Comment les distinguer ?

Il existe trois méthodes pour différencier les lentilles convergentes des lentilles divergentes :

- Par l'observation de leur forme : les lentilles divergentes ont des bords épais et un centre fin, c'est l'inverse pour les lentilles convergentes.



- Par l'observation d'un objet à travers la lentille : l'image d'un objet proche d'une lentille est plus grande avec une lentille convergente et plus petite avec une lentille divergente.
- Par l'observation de la déviation d'un faisceau de lumière : une lentille convergente rend convergent un faisceau de lumière, une lentille divergente le rend divergent.



2-1-1) Distance focale :

2-1-2) Valeur de la distance focale :

Sur le schéma on mesure 4cm pour la distance focale. Sachant que le schéma est à l'échelle 2, on en déduit la valeur de la distance focale  $f' = 2\text{cm}$ .

2-2-1) Vergence :  $C = \frac{1}{f'}$

C'est la vergence

$f'$  est la distance focale

2-2-2) Unités :

La vergence s'exprime en dioptries ( $\delta$ )

La distance focale s'exprime en mètre (m)

2-2-3) Calcul de la vergence :  $C = \frac{1}{f'} = \frac{1}{0,02} = 50\delta$

C'est positif car la lentille est convergente.

## Essentiel

■ Une lentille est un milieu transparent en verre ou en plastique limité par deux dioptries sphériques ou par un dioptre sphérique et un dioptre plan.

■ Distinguer les lentilles convergentes et divergentes

Critère	Lentille convergente	Lentille divergente
La forme	Bords minces et milieu épais	Bords épais et milieu mince
Comportement de la lumière sortant	Elle converge les rayons parallèles en un point	Elle diverge les rayons parallèles
Image d'un objet vue de près	Permet d'obtenir une image plus grande	Permet d'obtenir une image plus petite

■ Le foyer image d'une lentille convergente est le point vers lequel se convergent les rayons arrivant à la lentille parallèlement à son axe optique

■ Le foyer objet d'une lentille convergente est le point duquel sortent les rayons émergeant de lentille parallèlement à son axe optique

■ La distance focale  $f$  d'une lentille convergente, est la distance entre le centre optique et le foyer image  $F'$  ou le foyer objet. Alors  $f = OF' = OF$ , exprimée en mètre (m)

■ La vergence  $C$  d'une lentille est définie par la relation :  $c = \frac{1}{f}$ , en dioptries .

■ Pour construire l'image  $A'B'$  d'un objet  $AB$  planperpendiculaire à l'axe optique principal,

► On trace un rayon incident passant par  $B$  et parallèle à l'axe optique, il émerge en étant dévié vers le foyer image  $F'$ .

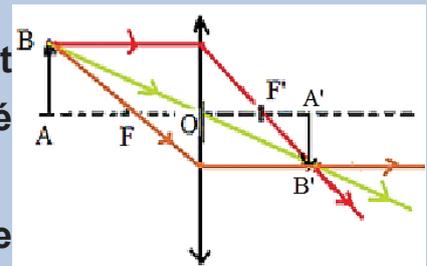
► On trace un rayon de lumière passant par  $B$  et le centre optique  $O$  qui n'est pas dévié.

► On trace un rayon incident passant par  $B$  et  $F$ , alors le rayon émergeant est parallèle à l'axe optique.

■ L'œil peut être « réduit » à un système optique comprenant :

► Le cristallin qui joue le rôle d'une lentille convergente que des muscles ciliaires peuvent rendre plus ou moins bombée.

► L'iris qui agit comme un diaphragme et limite l'intensité lumineuse pénétrant dans l'œil.





- ▶ **La rétine qui recueille les images et les transmet au cerveau sous forme d'influx nerveux par l'intermédiaire du nerf optique.**
- **L'œil ne voit un objet nettement que si son image se forme sur la rétine.**
- **La myopie est une anomalie de l'œil dans laquelle l'image d'un objet éloigné se forme avant la rétine. La correction de cette anomalie consiste à placer une lentille divergente devant l'œil (lunettes)**
- **L'hypermétropie est une anomalie de l'œil dans laquelle l'image d'un objet éloigné se forme en arrière de la rétine. La correction de cette anomalie consiste à placer une lentille convergente devant l'œil (lunettes)**

IPN





## Activité documentaire: Visite chez un ophtalmologue

### Une consultation standard:

L'ophtalmologue démarre le plus souvent par la vérification de l'acuité du patient, en vision éloignée et/ou rapprochée, sans correction et/ou avec la correction portée. Après une phase de recherche du défaut concerné (examen à l'ophtalmomètre de Javal, skiascopie, examen à l'auto-réfracteur automatisé ...), un essai de verres correcteurs est entrepris à la recherche de la meilleure acuité visuelle possible, tant de loin que de près. Cet examen définit ainsi une formule de réfraction, base de l'ordonnance verre délivrée.

Il se poursuit par un examen des différents milieux oculaires à l'aide du biomicroscope ou « lampe à fente ». Cet examen permet de renseigner le praticien sur l'état de la cornée, de la chambre antérieure et du cristallin.

Vient ensuite la mesure du tonus oculaire ou « pression intra oculaire » à l'aide du tonomètre à air ou du tonomètre à aplanassions (nécessitant l'instillation d'un anesthésique et d'un colorant).

L'examen standard se termine le plus souvent par l'examen des fonds d'yeux à l'aide de l'ophtalmoscope permettant au praticien de se renseigner sur l'état de la papille optique, de la zone maculaire et du réseau vasculaire du pôle postérieur rétinien.

La consultation se conclut par l'énoncé des constatations du médecin et par l'élaboration d'une prescription optique ou médicamenteuse.



## Evaluation

### Exercice 1

Recopie en choisissant la bonne proposition :

- a) Une lentille est formée d'un bloc opaque/transparent de verre ou de matière plastique.
- b) Une lentille convergente éloignée d'un texte diminue / grossit les lettres de ce texte.
- c) Une lentille divergente éloignée d'un texte diminue / grossit les lettres de ce texte.
- d) Le foyer /la distance focale caractérise une lentille. La distance focale est la distance entre la lentille et le foyer / le centre de cette lentille.

### Exercice 2

Corrige la phrase lorsqu'elle est fautive. a) Pour obtenir une image sur un écran, il faut que la distance objet- lentille convergente soit inférieure à la distance focale.

b) L'image donnée par une lentille convergente sur un écran est toujours renversée par rapport à l'objet.

c) Lorsqu'on éloigne l'objet de la lentille, l'image se rapproche de la lentille.

### Exercice 3

Une lentille convergente a une distance focale de 5 cm.

a) Schématise cette lentille avec son axe.

b) Place le foyer F de cette lentille.

c) Colorie en rouge la partie de l'axe où l'on doit placer un objet pour obtenir une image sur un écran.

d) Colorie en rouge la partie de l'axe où l'on doit placer un écran pour recueillir une image.

### Exercice 4

Oumar a placé un objet à 40 cm d'une lentille. L'image se forme à 40 cm derrière cette lentille.

a) L'image est-elle renversée ?

b) La distance focale est-elle supérieur /égale/inférieure à 40cm ?

c) Oumar rapproche l'objet de la lentille. Doit-il rapprocher ou éloigner l'écran de la lentille pour obtenir une image nette ? Il place l'écran à 60 cm de la lentille. Doit-il placer l'objet à 30 cm / 50 cm de la lentille.



### Exercice 5

Bilal concentre les rayons du soleil sur un écran à l'aide d'une lentille convergente. Le faisceau de lumière se concentre en un point P situé à 10cm du centre O de la lentille.

- Représente cette expérience par un schéma.
- De quel objet le point P est-il l'image ?
- Que représente le point P pour la lentille ? Pourquoi ce point est-il lumineux ?
- Quelle est la distance focale de cette lentille ?

### Exercice 6

Saleh essaie de déterminer le foyer d'une lentille très convergente. Pour cela, il déplace un écran derrière une lentille dont l'axe est dirigé vers le soleil. En éloignant l'écran de la lentille, il observe une tache sur l'écran, de plus en plus grande. Où est situé l'écran par rapport au foyer et à la lentille ? Aide toi d'un schéma pour répondre.



## TABLE DE MATIERE

AVANT-PROPOS	3
CHAPITRE I : LES MATERIEAUX	5
CHAITRE II : REACTIONS CHIMIQUES	22
CHAPITRE III : PREPARATION D'UNE SOLUTION	36
CHAPITRE IV: SOLUTIONS ACIDES, BASIQUES ET NEUTRES	48
CHAPITRE V : MASSE, VOMUME ET POIDS	59
CHAPITRE VI : EQUILIBRE D'UN SOLIDE SOUMIS A DEUX FORCES	79
CHAPITRE VII : RESISTANCE ELECTRIQUE	87
CHAPITRE VIII : PUISSANCE ET ENERGIE ELECTRIQUE	103
CHAPITRE IX : REFLEXION ET RAFRACTION DE LA LUMIERE	114
CHAPITRE X: LES LENTILLES MINCES	128
TABLE DE MATIERE	146