

République Islamique de Mauritanie  
Ministère de l'Éducation Nationale  
Institut Pédagogique National



Honneur – Fraternité - Justice

# Sciences Physiques

4<sup>ème</sup> Année Secondaire

Institut Pédagogique National

## AVANT-PROPOS

Chers collègues professeurs,  
Chers élèves,

C'est dans le cadre des énormes efforts fournis par l'Institut Pédagogique National pour mettre à votre disposition, dans les meilleurs délais, un outil pouvant vous aider à accomplir votre tâche que s'inscrit l'élaboration de ce manuel intitulé : **Sciences physiques 4ème 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. Cependant, 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 ses prochaines éditions.

### Les auteurs

**Dah O/ Mouhamed El Moctar Mohamed**

Inspecteur pédagogique de  
l'enseignement secondaire

**Limam O/ Ahmed Babou/Elghady**

Conseiller pédagogique. IPN

**Babah O/ Sillahi**

Conseiller pédagogique. IPN

Institut Pédagogique National

# CHAPITRE I : LES MATERIAUX

**Définition** : substance quelconque utilisée pour la construction des objets, machines, bâtiments.. ....etc. (Larousse).

## 1-Familles de matériaux

**Il existe trois principales familles de matériaux :**

**a-Les matériaux métalliques** : métaux purs (cuivre, fer, aluminium, etc.) et alliages. Un alliage est un matériau fabriqué à partir d'un ou de plusieurs métaux et d'éléments chimiques. Par exemple, le bronze est un alliage du cuivre et de l'étain qui peut contenir aussi du manganèse et du silicium.

**b.Les matériaux organiques** : plastiques, bois, résine, colle, etc.

**c-Les matériaux céramiques** : porcelaine, verre, béton, etc.

## Caractéristiques d'un matériau

Un matériau possède plusieurs propriétés qui peuvent être :

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

**Une propriété d'un matériau est une grandeur physique qui**

**caractérise un matériau.** Par exemple, la conductivité thermique est une propriété des matériaux et c'est la capacité du matériau à transmettre la chaleur. Les matériaux sont sélectionnés pour la fabrication d'un objet technique en fonction de plusieurs critères.

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 d'un matériau par rapport à un autre dans le choix de matériaux. Pour 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.

## 2-Les Métaux et alliages

Généralement les métaux ne sont pas utilisés à l'état pur, ils sont mélangés à d'autres composants 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

## 3 -Les propriétés communes des métaux

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). Lorsqu'on les polit, ils prennent un éclat métallique. Ce sont de 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

## 4 -Différencier les métaux

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 car plusieurs métaux peuvent avoir des couleurs très proches.

**La corrosion** : on parle de corrosion quand un métal est attaqué par l'air humide. La rouille du fer est la plus connue 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 et n'ont donc pas besoin d'être protégés.

D'autres métaux s'oxydent mais, à l'inverse du fer, l'attaque est stoppée en surface car elle 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, les autres métaux, non. 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.

## II. Les principaux métaux

### 1-L'aluminium



|                                |                  |
|--------------------------------|------------------|
| <b>Symbole :</b>               | <b>Al</b>        |
| <b>Numéro atomique :</b>       | <b>13</b>        |
| <b>Masse atomique :</b>        | <b>27 g/mole</b> |
| <b>Température de fusion :</b> | <b>°660C</b>     |
| <b>Masse volumique à °20C</b>  | <b>2,7 g/cm3</b> |

#### 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 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.
- Ductile** :étirable en fil(déformation plastique) sans rupture
- Malléable** : L'aluminium peut être facilement travaillé à basse température et déformé sans se rompre, ce qui permet de lui donner des formes très variées.
- Recyclable** :



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.

**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.



### Réfléchissant

L'aluminium 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'huissieries métalliques, de bicyclettes, d'avion, de bâtiment... etc.

## 2-Le Fer



|                         |             |
|-------------------------|-------------|
| Symbole :               | Fe          |
| Numéro atomique :       | 26          |
| Masse atomique :        | 55,85g./mol |
| Température de fusion : | °1539C      |
| Densité                 | 7,87 g/Cm3  |

### 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**

### 3-Le cuivre



|                                |                     |
|--------------------------------|---------------------|
| <b>Symbole :</b>               | <b>Cu</b>           |
| <b>Numéro atomique :</b>       | <b>29</b>           |
| <b>Masse atomique :</b>        | <b>63,546 g.mol</b> |
| <b>Température de fusion :</b> | <b>1083 °C</b>      |
| <b>Masse volumique à °20C</b>  | <b>8,9 g.cm3-</b>   |

### Les propriétés de cuivre

Le cuivre est un métal rouge-brun ,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 .

- Malléable .
- Ductile, on peut facilement le mettre en forme (fils, lames, couches minces pour l'électronique).
- Plus dur et doté de meilleures propriétés mécaniques que l'aluminium,
- moins cher que l'argent,

## Utilisation :

- Le cuivre est utilisé massivement dans l'industrie : Electrique (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.
- La couleur 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.

## 4-L'argent



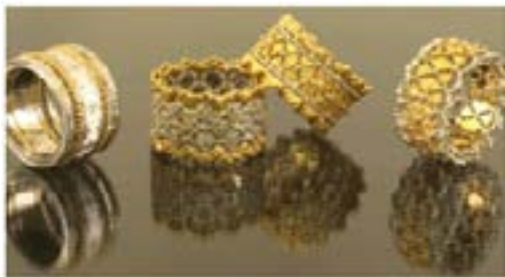
|                                |                    |
|--------------------------------|--------------------|
| <b>Symbole :</b>               | <b>Ag</b>          |
| <b>Numéro atomique :</b>       | <b>47</b>          |
| <b>Masse atomique :</b>        | <b>107.9</b>       |
| <b>Température de fusion :</b> | <b>°961,93C</b>    |
| <b>Densité</b>                 | <b>10,49 g/cm3</b> |

## Les propriétés de l'argent

- L'argent est un métal précieux car il est rare dans la nature.
- Il est blanc, très brillant
- Forgeable
- Ductile ;
- Très facile à frotter
- Très mou ce qui facilite la fabrication de produits joailliers (on l'utilise avec le cuivre).
- L'argent se caractérise par une grande malléabilité
- De faible résistance mécanique

**Utilisation :** bijouterie, 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.

## 5-L'or



|                         |                        |
|-------------------------|------------------------|
| Symbole :               | Au                     |
| Numéro atomique :       | 79                     |
| Masse atomique :        | 197                    |
| Température de fusion : | 064,18 1               |
| Masse volumique         | 21,4 g/cm <sup>3</sup> |

### 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

- Peu dur
- Très lourd
- Ductile
- malléable
- Non clivable
- Cassure dentelée.
- Opaque, en couche mince laisse passer une lueur bleu verdâtre.
- Eclat métallique vif.
- Très bon conducteur de l'électricité et de la chaleur.
- Fond sous le chalumeau en produisant de petites billes brillante.
- Inattaquable par les acides sauf par l'eau régale.
- 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

## II-Les matériaux 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 :

Isolants électriques.

Mauvais conducteurs de chaleur.

### Utilisation :

| Exemples de matière plastique   | exemples d'objets                               |
|---------------------------------|---|
| PVC : Polychlorure de vinyle    | gouttières, bouteilles d'eau minérale...        |
| PP : polypropylène              | classeur souple, pot de yaourt, crème fraîche.. |
| PET : Polyéthylène téréphtalate | bouteille de boissons gazeuses...               |
| PA : nylon                      | tissu   |
| PS : Polystyrène                | isolant thermique...                            |
| PC : Polycarbonate              | visière   |

## III-Les matériaux céramiques :



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.

### **a-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 les pores fermés.

Les pores influent sur les propriétés mécaniques du matériau .

### **b-Propriétés**

Une céramique technique présente des propriétés physiques particulièrement intéressantes :

**-Grande rigidité mécanique** : peut être plus forte 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.

Insensible à la corrosion, bonne résistance à l'usure.

Inerte chimiquement.

**Température de fusion** souvent **élevée** ( ), supérieure à celles des métaux.

Les céramiques sont fréquemment isolantes thermiques et électriques.

Toutefois, certaines sont supraconductrices à très basses températures.

### **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 le 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
- Éléments 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

### **IV-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. [Wikipédia](#)

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

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

**Point de fusion :** 900 1 °C

**Masse molaire :** 140.28

## **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).....

Institut Pédagogique National

## V-L'essentiel du cours

**-L'aluminium** est un métal blanc de densité 2,7. Il fond à 660 °C.

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

L'aluminium, préparé à partir d'un minerai la bauxite, est apprécié pour sa légèreté. Il sert à la fabrication d'ustensiles de cuisine, de carters de moteur, d'emballages alimentaires, d'huisseries métalliques, de bicyclettes, etc.

**-Le fer** est un métal blanc-gris, magnétique, et de densité 7,9.

Sa température de fusion est égale à 1535 °C. Il est préparé à partir de minerais comme l'hématite, la magnétite ou la limonite.

Associé à moins de 2 % de carbone, il forme un alliage, l'acier, largement utilisé dans la construction métallique: rails, ponts, charpentes, tôles de carrosseries d'automobiles, etc.

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.-L'or est un métal quasiment inaltérable (il ne se dégrade pas facilement). Il est jaune brillant et assez rare, d'où sa valeur élevée pour les hommes depuis longtemps.

Propriétés : métal précieux, faible résistance mécanique, inaltérable.

Utilisation : bijouterie, électronique (ordinateurs).

**L'argent** est un métal précieux car il est rare dans la nature.

Il est blanc, très brillant. Sa densité est égale à 10,5 et il fond à °960C.

Il ne s'oxyde pas dans l'air sec mais noircit dans l'air humide.

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,

**Le cuivre** :Fils électriques en cuivre Le cuivre est un métal rouge-brun, de densité 8,9. Il fond à 1084 °C.

Le cuivre 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 chalcopryrite.

Il est utilisé pour fabriquer des fils électriques car c'est le meilleur conducteur de l'électricité après le métal argent.

Il est employé pour produire des conduites d'eau, des chaudières, car il est inaltérable à l'eau.

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.

Les **céramiques industrielles** sont des matériaux **non métalliques et inorganiques**. Ils sont mis en forme par **frittage**.

Ces matériaux possèdent des propriétésintéressantes pour des applications exigeantes : **température de fusion élevée**, grande résistance mécanique, insensibles à la corrosion...



## Activité documentaire: Détecteurs de métaux



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

### **On trouve les détecteurs de métaux :**

- 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 détecter 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 ».

## VI-EVALUATION

### Exercice 1

- a -Donner les caractéristiques d'un métal..
- b-Indiquer la différence entre métal et alliage.
- c- Citer le métal qui résiste très mal à la corrosion dans l'air.
- d- Quels sont les métaux les plus couramment utilisés?
- e- 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 2

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

- A. papier B. plastique
- C. métal

### Exercice 3

quelles sont les propriétés qui s'appliquent aux plastiques ?

- A. très durs et très rigides
- B. Peu robustes, rigides ou souples
- C. conducteurs électriques
- D. isolants électriques E. lourds
- F. légers

### Exercice 4 :

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 5

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 6

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

## CHAITRE II COMBUTION DE CARBONE

### 1-COMBUTION DE CARBONE

#### Expérience

##### Matériel :

- Un morceau de charbon de bois
- De l'eau de chaux
- Un camping- gaz
- Des allumettes ou un briquet
- Un bocal avec son couvercle
- Une capsule de boisson
- Un tube à essai (ou un verre à thé )



##### Manipulation

- Mets un morceau de charbon dans la capsule
- Allume le camping - gaz
- Mets le morceau de charbon sur le camping - gaz
- Recouvre le charbon brûlé avec le bocal et laisse le brûler jusqu' à

extinction.

-Une fois la combustion terminée, ajoute de l'eau de chaux dans le bocal puis secoue le bocal

##### Observation

- Le fusain brûle et diminue de volume
- La combustion du morceau du charbon ne se prolonge pas dans le temps
- Lorsqu'on met de l'eau de chaux dans le bocal après la combustion, on observe que l'eau de chaux se trouble.



##### EXPLOITATION DES RESULTATS

- La combustion cesse lorsque tout le dioxygène a été consommé.
- Si l'eau de chaux se trouble, cela signifie qu'il y a présence de dioxyde de carbone. Ce gaz s'est formé lors de la combustion
- Il y a donc deux matières qui disparaissent (**réactifs**) : le carbone et le dioxygène. Et une matière qui apparaît (**produit**) : le dioxyde de carbone.
- Le carbone brûle : c'est un **combustible**. Le dioxygène fait brûler : c'est un **comburant**.

##### -Réaction chimique :

Cette combustion est une réaction chimique dont le bilan s'écrit :

**Carbone + dioxygène → dioxyde de carbone**

-La flèche va des réactifs qui disparaissent, vers les produits qui apparaissent ; elle se lit « donne ».

-Le signe « + » signifie « réagit avec ».

-Le bilan de cette transformation chimique peut donc s'énoncer :  
« le carbone réagit avec le dioxygène pour donner du dioxyde de carbone ».

### **-Equation-bilan de la réaction**

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

Ou par les symboles :  $C + O_2 \rightarrow CO_2$

-

Institut Pédagogique National

## 2-Essentiel du cours

La combustion est une transformation chimique car des corps disparaissent (carbone et dioxygène) et des nouveaux corps se forment (dioxyde de carbone.).

Les corps qui disparaissent sont les réactifs.

Les corps qui apparaissent sont les produits.

**Equation - bilan de réaction :**

carbone + dioxygène → dioxyde de carbone

On remplace par les formules pour obtenir l'équation de réaction :  $C + O_2 \rightarrow CO_2$

Au cours d'une transformation chimique, les molécules des réactifs disparaissent mais les atomes qui les constituent se conservent et forment de nouvelles molécules : les produits.

Institut Pédagogique Na

## Activité documentaire : Dangers du tabac

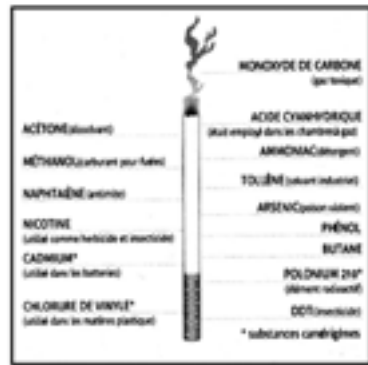
Tout d'abord tu sais que fumer tue et qu'une personne meurt toutes les 8 secondes dans le monde.

Dans la cigarette il y a environ 4000 composés chimiques dont 43 qui sont cancéreux.

**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.



### 3-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 :** 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 3 :** 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 4 :** Ecris le bilan des réactions chimiques qui se produisent quand :

- a)du carbone brûle dans du dioxygène.
- b)du fer brûle dans du dioxygène.

**Exercice 5** Quel est le produit qui se forme quand on fait brûler du carbone de bois dans le dioxygène de l'air ?

**Exercice 6 :** 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 7 :** 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 ).

- a)Quelle est la masse de l'élément oxygène contenue dans 50g de dioxyde de carbone ?
- b)Quelle est la masse de l'élément carbone contenue dans 25g de dioxyde de carbone ?
- c)Quelles est la masse de l'élément carbone et de l'élément oxygène faut il combiner pour obtenir 200g de dioxyde de carbone ?

## CHAPITRE III : PREPARATION D'UNE SOLUTION

### I. Solution

#### Définitions

Une solution est un liquide contenant plusieurs constituants:

Le constituant majoritaire est appelé **solvant**. Si le solvant est l'eau, la solution est appelée **solution aqueuse**. Le (ou les) composé(s) mis en solution est (sont) appelé(s) **soluté(s)**.

Les espèces chimiques constituant le soluté sont dispersées uniformément parmi les molécules de solvant. Ces espèces sont soit des molécules soit des ions.

### 2. Concentration massique

#### Définition

La concentration massique d'un soluté, notée  $C_m$ , représente la masse  $m$  de soluté dissous par litre de solution. L'unité de la concentration massique généralement utilisée est le ( $g.L^{-1}$ ).

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

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

### 3. Préparation d'une solution par dissolution

#### Matériel utilisé

La préparation d'une solution par dissolution nécessite un matériel de chimie adéquat :

-balance – bécher – entonnoir - fiole jaugée de volume souhaité et pipette. **Différentes étapes**

La préparation d'une solution par **dissolution** se fait en 3 étapes comme décrites ci-dessous.



### Etape 1 :

Peser la masse du soluté  
dans un récipient sur  
une balance tarée



### Etape 2 :

Introduire la soluté pesé avec  
un peu d'eau dans une fiole  
jaugée de 100mL.  
Boucher puis agiter.



### Etape 3 :

Compléter au trait de jauge en terminant  
à la pipette simple puis agiter de nouveau

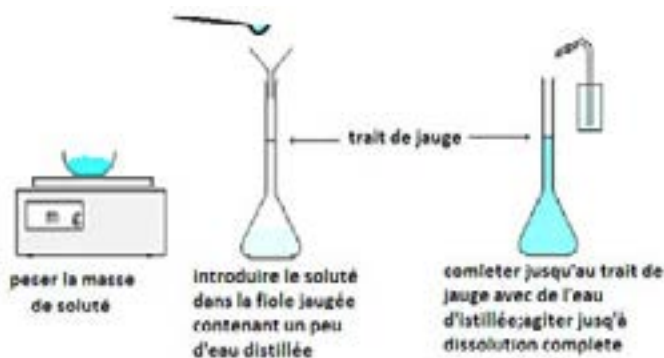


### Remarque

La solution est préparée dans **une fiole jaugée** car celle-ci permet de mesurer un volume de solution **avec précision**

## a-Par mise en solution d'un solide

Pour préparer un volume  $V$  de solution de concentration  $C_m$  par dissolution d'un composé solide, il faut :



- peser la masse  $m$  de soluté au moyen d'une balance. .
- introduire le solide dans une fiole jaugée de volume  $V$  en utilisant un entonnoir.
- rincer le récipient utilisé et l'entonnoir avec une couler dans la fiole jaugée.
- remplir la fiole jaugée environ aux trois quarts avec de l'eau distillée et on agite pour accélérer la dissolution et homogénéiser la solution.- compléter avec de l'eau distillée jusqu'au trait de jauge.
- boucher et agiter pour homogénéiser.

La masse nécessaire : On connaît la concentration  $C_m$  de la solution et son volume  $V$ .

On peut en déduire la masse nécessaire :  $C_m = \frac{m_A}{V} \Rightarrow m_A = C_m \times V$

## Solution saturée

Un soluté n'est soluble qu'un quantité limité il possède une **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, quel que soient les proportions choisies.

Dans cette situation, la saturation n'est pas possible.

## b-Par dilution d'une solution

### Dilution d'une solution :

#### Définition :

**Diluer une solution**, c'est augmenter le volume **du solvant** de la solution sans changer la masse **du soluté**.

La solution que l'on veut diluer est appelée solution **mère**.

Son volume sera noté  $V_m$ ,

sa concentration sera notée  $C_m$ .

Les solutions obtenues à partir de la solution mère seront appelées solutions **filles**.



Leur volume sera noté  $V_f$  et sa concentration sera notée  $C_f$ .

Pour préparer un volume  $V_f$  de solution de concentration  $C_f$  par dilution d'une solution initiale de concentration  $C_m$ , il faut :

- Calculer le volume  $V_m$  de solution initiale à prélever.
- Prélever ce volume à l'aide d'une pipette jaugée munie d'une propipette.
- Introduire ce volume dans une fiole jaugée de volume  $V_f$ .
- Compléter d'eau distillée jusqu'au trait de jauge.

-Boucheret agiter pour homogénéiser.

### Détermination du volume $V_f$ à prélever

La masse de soluté  $m$  contenue dans le volume  $V_m$  est  $m=C_m \times V_m$ .

Cette masse se retrouve dans la solution après dilution.

Cela traduit la conservation de la matière. Il en résulte que  $m = C_f \times V_f$ .

On en déduit la relation suivante (qu'on appellera par la suite formule de dilution

ou équation de conservation de la matière):  $C_m \cdot V_m = C_f \cdot V_f \Rightarrow V_f = \frac{C_m \cdot V_m}{C_f}$

Institut Pédagogique National

## 4-L'essentiel

-Lorsqu'on dissout une espèce chimique, solide, liquide ou gazeuse (minoritaire) appelé **soluté**, dans un liquide (constituant majoritaire) appelé **solvant**, on obtient une **solution**.

Si le **solvant** utilisé est de **l'eau** alors on obtient une **solution aqueuse**.

Une solution est **homogène** si elle a le même aspect partout.

Une solution dans laquelle tout le solide introduit n'est pas dissous est une **solution saturée**.

Une solution peut contenir des ions ou des molécules

-La concentration massique d'un soluté dans une solution est déterminée par la relation suivante :

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

La concentration massique est exprimée en  $g.L^{-1}$

-Pour préparer une solution de concentration massique  $C_m$ , il faut peser la masse  $m$  de soluté nécessaire et le dissoudre dans un volume  $V$  souhaité de solvant à l'aide d'une fiole jaugée.

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

La solubilité est exprimée habituellement en  $g/L$ .

-Lorsqu'une solution est **saturée**, sa concentration massique correspond à la solubilité.

-Pour un solvant donné, **la solubilité dépend de la température**.

On appelle **solubilité d'un soluté la concentration maximale que**

**l'on peut atteindre** avec un solvant donné.

## 5-EVALUATION

### Exercice 1

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 2 :

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 3 :

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 4:

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 5 :

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

### Exercice 6:

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 7:

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 8:** 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, SOLUTIONS BASIQUES ET NEUTRE

### 1) Notion de pH

Le pH d'une solution aqueuse est un nombre sans unité compris entre 0 et 14.

Il permet d'évaluer l'acidité ou la basicité de cette solution.

- Si le pH est compris entre 0 et 7, la solution est acide. Elle est d'autant plus acide que le pH est faible.

- Si le pH est égal à 7, la solution est neutre.

- Si le pH est compris entre 7 et 14, la solution est basique.

Elle est d'autant plus basique que le pH est grand

### 2) Mesure du pH

Le pH peut être mesuré avec du papier-pH

(papier qui change de couleur selon le pH de la solution) ou avec

un pH-mètre (appareil électronique qui donne directement la valeur du pH)



### 3) Effet de dilution sur le pH

Le pH d'une solution acide augmente lorsqu'on la dilue, c'est-à-dire lorsqu'on ajoute de l'eau à cette solution. Le pH reste malgré tout inférieur ou égal à 7.

Le pH d'une solution basique diminue lorsqu'on la dilue, mais reste malgré tout supérieur ou égal à 7.

#### 4) Le pH d'une solution d'acide chlorhydrique HCl

##### Expérience

##### Matériel :

- Acide chlorhydrique
- Eau distillée
- pH- mètre
- Un bêcher



##### - Manipulation

- Verse dans un bécher de l'acide chlorhydrique dilué.
- Plonge la sonde du pH-mètre dans la solution d'acide dilué.
- Lis l'indication donnée par le pH-mètre.



##### Exploitation des résultats :

Le résultat de mesure lu sur le pH-mètre est 2 ,3.

L'acide chlorhydrique dilué a un pH inférieur 7.

Ce qui est caractéristique d'une solution acide.

#### 5) Le pH d'une solution d'hydroxyde de sodium NaOH

##### Expérience

##### Matériel :

- Soude
- Eau distillée
- pH- mètre
- Un bêcher





## Manipulation

- Recommence l'expérience précédente en versant dans le bécher de la soude diluée ;
- lis l'indication donnée par le pH-mètre.

## Exploitation des résultats

Le résultat de mesure lu sur le pH-mètre est 10 ,1.

La solution d'hydroxyde de sodium diluée a un pH supérieur à 7.Ce qui est caractéristique d'une solution basique.



## 6)Le pH d'une solution de chlorure de sodium NaCl

### Expérience

#### Matériel :

- Du sel de cuisine
- Eau distillée
- pH- mètre
- Un bêcher

### Manipulation

- Verse une quantité d'eau distillée dans le bécher
- fait dissoudre une quantité de sel dans l'eau distillée
- Plonge la sonde du pH-mètre dans la solution salée.
- Lis l'indication donnée par le pH-mètre.

### Exploitation des résultats

Le résultat de mesure lu sur le pH-mètre est 7 .

La solution de chlorure de sodium a un pH égal à 7.

Ce qui est caractéristique d'une solution neutre.

## 6-L'essentiel du cours

Le pH est un nombre qui caractérise l'acidité ou la basicité d'une solution aqueuse. Il est estimé avec un papier indicateur de pH

- ou mesuré par un pH- mètre
- Pour les solutions aqueuses, le pH est compris entre 0 et 14 :
- si le pH est inférieur à 7, la solution est acide ;
- si le pH est supérieur à 7, la solution est basique ;
- si le pH est égal à 7, la solution est neutre.
- Quand on dilue une solution acide, son pH augmente.
- Quand on dilue une solution basique, son pH diminue

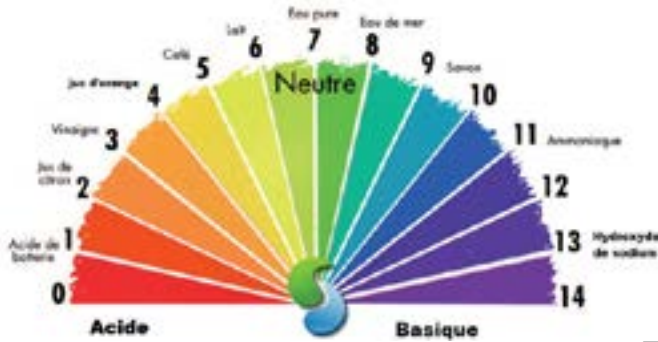
Institut Pédagogique

## Activité documentaire :Le pH dans notre alimentation

Un pH de 1 est très très acide (acide chlorhydrique par exemple)  
et un pH de 14 est très très basique comme la soude.

Entre les deux, le «neutre» est à 7.

Quelques petits exemples de pH ci-dessous:



Institut Pédagogique National

## 8-EVALUATION

### Exercice 1

Dans chacune des propositions suivantes, choisis la bonne réponse.

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

C'est une solution acide/basique.

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

C'est une solution acide/basique.

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

### Exercice 2

| 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 ?

### Exercice 3

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 4

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 5 :

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

a.Ce savon est il acide ou basique ?

b.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 6 :

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 |

a.Quelle information donne le pH d'une solution.

b.Classe ces liquides du plus acide au plus basique

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

d. Un verre de jus de tomate contient-il plus ou moins d'ions qu'un verre contenant le même volume de jus de citron.

Justifie ta réponse.

### Exercice 7

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

1. Comment modifier ce goût acide en faisant varier le pH ?

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

### Exercice 8

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,

a. 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 9

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

3. Comment modifier ce goût acide en faisant varier le pH ?

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

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

c. 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 10 :

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

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

3. Cette solution contient des ions nitrates

Quelle est la formule d'une solution d'acide nitrique ?

# CHAPITRE V : POIDS ET MASSE

## -1 LA MASSE

La masse d'un objet, notée **m**, représente la quantité de matière qui le constitue. La masse se mesure avec la **balance** et s'exprime en **kilogramme(kg)**. Cette quantité de matière ne dépend pas du lieu où l'on se trouve.



## 2-Le volume

### Définition :

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

Symbole : V

**L'unité légale de volume** (c'est-à-dire celle utilisée par les physiciens dans leur formule) est le **mètre cube** de symbole  $(m^3)$ .

On pourra également utiliser ces sous-multiples.

Il est souvent plus pratique d'utiliser l'unité litre de symbole L et ces multiples et sous-multiples.

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 :  $1L = 1dm^3$                        $1cm^3 = 1mL$

Mesures des volumes

**a-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**.



### b-Volume d'un solide :

**-Cas d'un solide de forme simple (régulier)** : On peut calculer le volume par une méthode mathématique.

**Exemples-Cube** :  $V_{\text{cube}} = \text{côté} \times \text{côté} \times \text{côté} = a.a.a$



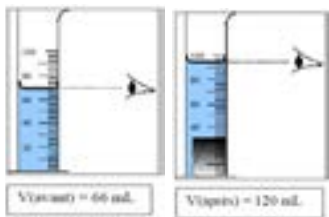
**-Parallélepipederectangle :  $V = \text{Longueur} \cdot \text{largeur} \cdot \text{hauteur} = L \cdot l \cdot h$**



**-Cas d'un solide de forme quelconque :** Pour mesurer le volume d'un solide (divisé ou non), 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 une soustraction entre les deux valeurs, le résultat donne le volume du solide

**Exemple :**



Différence entre les deux :  $54 = 174 - 120$ , le solide a un volume de 54 mL.

### **3-La masse volumique**

C'est la masse occupée par 1 m<sup>3</sup> 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 :  $\rho = \frac{m}{V}$  ,  $m$  : en Kg ,  $V$  : en m<sup>3</sup>  $\rho$  : en kg / m<sup>3</sup>

La masse volumique peut être exprimée dans d'autres unités : en g.L<sup>-1</sup> ou en g.cm<sup>-3</sup> :

#### **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** » dans de l'eau ont une masse volumique **plus petite** que celle de l'eau.

### **4. La 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 est **l'eau pure** à 4 °C.
- Dans le cas de **gaz** ou de **vapeur**, le corps de référence gazeux 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)

$$d = \frac{\rho_{\text{corps (S.L)}}}{\rho_{\text{Eau}}} \quad \rho_{\text{corps (S.L)}} \text{ et } \rho_{\text{(Eau)}} \text{ sont exprimées } \text{Kg.m}^{-3}$$

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

### 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** » dans de l'eau ont une densité **plus petite que 1**.

## 5. Détermination de la masse d'un échantillon d'une espèce chimique

### a. A partir de la masse volumique

La masse d'un échantillon d'une espèce chimique est facile à déterminer à partir de sa masse volumique  $\rho$  et de son volume  $V$  selon la relation suivante :

$$m = \rho_{\text{espece}} \times V \quad m : \text{en Kg}, V : \text{en m}^{-3}, \rho_{\text{espece}} : \text{en Kg.m}^{-3}$$

### b. A partir de la densité

De la même façon, on peut déterminer la masse d'un échantillon à partir de la relation suivante :

$$m = \rho_{\text{eau}} \times d \times V \quad m : \text{en Kg}, d : \text{sans unité}, V : \text{en m}^{-3}, \rho_{\text{eau}} : \text{en Kg.m}^{-3}$$

## 6. LE POIDS

### a-Mise en évidence



Les branches d'un palmier chargé de dattes se plient toujours vers lebas. Le mouvement des dattes qui se détachent d'une branche se fait toujours vers le sol.

Donc :il y a une force qui s'exerce sur les branches et les dattes qui se détachent C'est l'attraction terrestre



## Définition

On appelle **poids** d'un objet  
**la force d'attraction exercée**  
**par la terre sur cet objet.**  
**Il s'agit d'une force a distance.**



Notation symbolique :  $\vec{P} = \vec{F}(\text{Terre} \rightarrow \text{objet})$

Le poids s'exprime en **Newton** que l'on note N.

Il se mesure à l'aide d'un **dynamomètre.**

## b-CARACTERISTIQUES DU POIDS

### b- -1Direction et sens

#### Expériences

##### MATÉRIEL:

- Un fil
- Un support
- Une masse marquée cylindrique munie d'un crochet
- Un morceau de craie



##### MANIPULATION:

- Suspend la masse marquée au fil accroché au support.

L'ensemble constitue un fil à plomb matérialisant la verticale du lieu.

- Place un morceau de craie en dessous de cette masse dans le prolongement de la droite matérialisée par le fil (Fig.a).



Fig (a)



Fig (b)



Fig (c)

- Soulève le corps en tirant sur l'extrémité libre du fil sans changer le point de suspension - brûle le fil (fig.b et c).

##### EXPLOITATION DES RÉSULTATS:

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

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

### b -2-POINT D APPLICATION

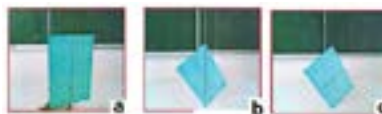
##### MATÉRIEL:

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



##### -MANIPULATION:

- Suspend le carton par l'intermédiaire du fil
- Trace sur celui-ci une droite dans le prolongement du fil
- Recommence en suspendant le carton en d'autres points (Fig a, b et c)



## EXPLOITATION DES RÉSULTATS:

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

Le point d'application du poids d'un objet est le centre de gravité de cet objet

## C-RELATION ENTRE LE POIDS ET LA MASSE

### Expériences

#### MATERIEL

- Un dynamomètre
- une boîte de masse marquée
- Un support



#### MANIPULATION

-Mesure le poids P de différentes masses m puis calcule le rapport :

**-Complete le tableau suivant**

|               |     |     |     |     |     |
|---------------|-----|-----|-----|-----|-----|
| m(Kg)         | 0,1 | 0,2 | 0,3 | 0,4 | 0,5 |
| P(N)          | 1   | 2   | 3   | 4   | 5   |
| $\frac{P}{m}$ |     |     |     |     |     |

#### EXPLOITATION DES RESULTATS

|               |     |     |     |     |     |
|---------------|-----|-----|-----|-----|-----|
| M(Kg)         | 0,1 | 0,2 | 0,3 | 0,4 | 0,5 |
| P(N)          | 1   | 2   | 3   | 4   | 5   |
| $\frac{P}{m}$ | 10  | 10  | 10  | 10  | 10  |

Nous remarquons que

-Le rapport  $\frac{P}{m} = Const$

- La représentation graphique du poids P en fonction de la masse m est une droite passant par l'origine.

Ces observations sont équivalentes et mènent à la conclusion suivante :

Le poids P d'un corps est directement proportionnel à la masse m du corps.

La constante de proportionnalité est appelée **intensité de la pesanteur**.

Elle est notée avec le symbole g et dépend du lieu où on se trouve.



On peut donc écrire  $\frac{P}{m} = g$  ou encore : Formule :  $P = m.g$

## 6-REPRESENTATION 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 et dont la longueur est proportionnelle à la valeur du poids.

**Exemple :**  $P = 2N$  échelle;  $1N \rightarrow 2,5cm$



Institut Pédagogique National

## 7-ESSENTIEL

L'action d'attraction exercée par la terre sur un corps est appelée poids du corps, le poids d'un objet est caractérisé par:

- Une direction qui est la verticale du lieu, matérialisée par le fil à plomb.
- Un sens orienté vers le bas.
- Un point d'application noté G appelé centre de gravité.
- Une valeur ou intensité notée P.

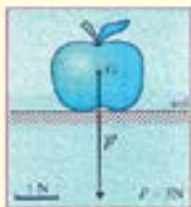
Elle se mesure avec un dynamomètre et s'exprime en newtons (N).

En un lieu donné le poids d'un corps (P) est proportionnel à sa masse (m):  $P = m \cdot g$

Le coefficient g s'appelle intensité de pesanteur et dépend du lieu où l'on se trouve.

Elle s'exprime en newton par kilogramme (N/Kg) .

Le poids se représente par un vecteur ( Voir figure ) aux caractéristiques suivantes:



- Son origine est le centre de gravité G de l'objet.
- Sa direction est verticale.
- Son sens est vers le bas.
- Sa longueur est proportionnelle à son intensité/valeur)

Deux relations importantes sont à retenir :

**La masse volumique d'une espèce chimique** est égale au rapport entre sa masse

et le volume qu'elle occupe :  $\rho_{\text{espece}} = \frac{m}{V}$

**La densité d'une espèce chimique** est le rapport entre la masse volumique de

l'espèce chimique considérée et celle du corps de référence :  $d = \frac{\rho_{\text{espece}}}{\rho_{\text{Reference}}}$

A partir de la masse volumique ou de la densité d'une espèce chimique, il est facile de déterminer la masse d'un échantillon connaissant le volume utilisé.

### **Activité documentaire : Invariance de la masse et variation du poids**

Au départ, la notion de masse vise à caractériser la « quantité de matière » contenue dans un objet physique.

Cette grandeur se révèle d'abord à nos sens par l'intermédiaire du poids de l'objet : la force de pesanteur qu'exerce la Terre est de toute évidence d'autant plus grande que l'objet contient plus de matière.

La pratique courante tend ainsi à assimiler masse et poids, à mesurer la première par le second.

Cependant, une étude plus attentive révèle que le poids d'un objet (la force de pesanteur qui s'exerce sur lui) n'est pas constant à la surface de la Terre et varie avec la latitude et l'altitude.

La masse, par contre, pour pouvoir caractériser la quantité de matière de l'objet considéré en tant que tel, doit lui être intrinsèque et ne pas dépendre des conditions extérieures.

Or, si le poids d'un objet varie de place en place, on constate que le rapport des poids de deux objets donnés est indépendant du lieu et des autres conditions extérieures. On est donc amené à définir le rapport des masses  $m_1$  et  $m_2$  de deux objets comme égal au rapport constant de leurs poids  $P_1$  et  $P_2$ .

## 8-EVALUATION

### Exercice1

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.....

### Exercice2

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

### Exercice3

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:

Cocher 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

### Exercice5

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 kg/m<sup>3</sup> de chaque partie ?

### Exercice6

Quelles sont les caractéristiques du vecteur poids?

### Exercice7

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

a.  $P = m/g$             b.  $P = g/m$             c.  $P = m \cdot g$

g étant la valeur de la pesanteur terrestre.

### Exercice8

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.



### Exercice9

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.

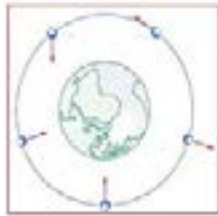
Donne l'expression correcte s'il s'agit de la masse de la boîte.

### Exercice10

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 11

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          |

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

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

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

c. Détermine, à l'aide du graphique( au dixième près),

la valeur de l'intensité de la pesanteur terrestre.

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

## 1-Condition d'équilibre :

### Expérience

#### Matériel

- Un anneau très léger
- deux dynamomètres
- Deux supports
- Deux noix

#### Manipulation



#### Attache l'anneau aux deux dynamomètres

#### Suffisamment tendus (voir photo)

#### Exploitation des résultats

-Si les deux dynamomètres sont suffisamment tendus, le poids de l'eau devient négligeable devant les forces exercées par les dynamomètres.



-L'étude expérimentale montre que lorsque

l'eau est en équilibre ; les 2 forces  $F_1$  et  $F_2$ , exercées par les dynamomètres tendus, ont nécessairement :

- Un même support (ou même droite d'action).
- Des sens opposés.
- Une même intensité, soit :

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





## 2-L'essentiel du cours

Un corps soumis à deux forces  $\vec{F}_1$  et  $\vec{F}_2$  est un équilibre si  $\vec{F}_1$  et  $\vec{F}_2$  sont :

- même direction
- des sens contraires
- de même intensité  $\vec{F}_1 + \vec{F}_2 = \vec{O}$

Institut Pédagogique National

### 3-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'égalé ..... 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

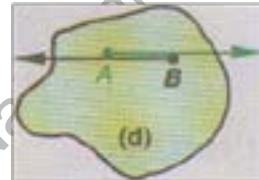
la somme des forces appliquées est représentable par un vecteur nul.

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 D1 indique 3N,le dynamomètre D6 2N.

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



#### Exercice 5

Un solide de masse négligeable est soumis à l'action  
de deux dynamomètres  $D_1$  et  $D_2$ .

$D_1$  indique 5N et  $D_6$  2N 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

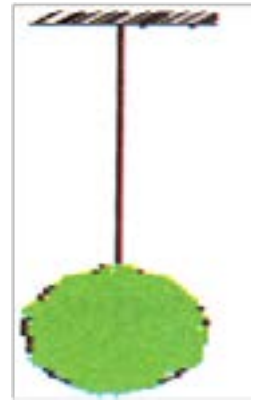
est - il négligeable ? pourquoi ?



### Exercice 7 :

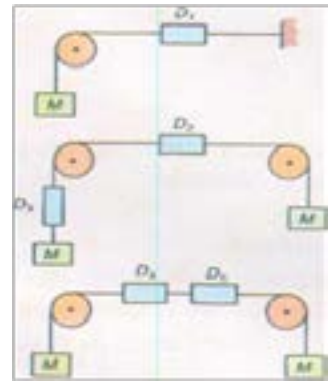
Une boule de pâte à modeler est reliée à un fil fixé au plafond de la salle de classe. La boule a pour masse 25g.

- quel est le poids de la boule (on prendra  $g = 10 \text{ N/Kg}$ ).
- Quel est l'autre force qui maintient la boule au bout du fil.
- Représente ces deux forces à l'échelle :



### 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  $g = 10 \text{ N/Kg}$ , quelles sont les indications données par ces dynamomètres



# CHAPITRE VII : RESISTANCE ELECTRIQUE

## 1-Définitions :

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

Elle est notée R. et de symbole :



- L'unité de la résistance électrique est le ohm de symbole
- L'appareil de mesure de la résistance électrique est l'ohmmètre.
- Pour mesurer la résistance d'un composant électrique, on branche les deux bornes de l'ohmmètre aux deux bornes du dipôle et on lit le résultat de la mesure.

## 2- Influence de la résistance dans un circuit.

### Expériences

#### Matériel

Un générateur

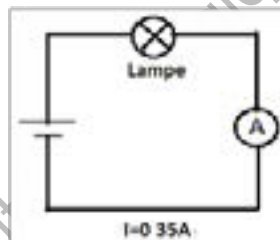
Une lampe

Une pile

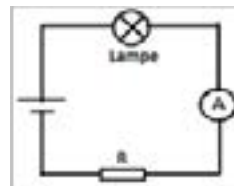
Une résistance R

#### Manipulation

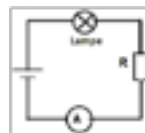
a. Réalisez le montage ci-dessous puis notez la valeur de l'intensité donnée par l'ampèremètre:  $I_{0,35} = 1A$ .



b. Ajoutez en série au montage présent la résistance R puis notez la valeur donnée par l'ampèremètre :  $I_2 = 0,22 A$ .



c. Changez la position de la résistance dans le montage précédant et notez la valeur donnée par l'ampèremètre  $I_{0,22} = 3A$



### EXPLOITATION DES RESULTATS

Une résistance électrique provoque une diminution de l'intensité du courant électrique. La place qu'occupe une résistance électrique dans un circuit série n'a pas d'importance.

-

### 3 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)

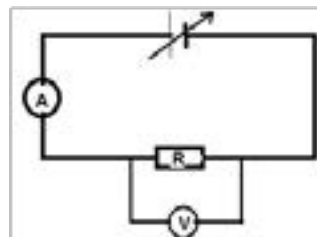
Générateur

##### Manipulation

Réalisons le circuit schématisé ci-contre.

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 aux bornes de la résistance, relevons sa valeur ainsi que l'intensité du courant qui la traverse.



|                   |   |      |      |      |      |      |      |      |
|-------------------|---|------|------|------|------|------|------|------|
| $U_R$ (en volt)   | 0 | 2    | 4    | 6    | 8    | 10   | 12   | 14   |
| $I_R$ (en ampère) | 0 | 0,02 | 0,04 | 0,06 | 0,08 | 0,10 | 0,12 | 0,14 |
| $U_R/I_R$         | 0 | 100  | 100  | 100  | 100  | 100  | 100  | 100  |

#### EXPLOITATION DES RESULTATS

On trace le graphique représentant la tension  $U_R$  (en ordonnée) en fonction de l'intensité  $I_R$  (en abscisse).

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. (100  $\Omega$ ) On remarque que

$$U = 100 \times I = R \times I$$

Calcul du coefficient de proportionnalité  $R$  :  $R = 100 \Omega$

#### Loi d'Ohm

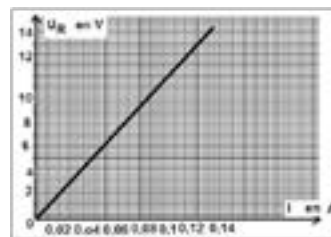
On remarque une relation de proportionnalité entre la tension  $U$  aux bornes d'une résistance et l'intensité  $I$  du courant qui la traverse.

On remarque la relation suivante :  $U = R \cdot I$  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.



#### 4-L'essentiel du cours

- L'introduction d'une résistance dans un circuit en série diminue l'intensité du courant.
- L'intensité du courant est d'autant plus faible que la résistance du circuit a une valeur élevé.
- Loi d'ohm :la tension aux bornes d'un dipôle ohmique est égale au produit de la résistance  $R$  par l'intensité  $I$  du courant qui le traverse :  $U = R.I$   
ou  $U$  :en volt ( $V$ ) ;  $I$  :en Ampère ( $A$ ) ;  $R$  :en ohm ( $\Omega$ )

Institut Pédagogique National

## 5-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 1' \_\_\_\_\_ 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.....

$$1,8\text{- k}\Omega = \quad \Omega$$

$$0,03\text{- K}\Omega = \dots\dots\dots \Omega$$

$$226\text{- }\Omega = \dots\dots\dots \text{k}\Omega$$

$$\text{- } 2\text{M}\Omega = \dots\dots\dots \Omega$$

### 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 Sid'Ahmed et celui de Nouna.

b- Dans le circuit de Nouna, l'ampèremètre peut-il indiquer 85 mA ou 300 mA ?

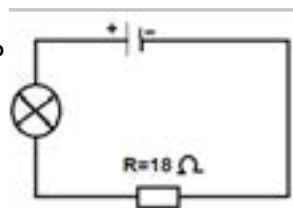
Dans quel circuit la lampe éclairera- t-elle le plus ?

### Exercice 4

Sidi réalise le circuit ci-contre : a- Quels dipôles a-t-il utilisé ?

b- Il remplace la résistance de 18 par une résistance de 33 .

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

### Exercice6

Parmi ce lot de composants électroniques, combien comptes-tu de résistances ?

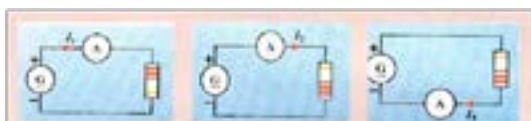
Trois élèves réalisent un montage comprenant, en série,

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 I1 de 27 mA.

Les valeurs de I2 et I3 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.

1. Fais le schéma du montage.

2. 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).

1. Compare les résistances de ces deux ampoules quand chacune d'elle fonctionne dans ses conditions normales.

2. Les deux ampoules sont montées en série avec une pile de 4,5 V.

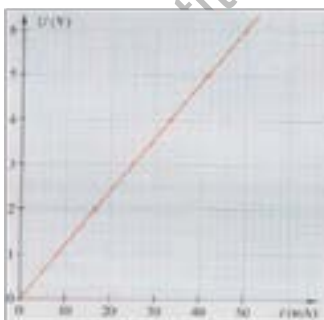
Laquelle brillera le plus ?

### Exercice 10

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.





# CHAPITRE VIII : PUISSANCE ET ENERGIE ELECTRIQUE

## 1-La puissance électrique

### Définition

La puissance électrique est l'énergie échangée (donnée ou reçue) par un corps pendant une seconde.

### Notation de la puissance

La puissance se note avec la lettre P.

### Unité de la puissance

L'unité de la puissance est le watt de symbole W.

Le nom de cette unité a été choisi en l'honneur du physicien James WATT.

Il est également possible d'utiliser toutes les unités dérivées du watt comme le milliwatt, centiwatt, deciwatt...etc

Parmi ces unités dérivées les plus utilisées en pratique sont :

- Le milliwatt : 1 watt = 1000 mW
- Le kilowatt: 1 kW = 1000 W
- Le megawatt: 1 MW = 1000 000 W
- Le gigawatt: 1 GW = 1000 000 000 W

### La puissance nominale

Sur tout appareil électrique on trouve une plaque signalétique portant différentes informations :

- 220V AC : C'est la tension nominale d'alimentation. (Pour fonctionner correctement cet appareil doit être alimenté avec une tension alternative de valeur efficace 220V)
- 50 Hz : C'est la fréquence que doit avoir la tension d'alimentation.
- 100 W : C'est la puissance nominale de cet appareil.

### Définition

**La puissance nominale d'un appareil est la puissance électrique qu'il reçoit lorsqu'il est soumis à sa tension nominale** (c'est à dire sa tension normale d'alimentation)

La puissance nominale correspond à la puissance électrique que doit recevoir un récepteur pour fonctionner dans des conditions normales.

La puissance nominale est le critère qui permet de comparer les performances des dipôles ou des appareils électriques.

### Exemple

- Un aspirateur de 2000 W possède une meilleure aspiration qu'un aspirateur de 1300 W
- Un four micro ondes de 600 W chauffe moins vite les aliments qu'un four micro ondes de 1000 W.

### Relation entre tension, intensité et puissance

La puissance électrique (P) reçue par un dipôle dépend de la tension (U) et de l'intensité (I) :  $P = U \times I$

Dans cette relation P s'exprime en watt, U en volt et I en ampère.

## 2- L'énergie électrique

L'énergie électrique  $E$  consommée par un appareil électrique fonctionnant avec une puissance  $P$  pendant une durée  $t$  peut s'exprimer par la relation :  $E = P \cdot t = U \cdot I \cdot t$

Pour que cette relation soit vérifiée il est possible d'utiliser plusieurs combinaisons d'unités :

- si la puissance est en watt et le temps en seconde alors l'énergie s'exprime en joule.
- si la puissance est en watt et le temps en heure alors l'énergie s'exprime en watt heure.
- si la puissance est en kilowatt et le temps en heure alors l'énergie s'exprime en kilowatt heure.

### Application

Une ampoule de phare de voiture absorbe une puissance de 55 W et est alimentée en 12 V.

Calculer le courant qui circule dans l'ampoule et l'énergie absorbée pendant 4 heures de fonctionnement. Correction

**Nous avons :**

$U = 12$  volts,

$P = 55$  Watts.

**Nous utilisons la formule  $I = P/U$ . Calcul de  $I$  :**

$I = 12/55$

$I = 4,58$  A.

**Calcul de  $E$  en Joules :**

$W = 3600 \times 4 \times 55$

$W = 792000$  J.

-

### 3-Essentiel du cours

**La puissance nominale** est la puissance consommée par l'appareil lorsque la tension à ses bornes est égale à sa tension nominale.

La **puissance électrique de symbole P** est une grandeur qui se mesure **en watt (W)**.

Elle renseigne sur le fonctionnement d'un appareil .

La puissance électrique (P) reçue par un dipôle est donnée par :

$$P = U \times I$$

**P : en watt (W)**

**U : en volt(V)**

**I :en ampère (A).**

L'énergie électrique E consommée par un appareil électrique fonctionnant avec une puissance P pendant une durée t peut s'exprimer par le relation :

$$E = P \cdot t = U \cdot I \cdot t \quad \text{ou} \quad t : \text{en seconde(s)}$$

L'unité légale d'énergie est le joule (J).

On utilise également le wattheure (Wh) et le kilowattheure (kWh), unités pratiques. 1Wh = 3,6 kJ 1kWh = 3,6 MJ

## Activité documentaire : Lecture de la facture d'électricité

### Simulation de facture

FACTURE POUR : Domestique

| Nombre de jours : 60   |                  |            | Puissance : 06 |         |          |
|------------------------|------------------|------------|----------------|---------|----------|
| Éléments de la facture | Consommation KWh | Tarif /KWh | Mt.Bruts       | Mt.Taxe | Mt.TTC   |
| Élect. Tarif           | 78               | 59.03      | 4604           | 645     | 5249     |
| Prime fixe             |                  | 1651       | 3301           | 462     | 3764     |
| Redevance              |                  | 300        | 600            | 84      | 684      |
| Éclairage pub          | 78               | 0.72       | 56             | 8       | 64       |
| Exonération            | 156              |            |                |         | -1289.22 |
| <b>NET A PAYER</b>     |                  |            | 8562           | 1199    | 8471     |

## 4-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-  $P = U \cdot \underline{\quad}$

b-  $I = \underline{\quad} / \underline{\quad}$

c-  $U = \underline{\quad} / \underline{\quad}$

d-  $E = \underline{\quad} \cdot \Delta t$

e-  $E = U \cdot \underline{\quad} \cdot \Delta t$

f-  $\Delta t = \underline{\quad} / P$

### 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 1kWh = \_\_\_ 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 V – 50Hz – 1100 W est en fonctionnement normale. Ahmed dit : « il est traversé par un courant de 5 A » ; Sidi dit : « il est traversé par plus de 5A » ;

Ali dit : « il est traversé par moins de 5A ».

Qui a raison ? Justifie ta réponse.

### Exercice 6

Au cours d'un orage, la foudre éclate entre un nuage et le sol.

Un courant électrique d'une intensité moyenne de 15000

A circule sous une tension de 20 MV pendant une durée de 1 ms.

- a- Quelle la puissance mise en jeu ?
- b- Quelle est l'énergie correspondante ?

### **Exercice 7**

Un radiateur électrique a pour puissance nominale 3,5kW.

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 3h 25 min ?

### **Exercice 8**

L'éclairage d'une pièce comporte quatre ampoules de puissance 75 W alimenté par le secteur 220V.

- a- Comment sont-elles montées ?
- b- Quelle intensité traverse chacune d'elles ?
- c- Quelle intensité traverse la ligne qui alimente la pièce ?

### **Exercice 9**

L'éclairage d'un bâtiment scolaire comporte les lampes suivantes toutes alimentées par le secteur 220 V : 12 lampes de 60 W, 15 lampes de 75 W, 8 lampes de 100W.

- 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 A – 10 A – 16 A.

### **Exercice 10**

Une ménagère repasse la même quantité de linge en 2h 15min avec un fer à repasser de puissance 1000 W et en 1h 40 min avec un fer à repasser de puissance 1,5kW.

Dans quel cas la dépense d'énergie électrique a-t-elle été la plus faible ?

### **Exercice 11**

-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 ?

# CHAPITRE IX : REFLEXION ET RAFFRACTION DE LA LUMIERE

## 1-1 REFLEXION DE LA LUMIERE

### a. Mise en évidence de la réflexion

#### Expériences

##### MATERIEL:

- Une lampe torche
- Une feuille blanche
- Un miroir ou une plaquette métallique bien polie (brillante)
- Une table

##### -MANIPULATION:

-Dirige la lumière de la torche vers la feuille blanche posée à plat sur la table près d'un mur.

Qu'observes-tu?

Remplace la feuille par le miroir.

Qu'observes-tu?

##### EXPLOITATION DES RESULTATS:

**Première observation :** La lumière est envoyée dans toutes les directions : on dit que la lumière est diffusée.  
**Deuxième observation :** La lumière est envoyée dans une direction particulière : on dit que la lumière est réfléchie.  
On parle de réflexion lorsqu'un rayon lumineux change brutalement de direction tout en restant dans le même milieu de propagation.



## 2. Lois de la réflexion

### a-Première loi de Descartes

#### Expériences

##### MATERIEL:

- Une lampe torche (à laser par exemple)
- Une feuille de carton
- Un miroir ou une plaquette métallique bien polie (brillante)

##### MANIPULATION:

- Place verticalement sur le miroir une feuille de carton (20X30cm),
- Dirige la lumière de la lampe torche vers le miroir, de manière à voir la trace du faisceau incident (lumière incidente) (Fig.).
- Qu'observes-tu sur le carton?
- Définis la normale et le point d'incidence .



## EXPLOITATION DES RESULTATS

### L'expérience montre que :

Le rayon incident, le rayon réfléchi et la normale à la surface sont dans le même plan appelé plan d'incidence.

-La **normale** est la droite perpendiculaire à la surface de séparation (dioptré) des milieux (IN) et passant par le point d'incidence

Le point d'incidence est le point de la surface de séparation des milieux atteint par le rayon incident

**Un dioptré plan** est la surface plane qui sépare deux milieux transparents, homogènes d'indices différents.

- On appelle plan d'incidence, le plan formé par le rayon incident et la normale au dioptré.

-On appelle plan de réflexion, le plan formé par le rayon réfléchi et la normale au dioptré.

### b-Deuxième loi de Descartes

#### Experiences

##### MATERIEL

- Une lampe torche
- Un peigne
- Une feuille blanche
- Un petit miroir plan
- Un cayan
- Un rapporteur

##### MANIPULATION

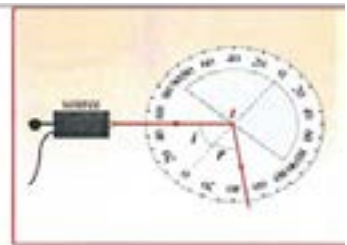
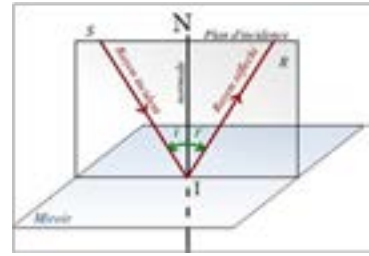
Place les extrémités des dents d'un peigne sur la feuille blanche posée à plat sur la table.

-Pose la lampe torche sur la table et oriente

-la pour obtenir des faisceaux étroits bien nets.

-Intercepte ces rayons par le miroir placé verticalement.

-Avec un crayon repère un trait la trace du miroir, le trajet d'un rayon incident, son point d'incidence et le rayon réfléchi.

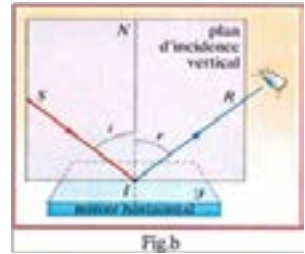




## EXPLOITATION DES RÉSULTATS:

**Les angles d'incidence et de réflexion sont égaux  $i = r$**

- On nomme angle d'incidence, noté  $i$ , l'angle formé par la normale et le rayon incident.
- On nomme angle de réflexion, noté  $r$ , l'angle formé par la normale et le rayon réfléchi.



## C- La réfraction

**Mise en évidence de la réfraction**

### Expériences

**-Matériel :**

- Torche à laser
- Une cuve aux parois transparentes
- de l'eau



### Manipulation

- Remplis aux trois quarts la cuve d'eau.
- Dirige le faisceau laser obliquement vers la surface de l'eau contenue dans la cuve. Que constates-tu ?

### Exploitation des résultats :

**Nous constatons que:** Une partie de la lumière pénètre dans le liquide et change de direction à la surface de séparation des deux milieux (air-eau) : c'est le phénomène de réfraction.



## 2 - Les lois de la réfraction :

**a- Première loi de Descartes :**

### Expériences

**Matériel :**

- Une source de lumière (torche à laser par exemple).
- Une cuve à parois transparente remplie d'eau.

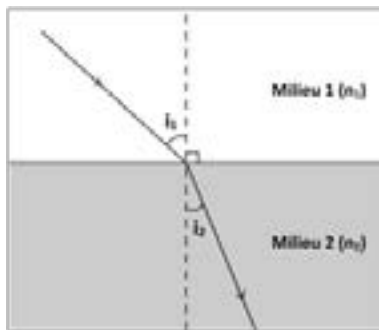
### Manipulation

- Dirige le rayon lumineux obliquement vers la surface de l'eau. Qu'observes-tu ?

Compare les plans auxquels appartiennent les rayons incident et réfracté.



## Exploitation des résultats :



- La refraction est la déviation de la lumière lorsque celle-ci change de milieu.
- Le rayon incident, la normale et le rayon réfracté sont dans le même plan
- L'angle d'incidence  $i_1$  est l'angle entre le rayon incident et la normale-L'angle de réfraction  $i_2$  est l'angle entre le rayon réfracté et la normale.

### b- Deuxième loi de Descartes :

#### Matériel

- Demi- cylindre de verre monté sur un disque gradué qui peut tourner autour de son axe.
- Une source de lumière (torche de laser par exemple).

#### Manipulation

- Eclairer la surface plane du demi cylindre.
- Varie l'angle d'incidence  $i_1$  sur la surface de séparation plane en tournant le disque.
- Note les valeurs correspondantes de  $i_2$  (angle de réfraction).
- Complète le tableau suivant.



|                 |    |    |    |    |    |
|-----------------|----|----|----|----|----|
| $i_1(^{\circ})$ | 10 | 20 | 30 | 40 | 50 |
| $i_2(^{\circ})$ |    |    |    |    |    |
| Sin $i_1$       |    |    |    |    |    |
| Sin $i_2$       |    |    |    |    |    |

- Trace la courbe  $\sin i_1 = f(\sin i_2)$ .
- Que constates – tu ?.

### EXPLOITATION DES RESULTATS

|                 |       |       |       |       |       |
|-----------------|-------|-------|-------|-------|-------|
| $i_1(^{\circ})$ | 10    | 20    | 30    | 40    | 50    |
| $i_2(^{\circ})$ | 6.5   | 13    | 19    | 25    | 30.5  |
| Sin $i_1$       | 0.174 | 0.342 | 0.5   | 0.643 | 0.766 |
| Sin $i_2$       | 0.113 | 0.225 | 0.326 | 0.423 | 0.507 |

La représentation de  $\sin i_1 = f(\sin i_2)$  est une droite d'équation :  $\sin i_1 = a \sin i_2$

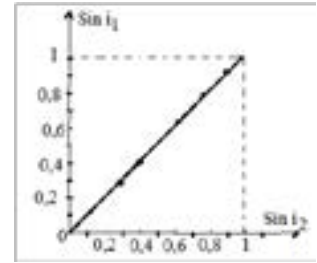
Si  $n_1 \sin i_1 = n_2 \sin i_2$  alors  $\sin i_1 = (n_2/n_1) \sin i_2$ ,

le coefficient directeur  $a$  de la droite est donc  $a = n_2/n_1$ .

La loi de DESCARTES de réflexion est bien vérifiée.

Lorsqu'un rayon lumineux passe d'un milieu 1 d'indice de réfraction  $n_1$  à un milieu 2 d'indice de réfraction  $n_2$  alors le rayon incident et le rayon réfracté appartiennent au même plan et la relation entre l'angle d'incidence  $i_1$  et l'angle d'incidence  $i_2$  est

donnée par la relation:  $n_1 \times \sin(i_1) = n_2 \times \sin(i_2)$



## Conséquences :

### a) Sens de variation de l'angle de réfraction

La deuxième loi donne :  $\sin i_1 = \frac{n_1}{n_2} \sin i_2$

D'après cette relation, lorsque l'angle d'incidence  $i_1$  croît, l'angle de réfraction  $i_2$  aussi. Incidence rasante et angle limite de réfraction

Nous considérons le passage de la lumière de l'air vers le plexiglas, 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 :

$$d = \frac{\rho_{\text{espece}}}{\rho_{\text{Reference}}} \text{ donc } \sin i_2 < \sin i_1$$

Et comme les angles sont compris entre  $0^\circ$  et  $90^\circ$  :  $d = \frac{\rho_{\text{espece}}}{\rho_{\text{Reference}}}$

C'est à dire que le rayon lumineux, en se réfractant, se rapproche de la normale.

Lorsque l'incidence est rasante, l'angle d'incidence est maximum et vaut  $90^\circ$ , tandis que l'angle de réfraction est maximum mais n'atteint pas  $90^\circ$ . L'angle limite de

réfraction  $i_{2\text{max}}$  vérifie la relation :  $\sin i_{1\text{max}} = \frac{n_1}{n_2} \sin 90^\circ = \frac{n_1}{n_2}$

## Réflexion totale

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, 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  $i_{1\text{lim}}$  vérifie alors la relation :

$$\sin i_{1\text{max}} = \frac{n_2}{n_1} \sin 90^\circ = \frac{n_2}{n_1}$$

Il est égal à l'angle de réfraction limite, car les deux indices ont échangé leur rôle. Par exemple, dans le cas du dioptré plexiglas/air :

$$\sin i_{1\text{max}} = \frac{n_{\text{air}}}{n_{\text{plexiglas}}} = \frac{1}{1,48}$$

$$i_{1\text{max}} = 42,5^\circ$$

Lorsque l'angle d'incidence varie de  $0^\circ$  à  $i_{1\text{lim}}$ , on observe à la fois un rayon réfléchi et un rayon réfracté. Quand l'angle d'incidence varie de  $i_{1\text{lim}}$  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.

### 3. Image donnée par un miroir plan

#### Expériences

##### MATERIEL

- Deux bougies identiques, une vitre
- Une feuille blanche
- Un cal

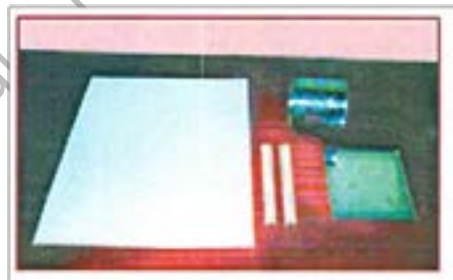
##### MANIPULATION:

- Pose la feuille blanche à plat sur la table.
- Maintiens la vitre perpendiculairement à la table par la cale.

Place l'une des bougies (A) devant la vitre.

Place l'autre bougie (B) de manière à la faire coïncider avec l'image de (A).

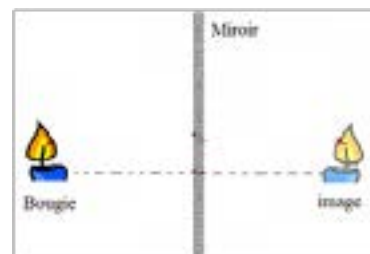
Allume la bougie (A) Que remarques-tu?



#### EXPLOITATION DES RÉSULTATS

En optique, un miroir plan (M) se schématise par un segment qui représente la face réfléchissante du miroir, vue de profil.

La face cachée du miroir est représentée par des hachures.



L'imagedu bougie est située derrière la vitre-miroir, à une distance égale à celle qui sépare le bougie de la vitre-miroir.

Elle n'est pas collée contre le miroir, ni « dans » le miroir.

La bougie est un **objet réel** pour le miroir.

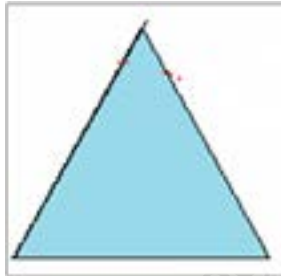
**Son image est virtuelle** car elle ne peut pas apparaître sur un écran.

#### 4-La décomposition de la lumière

La décomposition de la lumière blanche peut être obtenue en utilisant un prisme ou un réseau:

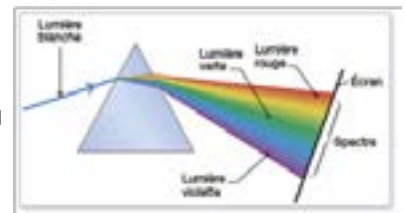
-**Le réseau** :Un réseau est constitué d'une surface striée de fines fentes parallèles espacés de manière régulière.

-**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.



#### 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



#### EXPLOITATION DES RESULTATS

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 lumièrescolorées 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.

## 5-L'ESSENTIEL DU COURS

- Lorsqu'une surface renvoie la lumière dans une direction privilégiée, on dit qu'elle réfléchit la lumière : c'est la réflexion Le plan d'incidence est le plan qui contient le rayon incident et la normale au miroir au point d'incidence*i*
- L'angle d'incidence *i* est l'angle formé par le rayon incident et la normale au miroir au point *I*.
- L'angle de réflexion *i* est l'angle formé entre le rayon réfléchi et la normale au miroir au point *I*.
- La réfraction est le brusque changement de direction que subit la lumière en traversant la surface de séparation de deux milieux transparents. Une telle surface est dite réfringente.
- L'angle de réfraction *i*<sub>2</sub> est l'angle entre le rayon réfracté et la normale à la surface de séparation entre les deux milieux au point *I*.

### Lois de Descartes de la réflexion.

- Le rayon réfléchi est dans le plan d'incidence.
- L'angle de réflexion est égale à l'angle de d'incidence :  $i = r$

### Lois de Descartes de la réfraction.

- Le rayon réfracté est dans le plan d'incidence. - L'angle d'incidence *i*<sub>1</sub> dans le milieu (1) d'indice *n*<sub>1</sub> et -l'angle de réfraction *i*<sub>2</sub> dans le milieu (2) d'indice *n*<sub>2</sub> sont liés par la relation :  $n_1 \sin i_1 = n_2 \sin i_2$

Lorsque l'incidence est rasante, l'angle d'incidence est maximum et vaut °90, tandis que l'angle de réfraction est maximum mais n'atteint pas °90.

L'angle limite de réfraction *i*<sub>2max</sub> vérifie la relation :

$$\sin i_{1\max} = \frac{n_1}{n_2} \sin 90^\circ = \frac{n_1}{n_2}$$

Lorsque l'incidence est rasante, l'angle d'incidence est maximum et vaut °90, tandis que l'angle de réfraction est maximum mais n'atteint pas °90. L'angle limite de réfraction *i*<sub>2max</sub> vérifie la relation :

$$\sin i_{1\max} = \frac{n_1}{n_2} \sin 90^\circ = \frac{n_1}{n_2}$$

Le phénomène de décomposition de la lumière s'appelle la DISPERSION. La figure obtenue s'appelle le spectre lumineux de la lumière blanche. La lumière blanche est composée de plusieurs radiations monochromatiques.

C'est une lumière polychromatique

## 6-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 :

- a-normal au plan d'incidence
- b-dans le plan d'incidence
- c-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 :

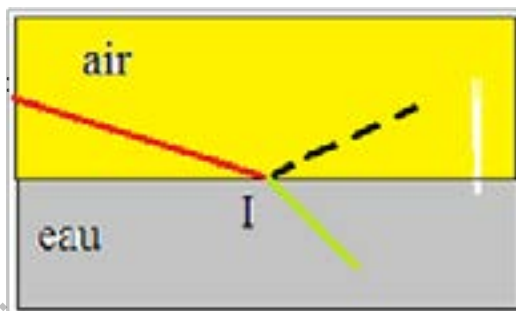
- a) à la réflexion ;
- b) à la réfraction.

### 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  $r$ .



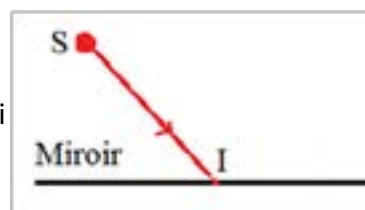
### Exercice 6 :

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.

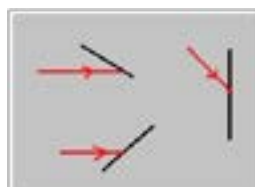
Utilise un compas ou un rapporteur.

Justifie et explique la construction.



**Exercice 7 :** Quel est le trajet complet des rayons lumineux arrivant sur ces miroirs ?

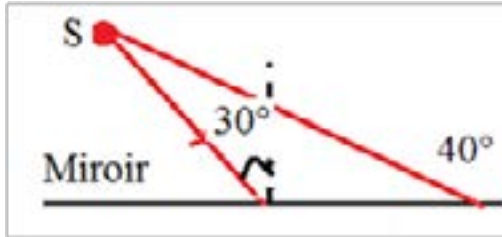
Fais les constructions au crayon ;  
trace les rayons à l'encre



**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.

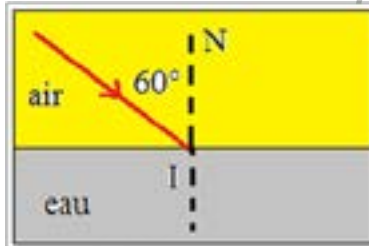


**Exercice 9 :**

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.

- 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.



# CHAPITRE X: LES LENTILLES MINCES

## Définition d'une lentille

Une lentille est un milieu transparent limité par deux dioptries, les deux peuvent être sphériques ou l'un est sphérique et l'autre est plan (on les nomme souvent lentilles sphériques).

Les lentilles minces : une lentille est mince si son diamètre est très grand devant son épaisseur.

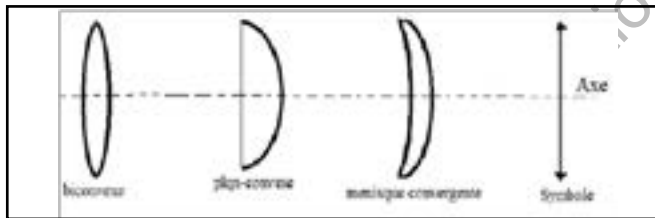
### 1-Différents types de lentilles

On distingue deux (2) groupes de lentille.

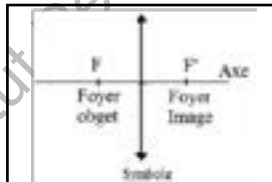
**a-Les lentilles convergentes:** Ce sont des lentilles aux bords plus minces que le centre.

Elles se subdivisent en trois parties.

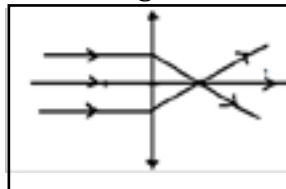
- **Les lentilles biconvexes** : les deux dioptries sont sphériques
- **Les lentilles plan-convexes** : un des dioptries est sphérique, l'autre est plan
- **Les lentilles ménisques convergentes** : les deux dioptries sont sphériques



**-Caractéristiques:** Une lentille convergente est caractérisée par son symbole, son centre optique, son axe principal et ses deux (2) foyers réels (F et F').

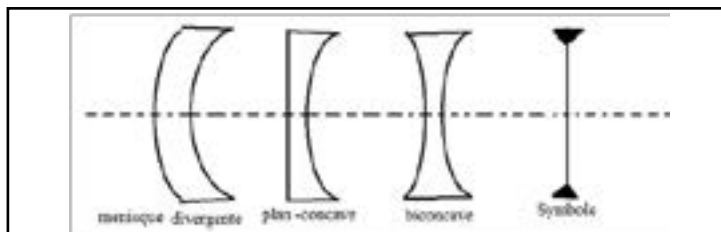


**Propriété :** lorsqu'une lentille mince convergente est éclairée par un faisceau de lumière parallèle, elle fait converger le faisceau en un point.



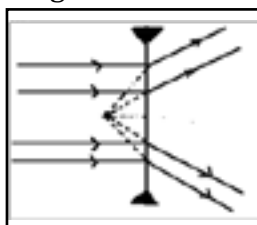
**b- Les lentilles divergentes:** Ce sont des lentilles à bords épais. De même, elles se subdivisent en trois parties :

- **Les lentilles biconcaves** : les deux dioptries sont sphériques
- **Les lentilles plans - concaves** : un des dioptries est sphérique, l'autre est plan
- **Les ménisques divergents** : les deux dioptries sont sphériques

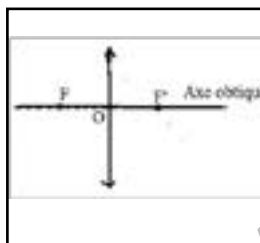


**Caractéristiques:** Une lentille divergente est caractérisée par son symbole, son centre optique, son axe principal et ses deux (2) foyers virtuels (F et F').

**Propriété :** lorsqu'une lentille mince divergente est éclairée par un faisceau de lumière parallèle, elle fait diverger le faisceau à partir d'un point virtuel.



## 2-Définition de quelques éléments:



- **Distance focale d'une lentille convergente:** c'est la distance séparant le centre optique (O) de la lentille à l'un des deux foyers images et objets :

$$f = OF = OF' ; \text{ mesuré en cm.}$$

- **Le centre optique:** c'est le point d'équilibre (O) de la lentille où passe l'axe principal.

- **L'axe principal:** c'est une droite rectiligne passant par le centre optique (O) et perpendiculaire à la lentille.

- **Foyer image principal des lentilles:** Le foyer image d'une lentille est le point de concours des supports des rayons réfractés correspondants aux rayons incidents parallèle à l'axe. Le plan perpendiculaire à l'axe en F' est appelé focal image.

**Plan focal image:** c'est le plan perpendiculaire à l'axe optique passant par F'. Il contient les foyers images secondaires (c'est-à-dire ceux où convergent les rayons parallèles entre eux suivant une direction autre que l'axe optique).

**Le foyer principal objet:** c'est le point noté généralement F où convergent tous les rayons incidents qui forment un faisceau émergent de lumière parallèle à l'axe optique

**Plan focal objet:** c'est le plan perpendiculaire à l'axe optique passant par F. Il contient les foyers images secondaires.

Relation entre F et F' : ils sont symétriques par rapport à O :

**Remarque :** attention aux positions de F et F' pour les lentilles divergentes : c'est l'inverse des lentilles convergentes !

**Vergence des lentilles convergente (C) :** On appelle vergence d'une lentille de

distance focale f la grandeur C tel que :  $C = \frac{1}{f}$

c' est une grandeur caractéristique qui est inversement proportionnelle à sa distance focale (f) : C= est exprimée en dioptrie ( $\delta$ ),

f= distance focale exprimée en (m) 1 dioptrie = 1 = 1/m

La vergence d'une lentille convergente est positive.

La vergence d'une lentille divergente est négative.

**Exemple :** Des verres correcteurs ont une vergence de 4+ .

Cela veut dire que la distance focale de ces verres vaut f = 0,25 m.

### 3-L'image donnée par une lentille convergente

#### -Objet en amont du foyer principal objet

On dispose d'un objet AB en amont de la lentille et du foyer objet. On cherche à tracer son image à travers la lentille.

On considère l'objet (source primaire ou secondaire) AB perpendiculaire à l'axe optique tel que A soit sur l'axe. On cherche B' l'image de B.

Ensuite, A'B' est tel que A' se trouve sur l'axe et A'B' est perpendiculaire à l'axe.

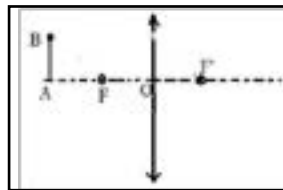
#### Méthode générale

Quelle que soit la lentille, les règles suivantes s'appliquent à la lettre, à condition d'avoir correctement placé F et F'.

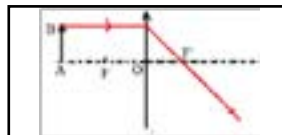
A partir de B, on trace 3 rayons incidents particuliers atteignant la lentille :

Ces 3 rayons émergents sont concourants en B', image de B.

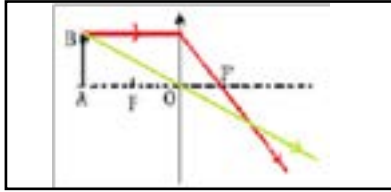
Par la suite, n'importe quel rayon incident passant par B émerge en passant par B'.



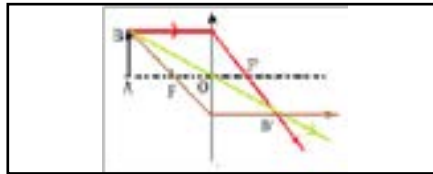
- On trace un rayon incident passant par B et parallèle à l'axe optique : il émerge en étant dévié vers le foyer image F'.



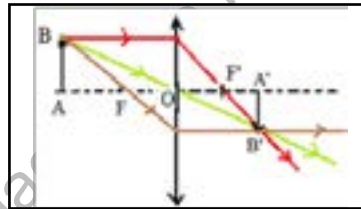
- On trace un rayon de lumière passant par B et le centre optique O : il n'est pas dévié.



- On trace un troisième rayon incident passant par B et F, foyer objet, alors le rayon émergent est parallèle à l'axe optique.



Il nous reste à tracer l'image  $A'$  du point A. On ne peut utiliser la même méthode que le point B car tous ces rayons sont identiques et confondus avec l'axe optique. Comment s'en sortir alors ? Utilisons la propriété d'aplanétisme. On sait que AB est perpendiculaire à l'axe optique. L'image l'est également.  $A'$  est donc le point de l'axe optique à la verticale de  $B'$ .



**Résultat :**

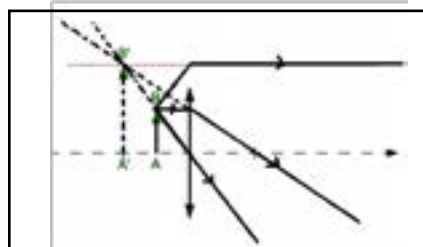
- L'image  $A'B'$  est inversée.
- L'image  $A'B'$  est réelle car en aval de la lentille.

**Cas particuliers**

- Si l'objet est à l'infini, alors l'image se trouve dans le plan focal image.
- Si l'objet est dans le plan focal objet alors l'image est à l'infini.

**-Objet entre le foyer principal objet et le centre O**

Approchons notre objet de la lentille de façon à placer l'objet entre le foyer principal objet et le centre de la lentille. On reproduit la construction précédente. Cette fois-ci l'image est en amont de la lentille. Elle est virtuelle. Elle est dans le même sens que l'objet. Elle est également plus grande. On retrouve le cas de la loupe. Que nous donne le tracé cette fois-ci ?



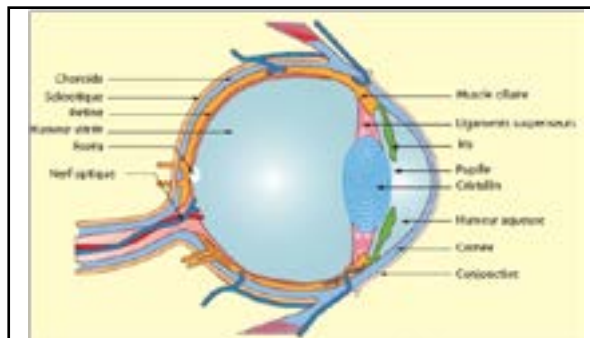
## Resultats

- L'image  $A'B'$  est dans le même sens.
- L'image  $A'B'$  est virtuelle car en amont de la lentille.
- L'image  $A'B'$  est plus grande que l'objet. On a affaire à une loupe.

## 4-Les défauts optiques de l'oeil et leurs corrections

### - Modélisation optique de l'œil

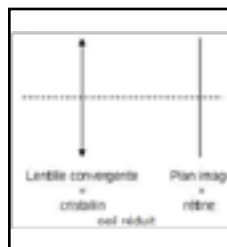
#### a. Anatomie de l'œil



#### b. Modèle optique : "œil réduit"

L'œil peut être « réduit » à un système optique comprenant :

- Une lentille convergente de distance focale variable formée par l'ensemble cornée + humeur aqueuse + cristallin + humeur vitrée dont le cristallin est le principal élément ;
- Une surface sensible sur laquelle se forment les images, la rétine qu'on assimilera à un plan parallèle au cristallin.



La distance lentille – écran (cristallin - rétine) est fixe et vaut environ 15 mm

#### - 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 accommode.

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

**Règle :**

-Pour obtenir une vision nette des objets il faut que l'image A'B' d'un objet AB se forme à travers le **cristallin** sur la rétine.

-Le point le plus proche vu nettement de l'œil **emmétrope** est situé à **environ 25 cm**.

### **a. Les défauts optiques de l'œil.**

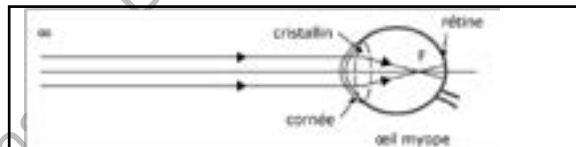
Il s'agit le plus souvent de **défauts de sa géométrie** ou d'un **vieillissement du cristallin** qui entraînent une vision floue.

### **b. La myopie :**

La myopie est une anomalie de l'œil dans laquelle l'image d'un objet éloigné se forme avant la rétine. Le cristallin possède une distance focale plus petit que celle qui le sépare de la rétine.

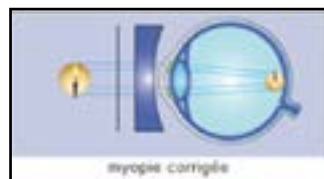
**À l'infini**, l'image se forme **avant la rétine**.

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).

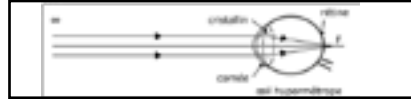


La correction consiste à placer une lentille divergente devant l'œil (lunettes, lentilles cornéennes) ou à diminuer la courbure et donc la vergence de la cornée grâce à la chirurgie laser.

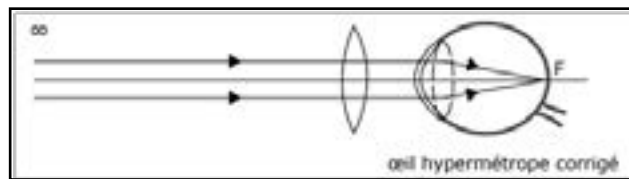
**b. L'hypermétropie :** L'hypermétropie est une anomalie de l'œil dans laquelle l'image d'un objet éloigné se forme en arrière de la rétine.

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.



### c. 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 proximum s'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'emmetrope presbyte qui doit chausser ses lunettes « loupes » pour la lecture.

## 5-L'essentiel

-On distingue deux types de lentilles : des lentilles convergentes et des lentilles divergentes

- Le point où converge la lumière est l'image de la source appelée foyer F de la lentille.

- La distance entre le foyer et la lentille est la distance focale f.

- On appelle vergence d'une lentille de distance focale f la grandeur C tel que :

$$C = \frac{1}{f}$$

- Il est possible d'obtenir une image nette d'un objet sur un écran si la distance objet lentille est supérieure à la distance focale de la lentille.

- On appelle œil **emmétrope** ou **normal** un œil ne possédant pas de défaut visuel. A l'inverse, en cas de présence d'un défaut visuel, on parle d'œil amétrope.

- Pour obtenir une vision nette des objets il faut que l'image A'B' d'un objet AB se forme à travers le cristallin sur la rétine.

-Au repos, l'œil normal voit sans accommodation les objets placés très loin (à l'infini).

-Un œil myope est trop convergent, un œil hypermétrope ne l'est pas assez et un œil presbyte accommode moins bien.

Ces défauts de l'œil peuvent être corrigés par des lentilles adaptées, ou par la chirurgie.



## **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 aplanation (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, quelle soit optique ou médicamenteuse.

## 6-EVALUATION

### Exercice 1

Recopie en choisissant la bonne proposition :

- Une lentille est formée d'un bloc opaque/transparent de verre ou de matière plastique.
- Une lentille convergente éloignée d'un texte diminue / grossit les lettres de ce texte.
- Une lentille divergente éloignée d'un texte diminue / grossit les lettres de ce texte.
- 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.

- Pour obtenir une image sur un écran, il faut que la distance objet- lentille convergente soit inférieure à la distance focale.
- L'image donnée par une lentille convergente sur un écran est toujours renversée par rapport à l'objet.
- 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.

- Schématise cette lentille avec son axe.
- Place le foyer F de cette lentille.
- Colorie en rouge la partie de l'axe où l'on doit placer un objet pour obtenir une image sur un écran.
- 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.

- L'image est-elle renversée ?
- La distance focale est-elle supérieur /égale/inférieure à 40cm ?
- 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 ?

## TABLEAU DE MATIERE

|  |    |
|--|----|
| CHAPITRE I : LES MATERIAUX.....                                  | 5  |
| CHAITRE II COMBUTION DE CARBONE.....                             | 19 |
| CHAPITRE III : PREPARATION D'UNE SOLUTION.....                   | 24 |
| CHAPITRE IV: SOLUTIONS ACIDES, SOLUTIONS BASIQUES ET NEUTRE..... | 31 |
| CHAPITRE V : POIDS ET MASSE.....                                 | 38 |
| CHAPITRE VI EQUILIBRE D'UN SOLIDE SOUMIS A DEUX FORCES.....      | 48 |
| CHAPITRE VII : RESISTANCE ELECTRIQUE.....                        | 52 |
| CHAPITRE VIII : PUISSANCE ET ENERGIE ELECTRIQUE.....             | 57 |
| CHAPITRE IX : REFLEXION ET RAFFRACTION DE LA LUMIERE.....        | 63 |
| CHAPITRE X: LES LENTILLES MINCES.....                            | 73 |

Institut Pédagogique National

Institut Pédagogique National