

« RIEN N'EXISTE EN DEHORS DE L'ATOME » DEMOCRITE

Université Cheikh Anta Diop de Dakar
(U.C.A.D.)
DEPARTEMENT DE SCIENCES PHYSIQUES



**FASCICULE DE
FASCICULE DE
SCIENCES PHYSIQUES 4^e**

Présenté par :

Monsieur IBRAHIMA COLY PROFESSEUR DE M.S.P

E-mail : icoly77@gmail.com / Tel : 77 030 41 46

EXEMPLE DE FORMAT DE FICHE PEDAGOGIQUE

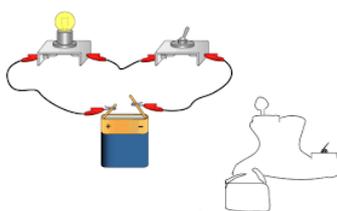
<u>ETABLISSEMENT</u>	<u>CHIMIE</u>		<u>DATE :</u>	
	<u>Niveau :</u>			
<u>PRESSTATAIRE</u>	<u>Effectif totale :</u>	G :	<u>DUREE : 2 heures</u>	
		F :		
<u>CHAPITRE P :</u> TITRE				
<u>Activités préparatoires possibles:</u>				
<u>Prérequis :</u>				
<u>Concepts clés :</u>				
<u>Objectifs spécifiques :</u> Au terme de la leçon, l'apprenant devra être capable de :				
<u>Objectifs spécifiques de la leçon</u>		<u>Niveau taxonomique</u>		
		Connaissance		
		Connaissance/ Compréhension		
		Connaissance		
		Résolution de problème		
		Savoir être		
<u>Expériences :</u>				
<u>Matériel :</u>				
<u>Matériels et produits :</u>				
<u>Documents :</u>				
<u>PLAN DU COURS</u>				
<u>Introduction</u>				
DEROULEMENT POSSIBLE				
Contenus ou titre séquence	Activités		Prof.	Elève
<u>A- Contrôle des prérequis</u>			X	X
<u>B- Introduction</u>				
<u>C- Leçon du jour</u>				
Traces écrites			Observations	

PROGRAMME DE PHYSIQUE 4^e DE 2008

CHAPITRES		
NUMERO	TITRES	HORAIRE
P 1	INTRODUCTION AUX SCIENCES PHYSIQUES	2
P 2	GRANDEURS PHYSIQUES ET MESURES	2
P 3	MASSE, MASSE VOLUMIQUE ET DENSITE	5
P 4	POIDS, RELATION ENTRE POIDS ET MASSE	5
P 5	INTRODUCTION A L'ELECTRICITE.	9
P 6	SOURCES ET RECEPTEURS DE LUMIERE.	3
P 7	PROPAGATION RECTILIGNE DE LA LUMIERE	6
P 8	REFLEXION ET REFRACTION DE LA LUMIERE	4
Total		36



André Mari Ampère



CIRCUIT ELECTRIQUE



Georg Ohm
(1789-1854)

Georg Ohm (1789 - 1854)



Albert Einstein 1879-1955

CHAPITRE I

INTRODUCTION AUX SCIENCES PHYSIQUES

✓ **DUREE : 2 HEURES**

✓ **Activités préparatoires :**

Faire rechercher par les élèves des informations sur :

- sciences, sciences expérimentales, physique et chimie (leurs domaines d'étude)

(**Didact.** Ensemble de connaissances ayant un objet déterminé et reconnu, et une méthode propre; domaine du savoir)

(A partir du XIXe S : Ensemble de connaissances, d'études d'une valeur universelle, caractérisées par un objet et une méthode* déterminés, et fondées sur des relations objectives vérifiables)

- physique/chimie et environnement de l'élève (agriculture, santé, alimentation, technologies, industries, pollution...)

- transformations physiques et transformations chimiques

✓ **Objectifs spécifiques :** Au terme de ce chapitre, l'apprenant devra être capable de :

<ul style="list-style-type: none">❖ Distinguer les phénomènes physiques des phénomènes chimiques.❖ Identifier les différents changements d'état,	<ul style="list-style-type: none">❖ Rappeler l'importance de la physique et de la chimie dans divers domaines
---	---

✓ **Prérequis :** le cycle de l'eau

✓ **Concepts clés :** phénomène ; fusion ; ébullition ; solidification ; condensation ; évaporation ;

✓ **Introduction :**

Ce chapitre, étant le premier du programme de la 4^e, visera avant tout à doter l'apprenant de qualités scientifiques.

Pour, y arriver, il s'agira d'améliorer, les capacités d'observation et de description minutieuse et exacte. C'est pour cette raison que l'apprenant doit savoir se servir de ses sens. A cet effet, nous emprunterons de façon générale la démarche **OPHERIC** : **O**bservations – **P**roblèmes – **H**ypothèses – **E**xpériences – **R**ésultats – **I**nterprétation – **C**onclusion.

Ainsi, l'acquisition de vocabulaire nouveau assez riche et la capacité de choisir à tout moment les mots les plus appropriés constitueront une rigueur à installer progressivement chez l'apprenant.

A cet effet, l'exploitation de l'activité préparatoire nous permettra de glisser dans le vif du sujet.

✓ **PLAN DU COURS**

<u>I° OBJET ET INTERET DES SCIENCES PHYSIQUES</u> I° 1) Objet et intérêt de la Physique I° 2) Objet et intérêt de la Chimie	<u>II° OBSERVATIONS EXPERIMENTALES</u> II° 1) Dissolution du sel et carbonisation du sucre a) Dissolution du sel b) carbonisation du sucre II° 2) Dilation	<u>II° 3) Allongement d'un ressort</u> <u>II° 4) Action de l'acide (citron) sur le calcaire (craie)</u>
	<u>III° CLASSIFICATION DES PHENOMENES</u> III° 1) Phénomènes physiques III° 2) Phénomènes chimiques	<u>IV° DIVERS ETATS DE LA MATIERE</u> <u>V° CHANGEMENTS D'ETAT</u> <u>VI° EVALUATION</u>

DEROULEMENT DU COURS

I° OBJET ET INTERET DES SCIENCES PHYSIQUES :

I° 1) Objet et intérêt de la Physique :

La Physique est incontestablement encore la première science du XXI^e Siècle. Elle nous permet chaque jour de satisfaire cette saine curiosité qui nous distingue des autres animaux.

Pour être un bon scientifique, un bon physicien en particulier, il faut posséder certaines qualités :

- ❖ Il faut détenir une certaine dose de bon sens et d'intelligence ;
- ❖ Il faut utiliser correctement l'outil mathématique qui a l'avantage d'être souple, clair et universel ;
- ❖ Il faut savoir :
 - ✓ observer et écouter pour collectionner le plus grand nombre de faits,
 - ✓ manipuler et utiliser correctement une variété d'instruments.

La Physique nous a permis de répondre à beaucoup de questions. Elle nous permet de prévoir en outre beaucoup de phénomènes ; de sonder l'inconnu.

Elle nous permet aussi de concevoir et de construire des appareils qui contribuent à améliorer notre confort matériel et sanitaire.

Toutefois, la Physique a beau être une belle science, n'est pas synonyme de vérité absolue.

Chaque jour, de nouvelles théories, de nouvelles observations, de nouvelles découvertes viennent tout remettre en question.

Ainsi, la Physique, à l'image de toutes les sciences, ressemble au tonneau des **Danaïdes** qu'il est impossible de remplir parce qu'il n'a pas de fond.

« **Plus vous en savez, plus vous avez envie d'en savoir** » La science est interrogation et demeurera interrogation.

I- 2) Objet et intérêt de la Chimie :

L'objet de la chimie est d'étudier :

- ❖ les différentes formes de la matière ;
- ❖ et **les transformations** par lesquelles les substances perdent leurs propriétés pour donner naissance à de nouvelles substances.

Les chimistes s'intéressent aux propriétés et à la composition de la matière sous toutes ses formes : l'air, l'eau, la nourriture, les vêtements, l'acier, le verre, le pétrole ; le gaz ; ...

La contribution de la chimie à l'amélioration de notre confort est évidente.

- ❖ **la chimie des engrais** permet aux agriculteurs de faire de bonnes récoltes.
- ❖ **l'industrie chimique alimentaire** permet de conserver les aliments et de les enrichir en vitamines.
- ❖ **la fabrication des textiles, des plastiques, du verre** ... à partir de matières premières extraites des forêts, des mines, contribue à notre confort.
- ❖ **l'industrie pharmaceutique** permet de préparer un très grand nombre de médicaments contribuant ainsi à relever l'espérance de vie des hommes.

D'ailleurs, la nature elle-même est un immense laboratoire où se déroulent des transformations chimiques complexes, en particulier au sein des organismes vivants : animaux et plantes.

Donc, la chimie comme le disait l'autre, c'est la vie.

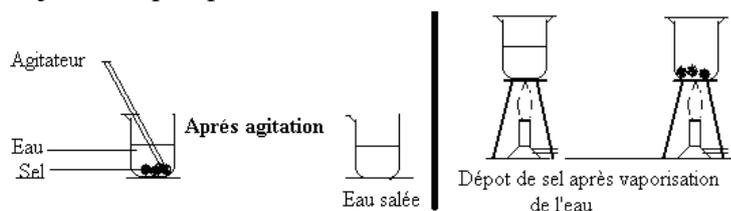
II° OBSERVATIONS EXPERIMENTALES :

II- 1) Dissolution du sel et carbonisation du sucre :

a) Dissolution du sel :

« RIEN N'EXISTE EN DEHORS DE L'ATOME » DEMOCRITE

Ajoutons quelques morceaux de sel dans un verre contenant de l'eau : le sel se dissout.



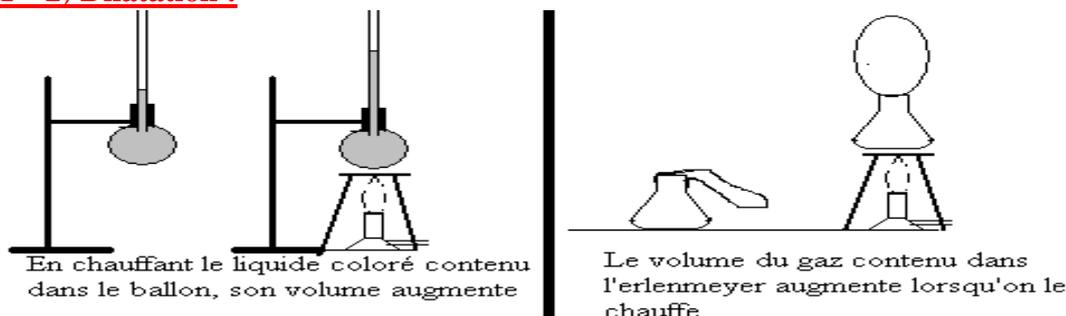
Le sel reste présent dans l'eau comme en atteste le goût salé de la solution obtenue.

En évaporant l'eau, nous pouvons récupérer le sel.

b) Carbonisation du sucre :

Chauffons quelques morceaux de sucre dans un tube à essai : nous observons la formation de gouttes d'eau sur les parois interne du tube à essai puis se caramélise (un dépôt de charbon au fond du tube)

II – 2) Dilatation :



La dilatation est l'augmentation de volume d'un corps sous l'effet de la chaleur.

Les liquides, les gaz mais aussi les métaux (solides) se dilatent.

II – 3) Allongement d'un ressort :

Accrochons un solide (S) à un ressort fixé en un point O : le ressort s'allonge.

Il reprend sa longueur initiale des qu'on enlève la charge (solide S).

II – 4) Action de l'acide sur le calcaire :

Versons quelques gouttes de citron ou de vinaigre sur un morceau de craie ou de calcaire : il se produit un dégagement gazeux et la craie (ou le calcaire) disparaît progressivement.

III° CLASSIFICATION DES PHENOMENES :

Notre univers se compose de différentes formes de matières et d'énergie. La matière est le siège de transformations que nous appellerons phénomènes.

Nous appellerons phénomène toute transformation qui modifie les propriétés de la matière.

Ainsi, les phénomènes observés plus haut peuvent être classés en deux groupes :

- ✓ les phénomènes physiques
- ✓ les phénomènes chimiques

III – 1) Phénomènes physiques :

Un phénomène physique ou transformation physique ne modifie pas la nature des corps.

Exemples : La dissolution du sel ; l'allongement d'un ressort ; la dilatation ; l'attraction d'un fer par un aimant...

III – 2) Les phénomènes chimiques :

Un phénomène chimique ou transformation chimique modifie la nature des corps.

Exemples : La carbonisation du sucre ; l'action de l'acide sur le calcaire ; la cuisson d'un œuf ; ..

❖ **Remarque :**

« RIEN N'EXISTE EN DEHORS DE L'ATOME » DEMOCRITE

Donc la physique se propose d'étudier les phénomènes physiques. La chimie se propose d'étudier les phénomènes chimiques.

IV° DIVERS ETATS DE LA MATIERE :

On peut grouper les objets en trois catégories : les solides, les liquides et les gaz.

❖ **Etat solide** : la craie, la pierre, le clou, la glace, etc.

Un corps est solide s'il est saisissable. Il est caractérisé par :

- ✓ une forme propre : il est difficile à déformer
- ✓ un volume pratiquement invariable : **un solide** est incompressible.

❖ **Etat liquide** : l'eau, l'alcool, l'huile, le lait, etc.

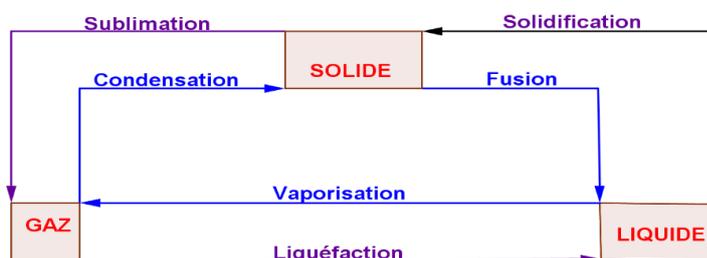
Un corps est liquide s'il est insaisissable : c'est un fluide, il coule. Les liquides se caractérisent par :

- ✓ une forme variable : il occupe le fond du récipient qui le contient et prend la forme de ce dernier ;
- ✓ une surface libre plane et horizontale ;
- ✓ un volume invariable : un liquide est incompressible.

❖ **Etat gazeux** : l'air, la vapeur d'eau, le gaz carbonique, le gaz oxygène, le gaz butane, etc...

Un gaz est un fluide. Un gaz n'a pas de forme propre, il occupe tout le volume du récipient qui le contient. Il est compressible et expansible.

V° CHANGEMENTS D'ETAT :



Les changements d'état s'obtiennent en agissant sur la température ou sur la pression d'un corps pur.

Chaque changement d'état porte un nom. Les changements d'états se font à **température fixe** appelée **température de changement**

d'états. Les changements d'état sont des **transformations physiques**.

Schéma des changements d'état physique

❖ **REMARQUES** : On distingue deux types de vaporisation :

- **L'ébullition** est une vaporisation en profondeur sous l'effet de la chaleur et à une **température fixe** appelée **température d'ébullition**.
- **L'évaporation** est une vaporisation en surface et qui a lieu à toutes les températures pour lesquelles le corps est liquide.

VI° EVALUATION :

Exercice 1. Compléter les phrases suivantes :

Une transformation qui ne change pas la nature des corps est un phénomène Un phénomène chimique est une transformation qui ... la nature des corps. Les solides, les liquides et les gaz sont les différents ... de la matière. Les corps qu'on peut saisir sont des ... les autres sont des ... ou des ... Lorsqu'un corps passe d'un état physique à un autre état, il subit un ... d'état. Le passage de l'état solide à l'état liquide est appelé La sublimation est le passage de l'état ...

« RIEN N'EXISTE EN DEHORS DE L'ATOME » DEMOCRITE

à l'état Les liquides, les gaz et les métaux (solides), augmentent de volume d'un corps sous l'effet de la chaleur : ils se

Exercice 2 : phénomènes physiques et phénomènes chimiques.

Cocher la bonne réponse

	phénomènes physiques	phénomènes chimiques
1 l'attraction d'un morceau de fer par un aimant		
2 le pourrissement d'un fruit		
3 la transformation du lait frais en lait caillé		
4 déplacements d'un objet		
5 la combustion du charbon de bois		
6 la mise en mouvement d'un ballon de basket		
7 l'ébullition de l'eau		
8 la formation de l'arc -en -ciel		
9 l'action de l'air marin sur les objets en fer		
10 la dilatation d'une barre de fer		
11 la digestion des aliments		

CHAPITRE II

GRANDEURS PHYSIQUES ET MESURES

✓ **DUREE : 2 HEURES**

✓ **Activités préparatoires :**

Faire rechercher des appareils et instruments de mesure utilisés dans votre environnement immédiat et préciser leurs usages, les grandeurs qu'ils mesurent et les précautions d'emploi.

✓ **Objectifs spécifiques :** Au terme de ce chapitre, l'apprenant devra être capable de :

<ul style="list-style-type: none">❖ Choisir un instrument de mesure adéquat.❖ Effectuer correctement des mesures.❖ Utiliser les puissances de dix (conversions, calculs)	<ul style="list-style-type: none">❖ Critiquer une mesure.❖ Présenter les résultats d'une mesure en notation scientifique.
--	--

✓ **Prérequis :** La conversion vue à l'école élémentaire ;

✓ **Concepts clés :** grandeur physique ; mesure ; écriture scientifique ; puissance de dix ;

✓ **Introduction :**

Au cours de son évolution, l'homme est confronté à des problèmes de comparaisons amenant parfois certaines confusions et des erreurs d'appréciation des idées que l'on se fait sur les choses que nous comparons.

Rappelons, que les unités de mesure de longueur par exemple étaient basées sur les parties du corps. Les gens parlaient alors :

- ❖ **de doigt :** Mesure approximative, équivalant à un travers de doigt (ancienne mesure)
- ❖ **de palme :** Mesure d'environ un travers, une paume de main.
- ❖ **d'empan :** Mesure de longueur qui représentait l'intervalle compris entre l'extrémité du pouce et celle du petit doigt, lorsque la main est ouverte le plus possible.
- ❖ **de coudée :** Mesure de longueur représentant la distance du coude à l'extrémité du majeur, évaluée à **50** centimètres.
- ❖ **de brasse :** Mesure de longueur égale à cinq pieds (env. **1,60 m**).

C'est dans ce contexte que le physicien utilise un **étalon**, c'est-à-dire un élément arbitraire de référence pris comme unité.

La science des mesures, visant à déterminer les dimensions et les quantités, et à les exprimer en unités conventionnelles est appelée **METROLOGIE**.

Les métrologues s'attachent notamment à déterminer les causes d'erreur, qui ne peut être connue.

Les scientifiques effectuent actuellement leurs mesures en fonction du **Système International d'unités (SI)**.

C'est l'**Organisation Internationale de Métrologie légale (OIM)** créée **en 1955** est qui chargée d'harmoniser l'ensemble des législations fondées sur l'emploi de ce système.

Le **SI**, créée **en 1960** lors de la **Conférence Générale des Poids et Mesures (CGPM)** a été adopté depuis lors par un très grand nombre de pays.

Dès lors, pour atteindre ses objectifs, le physicien se sert de méthodes que nous allons élucider dès l'entame de ce chapitre.

✓ PLAN DU COURS

<p><u>I° LES METHODES DE LA PHYSIQUE :</u> <u>II° NOTION DE GRANDEURS PHYSIQUES :</u> <u>II – 1) Définition :</u> <u>II – 1) Exemple :</u> <u>III° GRANDEURS PHYSIQUES ET MESURE :</u> <u>III – 1) Grandeurs physiques :</u> <u>III – 2) Opération de mesure :</u> <u>III – 3) Unités de mesure et instruments :</u> <u>III – 4) Mesure avec un instrument gradué : l'éprouvette graduée :</u> <u>III – 5) Erreurs et présentation d'une mesure :</u> <u>III – 5 – 1) Incertitude d'une mesure :</u> <u>III – 5 – 2) Présentation du résultat d'une mesure :</u> <u>III – 5 - 2 – 1) Chiffres significatifs :</u> <u>III - 6) Calcul et chiffres significatifs :</u> <u>III - 6 - 1) Multiplication et division :</u> <u>III - 6 - 2) Addition et Soustraction :</u> <u>IV° LES PUISSANCES DE DIX :</u></p>	<p><u>IV° 1) ECRITURE ET SIGNIFICATION :</u> <u>IV – 1 – 1) Les puissances positives :</u> <u>IV – 1 – 2) Les puissances négatives :</u> <u>iv – 2) Décimaux et puissances de dix :</u> <u>IV – 2 – 1) Fractions décimales :</u> <u>IV – 2 – 2) Fraction décimale et puissance de dix :</u> <u>IV – 2 – 3) Différentes écritures des décimaux :</u> <u>IV – 2 – 3 – 1) Ecriture sous forme de puissance de dix :</u> <u>IV – 3) Opérations sur les puissances de dix :</u> <u>IV – 3 – 1) Multiplication et division avec puissance de dix :</u> <u>IV – 3 – 2) Addition et soustraction avec des puissances de dix :</u> <u>IV – 4) Puissances de dix et conversion :</u> <u>IV – 4 – 1) Les préfixes multiplicatifs :</u> <u>IV – 4 – 2) La conversion :</u> <u>V° EVALUATION :</u></p>
---	---

DEROULEMENT DU COURS

I° LES METHODES DE LA PHYSIQUE :

Notre univers est peuplé d'une infinité de corps naturels (eau, l'air ; ..) et artificiels (véhicule, machine, ...).

Toutefois, nous appelons phénomène les diverses transformations que peuvent subir un corps.

Ces phénomènes eux aussi peuvent être naturels ou artificiels s'ils sont provoqués.

Ainsi, pour étudier ces différents phénomènes, les physiciens ont recours à une démarche correspondant essentiellement à trois étapes ;

- **L'Observation :** le physicien note les circonstances qui produisent et accompagne un phénomène et suscite inéluctablement un **Problème** à résoudre.
Exemple : La réflexion d'une lumière par le miroir.
- **L'émission d'Hypothèse :** c'est la suite logique de toute observation découlant sur un problème. Une hypothèse est une proposition relative à l'explication de phénomènes naturels, admise provisoirement avant d'être soumise au contrôle de l'Expérience (incluant l'Observation).
- **L'Expérimentation :** Le physicien peut intervenir dans le déroulement des phénomènes en fixant et en imposant certaines conditions et en modifiant les circonstances. Ce travail d'expérimentation lui conduit successivement à un **Résultat**, une **Interprétation** et une **Conclusion**.

L'objectif visé par le physicien est l'établissement et la formulation de relations mathématiques qui régissent les différents phénomènes.

C'est dire que les lois physiques seront très souvent quantitatives. Donc, qui dit expérimentation dit souvent mesures de grandeurs.

« RIEN N'EXISTE EN DEHORS DE L'ATOME » DEMOCRITE

La mesure de grandeurs en physique constitue un aspect essentiel dans le travail du physicien. Ces mesures nécessitent des appareils de mesure et des unités. Le résultat d'une mesure doit être suivi d'une unité.

II° NOTION DE GRANDEURS PHYSIQUES :

II – 1) Définition

Une grandeur physique est une propriété d'un phénomène qui peut être déterminée par la mesure ou le calcul.

II – 2) Exemples :

La longueur, la masse, la durée, la vitesse, les angles, le temps, les volumes ... sont des grandeurs physiques.

III° GRANDEURS PHYSIQUES ET MESURE :

III – 1) Grandeurs physiques :

Nous cherchons souvent à connaître : la longueur d'un trajet ; la surface d'un terrain ; la vitesse d'un véhicule ; la température d'un milieu ; la masse d'un être ; le volume d'un camion-citerne ;...

Toutes ces données sont des grandeurs physiques.

En mélangeant **2 L** d'eau à **80° C** et **8 L** d'eau à **20° C**, on obtient **10 L**, mais la température du mélange ne sera pas égale à **100° C**.

Nous constatons alors que l'addition des quantités de volumes est possible et a un « sens », mais l'addition des valeurs des températures n'a aucune réalité.

Nous dirons alors qu'il existe deux types de grandeurs physiques :

✓ **Les grandeurs physiques mesurables :** celles dont la somme et /ou le produit des mesures a une signification physique.

Exemples : la distance ; la masse ; le poids ; la résistance ; le volume ; l'intensité d'un courant électrique.

✓ **Les grandeurs physiques repérables :** celles dont l'addition et/ou le produit des mesures n'a aucune signification physique.

Exemples : la température centésimale (°C) ; la date ; le potentiel électrique ;...

III – 2) Opération de mesure :

Mesurer une grandeur physique, c'est la comparer à une autre de même nature et prise comme unité de mesure.

L'objet ou la grandeur de comparaison, ou de référence, est appelé **étalon**. Chaque grandeur possède une unité.

III – 3) Unités de mesure et instruments :

➤ **UNITES INTERNATIONALES**

GRANDEURS	LONGUEUR	VOLUME	TEMPS	ANGLE
UNITE INTERNATIONALE	METRE M	METRE CUBE m ³	SECONDE s	RADIAN rad
➤ UNITES USUELLES				
LONGUEURS	Multiples		Unité pcle	Sous-multiples
	km	hm dam	m	dm cm mm
VOLUMES	SOUS-MULTIPLES			
	hL	dm ³ daL	L dL	cm ³ cL mL

« RIEN N'EXISTE EN DEHORS DE L'ATOME » DEMOCRITE

ANGLES	DEGRE	GRADE
	$\pi \text{ rad} = 180^\circ$	$\pi \text{ rad} = 200\text{gr}$
TEMPS	MULTIPLES	SOUS-MULTIPLES
	HEURE	DIXIEME
	MINUTE	CENTIEME
	$1\text{h} = 3600\text{s}$	$1\text{s} = 10\text{ds}$
	$1\text{min} = 60\text{s}$	$1\text{s} = 100\text{cs}$

On utilise divers instruments ou appareils de mesure :

- règle, décimètre, chaîne d'arpenteur ... pour les longueurs
- pipette, éprouvette, fiole jaugée, ... pour les volumes
- rapporteur pour les angles
- chronomètre ou montre pour le temps

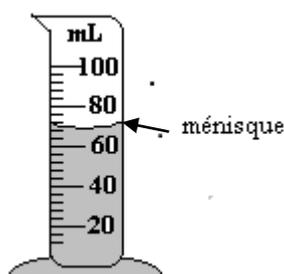
❖ **Remarque :**

La température n'est pas une grandeur mesurable, on la repère à l'aide d'un thermomètre. Les échelles de température utilisées sont : **l'échelle de Celsius** (degré Celsius °C), **l'échelle de Fahrenheit** (degré fahrenheit °F) et **l'échelle de Kelvin** (degré kelvin K).

Entre les degrés Celsius et les degrés Kelvin on : $\theta \text{ (K)} = \theta \text{ (}^\circ\text{C)} + 273$

III – 4) Mesure avec un instrument gradué : l'éprouvette graduée

1- Déterminer la mesure de la plus petite graduation :



2- Déterminer le volume compris entre 60 et le bas du ménisque :

3- Le volume V du liquide contenu dans l'éprouvette.

Solution :

1) Déterminons la mesure de la plus petite graduation : $20 \text{ mL} : 5 = 4 \text{ mL}$

2) Déterminons le volume compris entre 60 et le bas du ménisque (il y a 2 petites graduations) : $4 \text{ mL} \times 2 = 8 \text{ mL}$

3) Le volume du liquide contenu dans l'éprouvette : $V = 60 \text{ mL} + 8 \text{ mL} = 68 \text{ mL}$

III – 5) Erreurs et présentation d'une mesure

III – 5 – 1) Incertitude d'une mesure

Dans une classe, le professeur choisit dix élèves pour mesurer la longueur du tableau avec le même instrument. Les résultats obtenus sont regroupés dans le tableau ci-dessous.

Nom élève	Moustapha	Alioune	Jean	Fatu	Adam	Awarya	Henry	Ousmane	Cheikh	Karim
Longueur (m)	5	4,95	5,12	5	4,97	5,05	5	4,98	5,1	5

Avec le même instrument de mesure, les élèves ont obtenu des résultats différents.

La longueur exacte du tableau n'est donc pas connue : on dit qu'il y a une incertitude sur la mesure.

En physique, toute mesure est entachée d'incertitude.

III – 5 – 2) Présentation du résultat d'une mesure

III – 5 – 2 – 1) Chiffres significatifs

Les résultats numériques en Sciences Physiques résultent de mesures et sont donc connues avec une incertitude liée au dispositif expérimental.

Les résultats numériques d'une mesure se notent avec :

✓ **une notation littérale représentant la grandeur considérée.**

Exemples : **V** pour vitesse ; **F** pour force ; **m** pour masse ;

« RIEN N'EXISTE EN DEHORS DE L'ATOME » DEMOCRITE

✓ **une valeur numérique qui est le résultat chiffré de la comparaison.** Ce nombre est composé :

✓ de chiffres résultant de la mesure ; ce sont des **chiffres significatifs**.

Le dernier chiffre d'une valeur numérique donne une indication sur la précision avec laquelle cette valeur a été mesurée ou calculée : les chiffres utiles qui mesurent la grandeur physique, sont dits significatifs.

Exemple : La longueur d'un mur vaut 5,12 m. La mesure est faite au centième de mètre près : on dit que le résultat est présenté avec 3 chiffres significatifs.

Si le résultat est 5,1 m, la précision est égale au dixième de mètre : on dit que le résultat est présenté avec 2 chiffres significatifs (le **5** est un **chiffre certain** alors que le **1** est le premier **chiffre incertain**).

On appelle chiffres significatifs d'une valeur numérique tous les chiffres certains et le premier chiffre incertain autres que les zéros «0» placés à gauche du nombre.

Exemples :

- ✓ 0,08 m : un seul chiffre significatif, le 8, la valeur exacte est comprise entre 0,07 m et 0,09 m.
- ✓ 5,00 m : trois chiffres significatifs, la valeur exacte est comprise entre 4,99 m et 5,01 m.
- ✓ 5,0 m : deux chiffres significatifs, la valeur exacte est comprise entre 4,9 m et 5,1 m.
- ✓ 5 m : un chiffre significatif, la valeur exacte est comprise entre 4 m et 6 m.

III - 6) Calcul et chiffres significatifs :

III - 6 - 1) Multiplication et division :

Le résultat d'une multiplication ou d'une division a autant de chiffres significatifs qu'en a la mesure la moins précise utilisée dans le calcul.

Soit à calculer $\frac{123,40 \times 1,23}{12,03}$: 123,40 contient 5 chiffres significatifs
: 1,23 contient 3 chiffres significatifs
: 12,03 contient 4 chiffres significatifs

La calculatrice donne 12,616957661 Ce résultat n'a pas de sens.

Le résultat doit être donné avec 3 chiffres significatifs :

$$\frac{123,40 \times 1,23}{12,03} \approx 12,6$$

III - 6 - 2) Addition et soustraction :

Le résultat d'une addition ou d'une soustraction a **autant de décimales** qu'en a la mesure la moins précise utilisée dans le calcul.

➤ **Exemple :**

Soit à calculer $15,3 + 17,02 - 3,008$: 15,3 n'a qu'une décimale
: 17,02 a 2 décimales
: 3,008 a 3 décimales

La calculatrice donne 29,312, mais on ne peut pas avoir cette précision car 15,3 n'a qu'une décimale.

On ne doit donc garder qu'une décimale pour le résultat final : $15,3 + 17,02 - 3,008 \approx 29,3$

IV° LES PUISSANCES DE DIX :

IV - 1) Ecriture et signification :

IV - 1 - 1) Les puissances positives :

On appelle puissance positive de dix, un produit de n facteurs égaux à dix

$$10^n = \underbrace{10 \times 10 \times 10 \dots \dots \times 10}_{n \text{ facteurs}} = \underbrace{10000 \dots \dots 0}_{n \text{ zéros}}$$

✓ **Exemples :**

$$10^1 = 10 ; \quad 10^2 = 10 \times 10 = 100 ; \quad 10^5 = 100000 ; \quad 10^7 = 10000000$$

« RIEN N'EXISTE EN DEHORS DE L'ATOME » DEMOCRITE

✓ **Propriétés :**

$$10^n \times 10^m = 10^{n+m}; \quad (10^n)^m = 10^{n \times m};$$

IV - 1 - 2) Les puissances négatives :

✓ **Définition :** On appelle **puissance négative de dix**, l'inverse du produit de n facteurs égaux à dix

$$10^{-n} = \frac{1}{10^n} = \frac{1}{\underbrace{10 \times 10 \times 10 \times 10 \dots \times 10}_{n \text{ facteurs}}} = \underbrace{0,000 \dots 0}_{n \text{ zéros}} 1$$

✓ **Exemples :**

$$10^{-1} = \frac{1}{10} = 0,1; \quad 10^{-2} = \frac{1}{10^2} = 0,01; \quad 10^{-3} = 0,001; \quad 10^{-4} = 0,0001$$

IV - 2) Décimaux et puissances de dix :

IV - 2 - 1) Fractions décimales :

✓ **Définition :** Une fraction décimale a pour dénominateur une puissance positive de dix

✓ **Exemples :** $\frac{3}{10}; \quad \frac{45}{1000}; \quad \frac{256}{100}$

IV - 2 - 2) Fraction décimale et puissance de dix :

$$\frac{3}{10} = 3 \times \frac{1}{10} = 3 \times 10^{-1}; \quad \frac{45}{1000} = 45 \times \frac{1}{10^3} = 45 \times 10^{-3}; \quad \frac{256}{100} = 256 \times 10^{-2}$$

IV - 2 - 3) Différentes écritures des décimaux :

IV - 2 - 3 - 1) Ecriture sous forme de puissance de dix

Tout nombre décimal peut être écrit sous forme de fraction décimale donc sous forme d'un nombre entier multiplié par une puissance de dix.

$$0,3 = \frac{3}{10} = 3 \times 10^{-1}; \quad 56,78 = \frac{5678}{100} = 5678 \times 10^{-2}; \quad 240000 = 24 \times 10000 = 24 \cdot 10^4$$

✓ **Passage d'une puissance à une autre : Tableau de conversion :**

10^7	10^6	10^5	10^4	10^3	10^2	10^1	10^0	10^{-1}	10^{-2}	10^{-3}	10^{-4}	10^{-5}	10^{-6}	10^{-7}
				4	5	2	1,							
							0,	2	3	8				
					5	9	7,	6						

$$4521 = 4,521 \cdot 10^3 = 45,21 \cdot 10^2 = 452,1 \cdot 10^1$$

$$0,238 = 2,38 \cdot 10^{-1} = 23,8 \cdot 10^{-2} = 238 \cdot 10^{-3}$$

$$597,6 = 5976 \cdot 10^{-1} = 59,76 \cdot 10^1 = 5,976 \cdot 10^2$$

✓ **Ecriture scientifique :**

L'écriture scientifique d'un nombre est l'écriture sous la forme « $a \cdot 10^p$ » où a appelé **mantisse**, est un nombre décimal tel que « $1 \leq a < 10$ »

Exemples : $3545 = 3,545 \cdot 10^3; \quad 0,00128 = 1,28 \cdot 10^{-3}$

✓ **Ordre de grandeur du résultat d'un calcul :**

Prérequis : il faut maîtriser la notion de puissance de dix, ainsi que les multiplications et divisions de puissance de dix

✓ **Définition et utilisations :**

Les **ordres de grandeur** permettent d'avoir une idée approchée, mais suffisante de la valeur d'une grandeur physique. Ils permettent aussi de vérifier rapidement la cohérence d'un résultat de calcul, sans calculatrice.

Par définition, pour les physiciens, l'**ordre de grandeur** d'un résultat numérique est la **puissance de dix entière la plus proche** de ce résultat.

Attention !!! Ne pas oublier de préciser l'unité de la grandeur exprimée.

« RIEN N'EXISTE EN DEHORS DE L'ATOME » DEMOCRITE

✓ Comment trouver l'ordre de grandeur d'une valeur numérique ?

❖ 1^{ère} Méthode : passage par la notation scientifique :

On écrit le nombre dont on cherche l'ordre de grandeur en notation scientifique, sous la forme $a \times 10^n$. (avec n , entier relatif et a un réel, supérieur ou égal à 1 et strictement inférieur à 10)

On a alors deux cas possibles :

- ❖ Si a est strictement inférieur à 5, on l'arrondit à 1 et l'ordre de grandeur recherché est alors $1 \times 10^n = 10^n$.

L'ordre de grandeur est la même puissance de dix que celle de la notation scientifique.

- ❖ Si a est supérieur ou égal à 5, on l'arrondit à 10 et l'ordre de grandeur recherché est alors $10 \times 10^n = 10^{n+1}$.

1^{ère} Exemple : Quel est l'ordre de grandeur de la tour Eiffel ?

Sa hauteur est de 324 m. 324 en écriture scientifique s'écrit $3,24 \cdot 10^2$; 3,24 est *inférieur à 5, on l'arrondit à 1*. Donc l'ordre de grandeur vaut $1 \times 10^2 \text{ m} = 10^2 \text{ m}$.

2^e Exemple : L'épaisseur d'un cheveu est de 0,06 mm, quel est son ordre de grandeur en millimètre ?

0,06 mm s'écrit en notation scientifique $6 \cdot 10^{-2} \text{ mm}$; 6 est *supérieur à 5, on l'arrondit à 10*, on obtient $10 \times 10^{-2} \text{ mm}$, ce qui donne 10^{-1} mm . : L'ordre de grandeur de l'épaisseur d'un cheveu est donc égal au dixième de millimètre.

❖ 2^{ème} Méthode : encadrement avec deux puissances de dix consécutives :

Pour des nombres assez simples : on peut éviter le passage par la notation scientifique en encadrant le résultat numérique entre deux puissances de dix consécutives.

Par exemple, pour l'ordre de grandeur de la hauteur de la tour Eiffel. La hauteur de la tour Eiffel est de 324 m.

324 est compris entre 100 et 1000 mais 324 est plus proche de 100 que de 1000. L'ordre de grandeur de la tour Eiffel est donc 100 m.

L'avantage des ordres de grandeurs, c'est qu'ils permettent de vérifier par un calcul rapide la cohérence d'un calcul numérique fait à la calculatrice.

IV – 3) Opérations sur les puissances de dix :

IV – 3 – 1) Multiplication et division avec puissance de dix :

✓ Multiplication :

$$a \cdot 10^n \times b \cdot 10^m = a \times b \cdot 10^{n+m}$$

Exemple : $2,5 \cdot 10^3 \times 8,4 \cdot 10^5 = 2,5 \times 8,4 \cdot 10^{3+5} = 21 \cdot 10^8$

✓ Division : $\frac{a \cdot 10^n}{b \cdot 10^m} = \frac{a}{b} \cdot 10^{n-m}$

Exemple : $\frac{5,6 \cdot 10^2}{0,7 \cdot 10^3} = \frac{5,6}{0,7} \cdot 10^{2-3} = 8 \cdot 10^{-1}$

IV – 3 – 2) Addition et soustraction avec des puissances de dix :

Pour additionner ou soustraire avec les puissances de dix, on écrit tous les nombres avec la même puissance de dix puis on factorise cette puissance.

Exemples : $3,52 \cdot 10^{-3} + 52,6 \cdot 10^{-4} = 3,52 \cdot 10^{-3} + 5,26 \cdot 10^{-3} = (3,52 + 5,26) \cdot 10^{-3} = 8,78 \cdot 10^{-3}$
 $27 \cdot 10^2 - 0,68 \cdot 10^3 = 2,7 \cdot 10^3 - 0,68 \cdot 10^3 = (2,7 - 0,68) \cdot 10^3 = 2,02 \cdot 10^3$

IV – 4) Puissances de dix et conversion

IV – 4 – 1) Les préfixes multiplicatifs

giga	méga	kilo	Hecto	Déca	Déci	Centi	Milli	Micro
G = 10^9	M = 10^6	k = 10^3	h = 10^2	da = 10^1	d = 10^{-1}	c = 10^{-2}	m = 10^{-3}	$\mu = 10^{-6}$

IV – 4 – 2) La conversion

- ✓ **Les longueurs :** Convertir 28hm en cm. Soit **28 hm = 280000 cm**.

Avec les puissances de dix on constate que $28 \text{ hm} = 28 \cdot 10^2 \text{ m}$ et $\text{cm} = 10^{-2} \text{ m}$.

On passe alors de 10^2 à 10^{-2} en décalant de quatre rangs soit $2 - (-2) = 4$

Pour utiliser les puissances de dix dans la conversion on soustrait ou additionne les exposants correspondant aux unités : $28\text{hm} = 28 \cdot 10^{2-(-2)} \text{cm} = 28 \cdot 10^4 \text{cm}$

✓ **Les volumes :**

Convertir 5cm^3 en dm^3 : $5\text{cm}^3 = 5 \cdot (10^{-2})^3 \text{m}^3 = 5 \cdot 10^{-6} \text{m}^3$ et $\text{dm}^3 = (10^{-1})^3 \text{m}^3 = 10^{-3} \text{m}^3$ alors :
 $5\text{cm}^3 = 5 \cdot 10^{-6-(-3)} \text{dm}^3 = 5 \cdot 10^{-3} \text{dm}^3$.

Convertir 8mL en daL : $8\text{mL} = 8 \cdot 10^{-3-1} \text{daL} = 8 \cdot 10^{-4} \text{daL}$.

V° EVALUATION :

Exercice 1 : Complète la phrase ci-dessous

L'écriture scientifique d'un nombre est donnée par le.....d'un nombre décimal compris entre 1 et 10 par une..... entière de 10.

Exercice 2 : Précision d'un calcul à partir de valeurs mesurées

Les mesures des dimensions de deux champs rectangulaires ont donné les résultats suivants :

- Champ 1 : $L_1 = 121,9 \text{ m}$ et $l_1 = 65,0 \text{ m}$
- Champ 2 : $L_2 = 1,46 \text{ m}$ et $l_2 = 0,78 \text{ m}$

2.1 Calcule les aires A_1 et A_2 des surfaces correspondantes en respectant le nombre de chiffres significatifs. **2.2** Calcule les périmètres correspondants.

CHAPITRE III

MASSE – MASSE VOLUMIQUE - DENSITE

✓ **DUREE** : 5 HEURES

✓ **Activités préparatoires** :

Faire faire des recherches sur les balances : types de balances, caractéristiques et utilisations courantes.

Dans le langage courant le fer est plus « lourd » que le coton, l'eau est plus « lourde » que l'huile..., chercher une explication dans votre entourage.

✓ **Objectifs spécifiques** : Au terme de ce chapitre, l'apprenant devra être capable de :

❖ Acquérir la notion de masse, masse volumique, densité	❖ Utiliser la relation entre la masse, la masse volumique et le volume.
❖ Reconnaître différents types de balances.	❖ Déterminer la densité d'un corps.
❖ Déterminer la masse d'un objet	❖ Déterminer la masse volumique d'une substance homogène.

✓ **Prérequis** : unités de grandeurs vues à l'E.E ;

✓ **Concepts clés** : **Masse** : mesure de la quantité de matière ; **Volume** : espace occupé par un corps ; **Masse volumique** : le quotient de la masse m par le volume V du corps.

✓ **Introduction** :

D'ordinaire, nombreux sont ceux qui ignorent que le volume d'un objet n'est pas lié à sa forme. Des objets de différentes formes peuvent avoir le même volume. Face à de telles erreurs d'appréciation, les concepts de masse et de volume sont assez souvent confondus dans nos vies courantes par ceux qui n'ont pas de culture scientifique.

A cet effet, les scientifiques ont établi une relation entre la masse et le volume d'un corps : **Masse volumique**, du moment qu'ils se sont rendu compte que la masse et le volume seuls ne permettent pas de caractériser un corps.

Toutefois, les scientifiques se sont posé la question : quelle relation existe-t-il entre la masse volumique d'un corps et le fait qu'il flotte ou coule dans un autre corps ?

La résolution à une telle interrogation a défini la densité d'un corps par rapport à un autre corps pris comme référence.

Dès lors, l'étude de ces concepts a permis à l'homme de comprendre **comment les poissons ou les sous-marins peuvent-ils monter ou descendre dans l'eau ?**

✓ **PLAN DU COURS**

I° MASSE D'UN CORPS I – 1) Les types de balance I – 2) Définition I – 3) Unités I – 4) Détermination de la masse	III° DENSITE D'UN CORPS II – 2) Définition II – 3) Expression et unités : II – 4) Détermination expérimentale de masse volumiques : III – 1) Observations III – 2) Interprétations III – 3) Définition et Expression
II° MASSE VOLUMIQUE D'UN CORPS II – 1) Mise en évidence a) Tableau de mesure b) exploitation des résultats	IV° EVALUATION :

DEROULEMENT DU COURS

« RIEN N'EXISTE EN DEHORS DE L'ATOME » DEMOCRITE

I° MASSE D'UN CORPS :

I – 1) Les types de balance

Il existe différentes sortes de balances parmi lesquelles, nous pouvons citer la balance de Roberval, le trébuchet, la bascule, la balance automatique, le pont bascule, ...

Le choix de la balance doit être guidé par les qualités suivantes:

- ❖ **sa précision** : c'est la masse minimale que la balance permet d'apprécier
- ❖ **sa portée** : c'est la masse maximale que la balance peut supporter

I – 2) Définition

La masse d'un corps représente la quantité de matière contenue dans ce corps. Elle est déterminée à l'aide d'une balance.

❖ Remarque :

La masse d'un corps est une grandeur constante, elle reste invariable quel que soit le lieu.

I – 3) Unités

L'unité internationale de masse est le kilogramme de symbole kg.

Il possède des multiples et des sous-multiples donnés dans le tableau ci-dessous :

MULTIPLES			UNITE	SOUS-MULTIPLES			
TON NE	QUIN TAL	DIZA INE	KILOGRA MME	HECTOG RAMME	DECAGR AMME	GRAM ME	Nom
t	q	.	kg	hg	dag	g	Symbole

I – 4) Détermination de la masse :

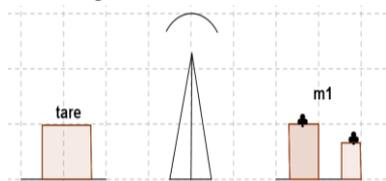
Pour déterminer la masse d'un objet, on utilise une balance. Lorsqu'on dispose d'une balance Roberval ou d'un trébuchet pour déterminer la masse m d'un objet, on peut procéder par **simple pesée** ou **double pesée**.

SIMPLE PESEE

Placer l'objet à peser sur l'un des plateaux de la balance.

Etablir l'équilibre avec des masses marquées m_1

Résultat : la masse de l'objet est $m = m_1$



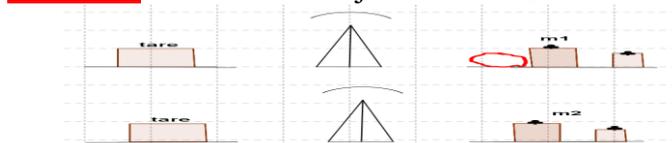
Double pesée

Choisir une tare (objet plus lourd que le corps dont on veut déterminer sa masse).

Placer la tare sur l'un des plateaux et l'objet à peser sur l'autre. Etablir l'équilibre avec des masses marquées m_1

Enlever le corps puis rétablir l'équilibre avec des masses marquées m_2

Résultat : la masse de l'objet est $m = m_2 - m_1$



NB : On place les masses marquées dans l'ordre décroissant.

II° MASSE VOLUMIQUE D'UN CORPS :

II – 1) Mise en évidence

a) Tableau de mesure

Prenons des quantités différentes d'un corps pur et déterminons pour chacune d'elle sa masse et son volume. On obtient alors le tableau de mesures suivant :

	Quantité A	Quantité B	Quantité C
Masse en kg	83	164	405
Volume en m ³	100	200	500

b) exploitation des résultats

Calculons le rapport de la masse sur le volume pour chaque quantité :

Quantité A	Quantité B	Quantité C
------------	------------	------------

« RIEN N'EXISTE EN DEHORS DE L'ATOME » DEMOCRITE

$\frac{\text{Masse (m)}}{\text{Volume (V)}} \left(\frac{m}{V} \right)$	0,83	0,82	0,81
---	------	------	------

On constate que le rapport de la masse d'une quantité sur le volume de cette même quantité est constant $\frac{m_A}{V_A} = \frac{m_B}{V_B} = \frac{m_C}{V_C}$. Cette constante est appelée masse volumique.

II – 2) Définition

La masse volumique est la masse de l'unité de volume d'un corps pur.

II – 3) Expression et unités :

La masse volumique d'un corps pur a pour symbole ρ (**rhô**) et se calcule à l'aide de la formule suivante : $\rho = \frac{m}{V}$

L'unité de la masse volumique dépend des unités choisies pour la masse et le volume.

Dans le Système international, la masse volumique est exprimée en $\frac{kg}{m^3}$ (ou $kg \cdot m^{-3}$)

Il existe hors du système international, d'autres unités usuelles de masse volumique tels que : le g / L ; le g / cm³ ; le g / mL ; le kg / L ; le kg / dm³.

Conversion :

$$1 \frac{g}{cm^3} = \frac{1 g}{1 cm^3} = \frac{0,001 kg}{0,000 001 m^3} = 1000 \frac{kg}{m^3}$$

$$1 \frac{g}{cm^3} = \frac{1 g}{1 cm^3} = \frac{0,001 kg}{0, 001 m^3} = 1 \frac{kg}{dm^3}$$

La masse volumique de l'eau vaut $\rho = 1000 \frac{kg}{m^3}$, **signifie que** 1cm³ d'eau pure a une masse de **1000kg**

❖ Remarque :

Le gramme par centimètre cube est (g / cm³) est l'unité le plus employée

II – 4) Détermination expérimentale de masses volumiques :

Pour déterminer la masse volumique d'une boule on a effectué les opérations A et B suivantes :

1°) A partir du schéma ci-dessus déduire la masse de la boule ainsi que son volume.

2°) Calculer la masse volumique de la boule.

Solution :

1) Déduisons la masse m de la boule ainsi que son volume

1- a) La masse de la boule :

On a : $m_2 = 462 \text{ g}$ et $m_1 = 150 \text{ g}$

Or, $m = m_2 - m_1$

AN : $m = (462 - 150) \text{ g} = 312 \text{ g}$

1 - b) Le volume de la boule V

Le volume contenu dans l'éprouvette A

*Le volume de la plus petite graduation est : $\frac{(40 - 20) \text{ mL}}{5} = 4 \text{ mL}$

* Le volume compris entre 20mL et le bas du ménisque est : 2 x 4 mL = 8mL

*Le volume V₁ est alors V₁ = (20 + 8) mL = 28 mL

Le volume contenu dans l'éprouvette B

*Le volume V₂ est alors V₂ = (60 + 8) mL = 68 mL

Le volume de la boule V

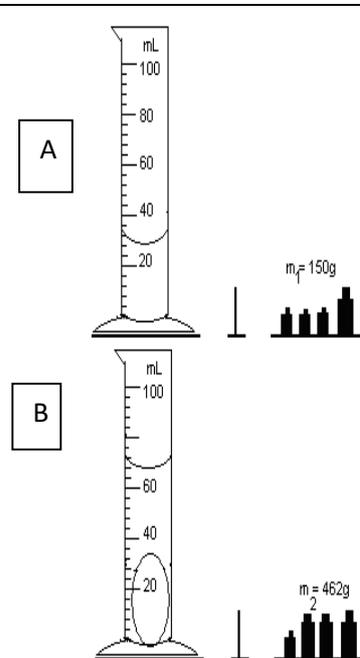
On a : V₂ = 68 mL et V₁ = 28 mL

Or, $V = V_2 - V_1$. AN : $V = (68 - 28) \text{ mL} = 40 \text{ mL}$

1) Calculons la masse volumique de la boule

On a : $m = 312 \text{ g}$ et $V = 40 \text{ mL}$

Or, on sait que : $\rho = \frac{m}{V}$ **AN :** $\rho = \frac{312g}{40mL} = 7,8 \text{ g/mL}$



II – 5) Quelques ordres de grandeurs

La masse volumique est une constante caractéristique d'un corps pur.

« RIEN N'EXISTE EN DEHORS DE L'ATOME » DEMOCRITE

Le tableau ci-dessous donne des exemples de masse volumique de certains corps purs.

Corps purs	Plomb	Cuivre	Fer	Eau	Glace	Bois Sapin	alcool	Essence	Polystyrène expansé	Huile
Masse volumique en kg.m⁻³	11300	8900	7800	1000	920	500 à 700	789	700	11	920

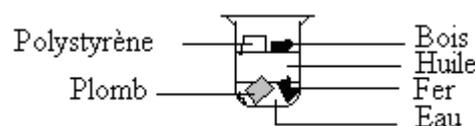
❖ Remarque :

- ✓ Pour les mélanges, la masse volumique dépend des proportions du mélange.
- ✓ La masse volumique peut varier avec la température et la pression.
- ✓ La pureté de l'or dans un mélange est mesurée à partir du nombre de Carat. Soit m_{Or} la masse d'Or pur dans un alliage de masse $m_{alliage}$ alors : $m_{Or} = \frac{\text{Nbre de Carat}}{24} \times m_{alliage}$

III° DENSITE D'UN CORPS :

III – 1) Observations :

Dans un bêcher contenant de l'huile, introduisons un morceau de fer, de plomb, de polystyrène, de bois et quelques millilitres d'eau. On constate alors que le fer, le plomb et l'eau se retrouvent au fond de l'huile alors que le polystyrène et le bois y flottent.



III – 2) Interprétations

Le fer, le plomb et l'eau se retrouvent **au fond** : ils sont **plus denses** que l'huile. Leur masse volumique est plus grande que celle de l'huile.

Le bois et le polystyrène flottent car ils sont **moins denses** que l'huile. Leur masse volumique est inférieure à celle de l'huile.

III – 3) Définition et expression :

La densité d'un corps A par rapport à un corps B est le rapport de la masse volumique de A sur celle de B.

Le corps B est dit le corps de référence. La densité a pour expression : $d_{A/B} = \frac{\rho_A}{\rho_B}$

❖ REMARQUE :

- La densité est un nombre sans unité.
- La densité s'exprime par le même nombre que la masse volumique en g.cm⁻³
- Pour les corps solides et liquides, le corps de référence est en général l'eau.
- Pour les gaz, on choisit l'air comme corps de référence.

IV° EVALUATION :

Exercice 1 : Vrai ou Faux

- a) « La masse volumique de l'eau dépend du volume d'eau. »
- b) « Un corps plus grand est plus lourd. »
- c) « Le bois flotte sur l'eau parce qu'il est plus léger que l'eau. »
- d) « Un corps a une masse de 5 kg et une masse volumique de 2,7 g/cm³. Si la masse est double, la masse volumique est aussi double. »
- e) « Un corps a une masse de 5 kg et une masse volumique de 2,8 g/cm³. Si on le coupe en deux, la masse volumique devient 1,4 g/cm³. »

Exercice 2 :

- 1) Calcule la masse volumique (en g/cm³ et en kg/m³) d'un corps de masse 1,19kg et de volume 134 cm³ d'un
- 2) De quel matériau pourrait-il s'agir ?

Exercice 3 : Un corps en fer a une masse de 9 kg calcule son volume sachant que sa masse volumique vaut 7,87g/cm³

CHAPITRE IV

POIDS RELATION ENTRE POIDS ET MASSE

✓ **DUREE : 5 HEURES**

✓ **Activités préparatoires :**

1- Relevez sur différents objets de votre milieu de vie les indications relatives au poids et à la masse. Quelles remarques faites-vous ?

2-La masse et le poids représentent-ils la même grandeur physique ? Si non quelle différence faites- vous entre ces deux grandeurs.

✓ **Objectifs spécifiques :** Au terme de ce chapitre, l'apprenant devra être capable de :

<ul style="list-style-type: none">❖ identifier le poids comme grandeur vectorielle à partir de ses caractéristiques.❖ définir le poids comme étant l'attraction que la terre exerce sur un corps.❖ donner l'unité de mesure de l'intensité du poids dans le S. I.❖ représenter le vecteur poids d'un corps.❖ distinguer le poids et la masse d'un corps.❖ calculer le poids ou la masse d'un corps en utilisant la relation $P = mg$	<ul style="list-style-type: none">❖ établir expérimentalement que le rapport $\frac{P}{m}$ est une constante notée g appelée intensité de pesanteur au lieu où se fait l'expérience❖ déterminer une relation entre poids et masse.❖ calculer le poids en un lieu donné ou la masse d'un corps en utilisant la relation $P = mg$❖ établir expérimentalement que le rapport $\frac{P}{m}$ est une constante notée g appelée intensité de pesanteur au lieu où se fait l'expérience
--	--

✓ **Prérequis :**

- **Masse :** grandeur caractéristique d'un corps que l'on détermine à l'aide d'une balance (définition opératoire).
- **Vecteur :** Sens ; Direction ; longueur ; **Echelle** = distance sur le plan sur distance réelle

✓ **Concepts clés :**

Masse : grandeur caractéristique de la quantité de matière que l'on détermine à l'aide d'une balance (définition opératoire).

Poids d'un corps : c'est l'attraction que la terre exerce sur lui. C'est une force répartie dans toute la matière.

Droite d'action : c'est la droite suivent laquelle le poids agit : c'est la verticale du lieu.

Le sens : c'est le sens du mouvement que provoque le poids, à savoir du haut vers le bas.

Le point d'application : c'est l'endroit où le poids s'applique donc du centre de gravité.

L'intensité : elle renseigne sur la valeur du poids et s'exprime en Newton.

La pesanteur (constante de pesanteur) : c'est le rapport du poids sur la masse d'un objet.

Force : toute action capable de mettre en mouvement un corps ou de le déformer.

✓ **Introduction :**

Le concept de masse qui fut créé par Newton, bien que relativisé est toujours une notion clé de notre connaissance du monde physique ; non seulement de la matière mais de l'univers aux divers étapes de son évolution qui le peuplent d' « objets » allant des particules aux galaxies. D'ailleurs, **Newton** définit la masse comme la quantité de matière qui caractérise un corps.

« RIEN N'EXISTE EN DEHORS DE L'ATOME » DEMOCRITE

Toutefois, c'est à lui qu'il revient d'établir une distinction nette entre la masse et le poids. C'est ce que nous allons découvrir en 4^{ème}.

A cet effet, nous chercherons à voir si ces notions prises de manière abusive dans la vie courante l'une pour l'autre sont liées.

Le professeur pour sa part, ne doit pas perdre de vue que cette confusion nait au tour du « concept de poids » constitue un obstacle épistémologique qu'il faut corriger chez l'apprenant.

✓ PLAN DU COURS

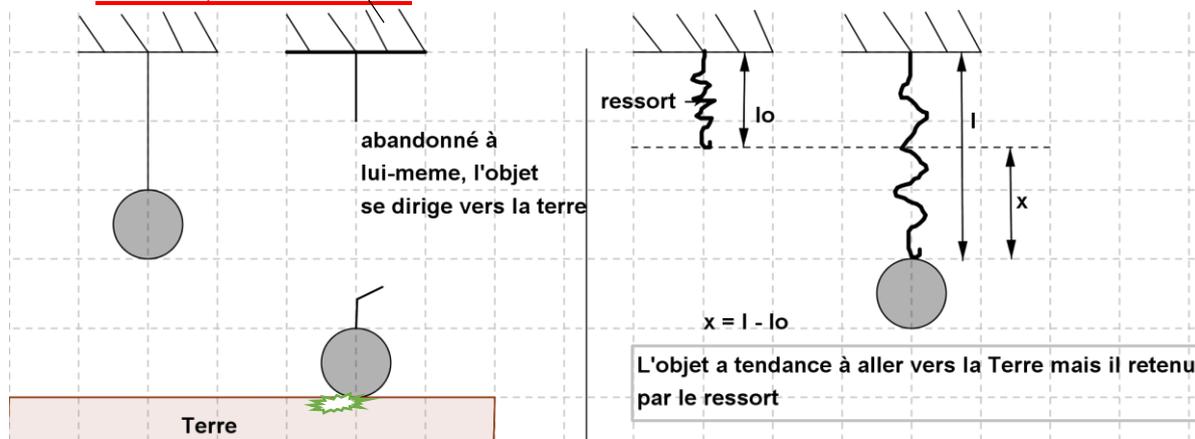
<p><u>I° NOTION DE POIDS D'UN CORPS</u></p> <p><u>I – 1) Mise en évidence du poids d'un corps</u></p> <p><u>I – 1 – 1) Observation</u></p> <p><u>I – 1 – 1) Interprétation</u></p> <p><u>I – 2) Définition</u></p> <p><u>I – 3) Caractéristiques du vecteur poids d'un corps</u></p> <p><u>I - 3 - 1) La droite d'action</u></p> <p><u>I - 3 - 2) Le sens</u></p> <p><u>I - 3 - 3) Le point d'application</u></p>	<p><u>I - 3 - 4) L'intensité du poids</u></p> <p><u>I – 4) Représentation vectorielle</u></p> <p><u>II° RELATION ENTRE POIDS ET MASSE</u></p> <p><u>II – 1) Expérience :</u></p> <p><u>II – 2) Observation :</u></p> <p><u>II – 3) Interprétation</u></p> <p><u>II – 4) Conclusion :</u></p> <p><u>II – 5) Distinction entre poids et masse</u></p> <p><u>III° EVALUATION :</u></p>
---	---

DEVOLEMENT DU COURS

I° NOTION DE POIDS D'UN CORPS :

I – 1) Mise en évidence du poids d'un corps :

I – 1 – 1) Observation :



I – 1 – 2) Interprétation

Les objets au voisinage de la terre, ont une tendance naturelle à aller vers elle. Ils sont attirés par la terre.

En physique, on dit que les corps possèdent un poids ou qu'ils sont soumis à la pesanteur.

I – 2) Définition : Le poids d'un corps est l'attraction que la terre exerce sur ce corps.

I – 3) Caractéristiques :

Le poids d'un corps est une grandeur vectorielle qui a pour caractéristiques :

I – 3 – 1) La droite d'action :

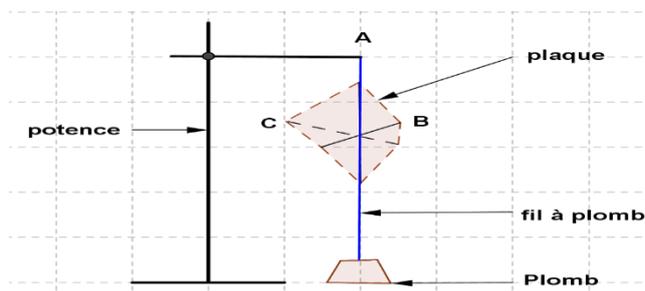
Le poids agit suivant une droite verticale appelée droite d'action. Elle est la verticale du lieu.

« RIEN N'EXISTE EN DEHORS DE L'ATOME » DEMOCRITE

I – 3 – 2) Le sens :

Le sens du poids d'un corps est du haut vers le bas.

I – 3 – 3) Le point d'application :



✓ **Mise en évidence du centre de gravité:**

Suspendons une plaque de carton à un fil successivement par les points A ; B ; C ; D ; ...
Traçons chaque fois sur la plaque le prolongement du fil, la verticale du point de suspension.

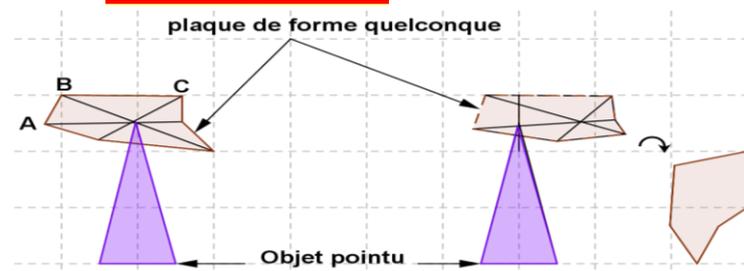
✓ **Observation :**

Les verticales des différents points d'un solide passent toutes par le même point G.

✓ **Conclusion :**

Tous les solides quelle que soit leur forme, possèdent ce point particulier appelé **centre de gravité.**

➤ **Point d'application :**



En plaçant un objet pointu sous le centre de gravité, la plaque ne tombe pas.

Hors du centre de gravité, l'objet tombe toujours du côté du centre de gravité. Donc, le poids de

l'objet agit alors au centre de gravité.

Le centre de gravité est appelé point d'application du poids.

I – 3 – 4) L'intensité du poids :

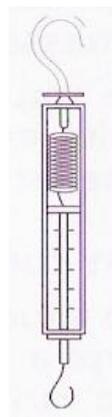
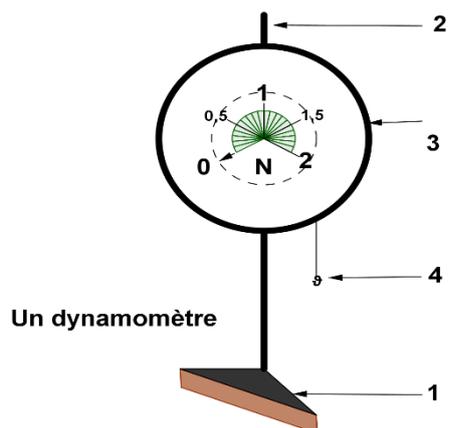
Soit A et B deux objets. L'objet (A) a provoqué un allongement important du ressort : le poids de l'objet A est alors plus intense que celui de l'objet B. Le poids d'un objet se caractérise aussi par son intensité qui renseigne sur sa valeur.

L'intensité du poids est une grandeur qui se mesure à l'aide d'un dynamomètre. Elle s'exprime en Newton et a pour symbole dans le système international (SI) N.

Résumé : Le tableau d'inventaire des caractéristiques du poids d'un corps (objet) est :

Caractéristiques	Point d'application	Droite d'action	Sens	Intensité
Poids				

« RIEN N'EXISTE EN DEHORS DE L'ATOME » DEMOCRITE



- 1
- 2
- 3
- 4

Dynamomètre

1 : anneau de suspension ; 2 : vis de réglage ; 3 : boîtier avec graduations ; 4 : crochet

I – 4) Représentation graphique :

➤ Exemple :

Un corps A assimilable à un point matériel a un poids de **2,5 N**. Représente le vecteur poids \vec{P} en indiquant toutes ses caractéristiques.

Indication : tu devras choisir une échelle.

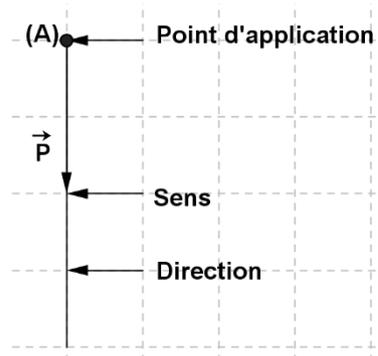
➤ Solution :

Norme ou intensité $P = 2,5 \text{ N}$

Echelle : 1 cm 1 N

$P_x \text{ cm} \dots\dots\dots 2,5 \text{ N}$

$$P_x = \frac{2,5 \text{ N} \times 1 \text{ cm}}{1 \text{ N}} = 2,5 \text{ cm}$$



II° RELATION ENTRE POIDS ET MASSE :

II – 1) Expérience :

Soit A, B, C et D quatre corps de forme et nature différentes. On veut compléter le tableau ci-contre.

a) A l'aide du matériel approprié détermine l'intensité du poids et la masse de chaque objet.

b) calcule le rapport $\frac{P}{m}$

Objet	A	B	C	D
Intensité du poids en (N)				
Masse en (Kg)				
Rapport $\frac{P}{m}$				

II – 2) Observation :

Les rapports $\frac{P}{m}$ des différents objets sont égaux.

II – 3) Interprétation :

Le rapport $\frac{P}{m}$ étant une constante, donc la courbe obtenue est une droite qui passe par l'origine du repère.

Cette constante est une grandeur physique appelée **intensité de pesanteur**.

II – 4) Conclusion :

Le poids d'un corps est proportionnel à sa masse. Le rapport du poids et de la masse est égal à une constante notée **g**.

« RIEN N'EXISTE EN DEHORS DE L'ATOME » DEMOCRITE

g : est appelé **intensité de la pesanteur** du lieu. Elle s'exprime en $N.kg^{-1}$ dans le SI.

La relation entre le poids et la masse est donc: donc $g = \frac{P}{m}$ Si P est en N et m en Kg , alors g est en $N.kg^{-1}$ D'où

$$P = m g \rightarrow (N.kg^{-1})$$

↓
(N)

↓
(Kg)

II - 5) Distinction entre poids et masse :

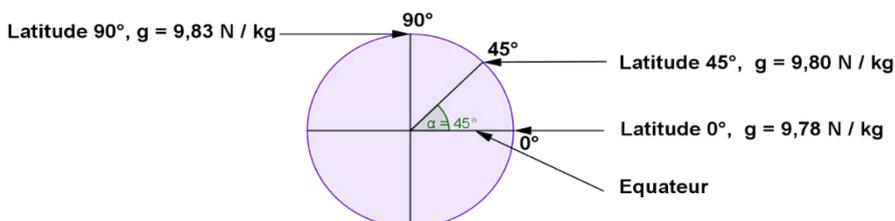
Le tableau ci-dessous indique la valeur de g et celle de la masse d'un objet dans différentes planètes du système solaire.

	Terre	Lune	Mars	Jupiter
$g (N.kg^{-1})$	10	1,6	3,9	26
Masse en Kg	5	5	5	5
P	50 N	8 N	19,5 N	130 N

L'analyse du tableau montre que :

- ❖ La masse est invariable. La masse reste constante *quel que soit le lieu*. Elle est une grandeur scalaire.
- ❖ L'intensité de pesanteur g dépend du lieu de mesure. Elle ne dépend ni de **la nature**, ni de **la forme** du corps. Elle augmente modérément avec la latitude et diminue avec l'altitude
- ❖ Le poids augmente quand g augmente.

Le poids est une grandeur vectorielle. Il *varie avec le lieu*,



Résumé : ↗ Augmentation ; → stabilité ; ↘ diminution

P	=	m	g
↗		→	↗
↘		→	↘

III° EVALUATION :

Exercice 1 :

- 1) Avec quel type d'instrument détermine-t-on :
 - a) la masse d'un objet ?
 - b) le poids d'un corps ?

Exercice 2

1) Un objet A pèse 15 kg à Dakar. Quelle est sa masse à Paris et à New York ? Justifie.

2) Lors d'une expérience visant à déterminer la relation entre le poids P et la masse m des élèves de 4^{ème} ont trouvé les valeurs suivantes:

a) Donner la relation qui existe entre P et m .

b) Calculer les différentes valeurs de cette relation, puis tracer sur du papier millimétré, la courbe $P = f(m)$ à l'échelle 1 cm pour 1 Kg et 1 cm pour 10N

c) Déterminer à l'aide du graphique (au $\frac{1}{10}$ près) la valeur de l'intensité de la pesanteur terrestre.

Poids (N)	Masse (Kg)
19,6	2
29,4	3
49	5
68,6	7

Solution :

CHAPITRE V

INTRODUCTION A L'ELECTRICITE

✓ **Objectifs spécifiques :** Au terme de ces chapitres, l'apprenant devra être capable de :

Chapitre 5 : Effets du courant électrique	Chapitre 6: Intensité d'un courant et Tension
<ul style="list-style-type: none">❖ Représenter les schémas normalisés de dipôles usuels❖ Utiliser quelques dipôles électriques.❖ Schématiser un circuit électrique.❖ Réaliser un circuit à partir d'un schéma.❖ Distinguer expérimentalement conducteur et isolant.❖ Reconnaître les effets du courant électrique (dans divers appareils).❖ Indiquer le sens conventionnel du courant électrique.	<ul style="list-style-type: none">❖ Utiliser un ampèremètre,❖ Utiliser la loi de l'unicité de l'intensité dans un circuit série.❖ Utiliser la loi des nœuds.❖ Utiliser un voltmètre❖ Utiliser les lois des tensions❖ Reconnaître une bonne prise de précautions pour protéger les personnes et les appareils.❖ Appliquer les consignes de sécurité liées au courant électrique.

✓ **Introduction :**

Le mot électricité vient du mot grec *élektron* qui signifie ambre jaune, une résine fossile, légèrement cassante. Il émet une odeur agréable quand on la frotte et quand on la brûle, il produit une flamme claire.

Toutefois, l'utilité de l'électricité n'est plus à démontrer aujourd'hui.

Ainsi, pour plus d'efficacité, nous diviserons ce chapitre en deux : **Chapitre 5 : Effets du courant électrique** et **Chapitre 6 : Intensité d'un courant et Tension**

CHAPITRE V

EFFETS DU COURANT ELECTRIQUE

✓ **DUREE :** 3 HEURES

✓ **Activités préparatoires :**

Faire faire des recherches sur la lampe à incandescence ; (Réponse attendue : Thomas Alva Edison) ; Faire rappeler l'Electrolyse de l'eau

✓ **Objectifs spécifiques :**

<ul style="list-style-type: none">❖ Reconnaître les effets du courant❖ Donner les symboles de quelques dipôles	<ul style="list-style-type: none">❖ Réaliser des circuits à partir de schémas normalisés❖ Faire le schéma normal d'un circuit simple
---	---

✓ **Prérequis :** Electrolyse de l'eau ;

✓ **Concepts clés :**

- générateur : tout appareil qui fournit du courant électrique;
- récepteur : tout appareil autre que le générateur traversé par un courant électrique ;
- dipôle : tout appareil électrique possédant deux bornes

✓ PLAN DU COURS

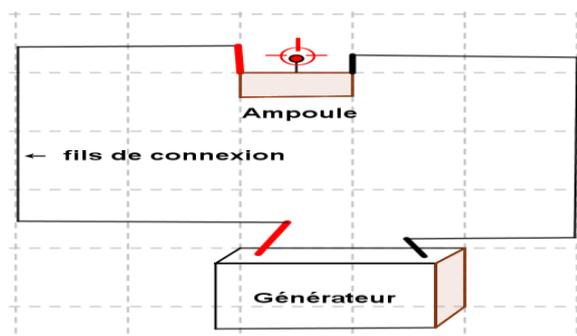
<p><u>I° CIRCUIT ELECTRIQUE – DIPOLES :</u> <u>I° - 1) Eléments d'un circuit :</u> <u>I° - 1 – a) Le générateur :</u> <u>I° - 1 – b) Le récepteur :</u> <u>I° - 1 – c) Dipôle :</u> <u>I° - 2) Conducteurs et isolants :</u> <u>I° - 2 – 1) Conducteurs :</u> <u>I° - 2 – 2) Isolants :</u> <u>I° - 3) Symbolisme de quelques dipôles et de circuits électriques</u> <u>I° - 3 – 1) Dipôles et symboles :</u></p>	<p><u>I° - 3 – 2) Circuits électriques :</u> <u>II° MISE EN EVIDENCE DES EFFETS DU COURANT ELECTRIQUE :</u> <u>II – 1) Effets calorifiques :</u> <u>II – 2) Effets chimiques :</u> <u>II – 3) Effets magnétiques :</u> <u>II – 4) Effets lumineux :</u> <u>III° SENS CONVENTIONNEL DU COURANT ELECTRIQUE :</u> <u>IV° EVALUATION :</u></p>
---	--

DEROULEMENT DU COURS

I° CIRCUIT ELECTRIQUE – DIPOLES :

I° - 1) Eléments d'un circuit :

L'observation d'une lampe de poche conduit au schéma ci-contre



I° - 1 – a) Le générateur :

On appelle générateur tout appareil qui fournit du courant électrique.

Exemples : pile, batterie, groupes électrogènes...

I° - 1 – b) Le récepteur :

On appelle récepteur tout appareil autre que le générateur, traversé par un courant électrique.

Exemples : lampe ; électrolyseur ; fer électrique, four électrique, TV, réfrigérateur...

I° - 1 – c) Dipôle :

Tout appareil possédant deux bornes est appelé dipôle.

I° - 2) Conducteurs et isolants :

Reprenons l'expérience précédente en intercalant entre l'ampoule électrique et la pile un fil en plastique ; du bois sec, nous constatons alors que l'ampoule ne s'allume pas : elle n'est pas traversée par un courant. La lampe reste aussi éteinte si on enlève les fils de connexion.

La lampe demeure allumée si nous intercalons un électrolyseur contenant une eau sodée (ou du chlorure de sodium) ; une mine de crayon ; des fils métalliques.

I° - 2 – 1) Conducteurs :

Ces objets qui **laissent passer le courant** sont des **conducteurs électriques**

Exemples de conducteur : les métaux, le corps humain, les solutions d'électrolytes, ...

I° - 2 – 2) Isolants :

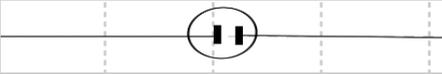
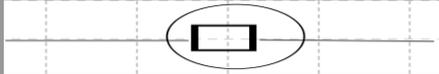
Ces objets qui **ne laissent pas passer le courant** sont des **isolants électriques**

« RIEN N'EXISTE EN DEHORS DE L'ATOME » DEMOCRITE

Exemples d'isolants électriques : L'eau pure, l'air sec, le bois sec, le plastique, le caoutchouc...

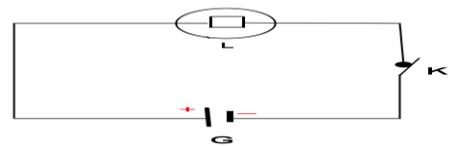
I° - 3) Symbolisme de quelques dipôles et de circuits électriques

I° - 3 - 1) Dipôles et symboles :

Dipôles	Symboles
Générateur	
Electrolyseur	
Ampoule	
Interrupteur ouvert	
Interrupteur fermé	

I° - 3 - 2) Circuits électriques :

Un circuit électrique est généralement constitué d'une chaîne de générateur et de récepteurs reliés par des fils conducteur.



Lorsque la chaîne est continue, on dit que le circuit est fermé.

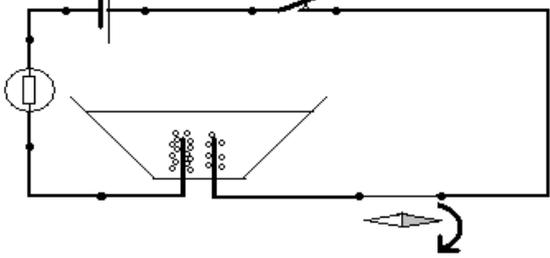
Lorsque la chaîne est discontinue, on dit que le circuit est ouvert.

❖ **Remarque :**

En reliant les bornes d'un générateur par un fil, on crée un court-circuit qui peut être source d'incendie.

II° MISE EN EVIDENCE DES EFFETS DU COURANT ELECTRIQUE :

Réalisons le circuit suivant et fermons l'interrupteur

	<p>Observations : On observe alors que :</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ La lampe s'allume et s'échauffe légèrement ➤ Il se dégage des bulles de gaz aux électrodes (Dihydrogène et dioxygène) ➤ L'aiguille qui était parallèle au fil dévie.
---	--

Interprétations

Le passage du courant à travers le circuit est constaté grâce aux manifestations observables appelées les effets du courant :

II - 1) Effets calorifiques :

Tout conducteur parcouru par un courant électrique est le siège d'un dégagement de de chaleur.

Cet effet calorifique est mis à profit dans les fers à repasser, les fours électriques, les fusibles, les chauffe eau électriques,...

« RIEN N'EXISTE EN DEHORS DE L'ATOME » DEMOCRITE

II – 2) Effets chimiques :

Beaucoup de substances fondues ou en solution sont le siège de transformations chimiques lorsqu'elles sont parcourues par un courant électrique.

De telles substances en solution ou fondues sont des **électrolytes** et leur transformation porte le nom d'**électrolyse**.

L'effet chimique est utilisé dans l'industrie (production de gaz, purification de métaux...)

II – 3) Effets magnétiques :

Le courant électrique et l'aimant ont des effets similaires (déviation) sur les aiguilles aimantées d'une boussole : on dit que le courant électrique a des effets magnétiques.

On l'utilise en électricité pour la fabrication d'appareil de mesure à aiguille.

II – 4) Effets lumineux :

C'est la production de lumière par certains appareils tels que les tubes luminescents et les lampes témoins (diodes électroluminescentes, écran à plasma...).

III° SENS CONVENTIONNEL DU COURANT ELECTRIQUE :

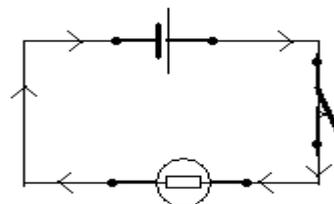
Les effets chimiques et magnétiques sont « inversés » quand on inverse les fils de connexion aux bornes du générateur. Ces effets chimiques et magnétiques sont dit polarisés.

Ce qui prouve que les deux bornes du générateur ne jouent pas le même rôle et ne sont pas équivalentes.

L'une des bornes est appelée borne positive (+) et l'autre est appelée borne négative (-)

Convention

Le sens conventionnel du courant est celui qui, à l'extérieur du générateur va de la borne positive à la borne négative.



Sens conventionnel du courant

IV° EVALUATION :

EXERCICE I :

1. Définir les termes suivants : dipôle générateur, récepteur, circuit électrique.
2. Compléter le tableau suivant :

Dipôles	Générateur		Lampe
Symboles		—	

3. Un circuit comprend 1 lampes ; générateur ; un interrupteur et un électrolyseur. Faire un schéma.

EXERCICE 2 :

Compléter par le mot qui manque

- 1 : Effet du courant où l'aiguille aimantée dévie : ...
- 2 : Appareil possédant deux bornes d'utilisation : ...
- 3 : Appareil utilisant le courant pour fonctionner : ...
- 4 : Effet du courant pour lequel des corps purs nouveaux se forment : ...
- 5 : Corps qui laisse passer le courant électrique : ...
- 6 : Corps qui ne laisse pas passer le courant électrique : ...
- 7 : Effet du courant pour lequel de la chaleur est produite : ...
- 8 : appareil qui fournit du courant électrique : ...

CHAPITRE VI

INTENSITE DU COURANT

✓ **DUREE : 3 HEURES**

✓ **Activités préparatoires :**

Faire des recherches sur les conséquences de la variation des effets du courant électrique. Faire faire des recherches sur André Mari Ampère (1775 – 1837)

✓ **Objectifs spécifiques :**

❖ Acquérir les notions d'intensité et de tension électrique	❖ Utiliser les propriétés de la tension
❖ Utiliser les propriétés de l'intensité	❖ Utiliser l'ampèremètre et le voltmètre

✓ **Prérequis :** les effets du courant électrique ; principe des vases communicants

✓ **Concepts clés :**

- Ampère : unité internationale d'intensité de courant électrique
- Nœud : lieu de rencontre d'au moins trois branches
- Circuit série : circuit qui ne comporte pas de nœud
- Circuit parallèle : circuit comportant au moins un nœud

✓ **PLAN DU COURS**

<p>I° INTENSITE D'UN COURANT ELECTRIQUE : LE CIRCUIT ELECTRIQUE</p> <p>I – 1) Notion d'intensité (Approche qualitative)</p> <p>I – 2) Unité d'intensité, mesure de l'intensité</p> <p>I – 2 – 1) Unité d'intensité</p> <p>I – 2 – 2) Quelques ordres de grandeur</p> <p>I° - 2 – 3) Appareils de mesures : position</p> <p>I – 3) Caractéristiques de l'intensité</p> <p>I – 3 – 1) Nœud</p> <p>I – 3 – 2) Circuit série : loi d'unicité</p> <p>I° - 3- 3) Circuit en parallèle ou en dérivation : Loi des nœuds</p>	<p>II° TENSION ELECTRIQUE (DIFFERENCE DE POTENTIEL :</p> <p>II – 1) Notion de tension (Aspect qualitatif)</p> <p>II – 1 – 1) Analogie :</p> <p>II – 1 – 2) Représentation symbolique :</p> <p>II° - 2) Unités et mesures</p> <p>II – 2 – 1) Unités :</p> <p>II – 2 – 2) Quelque ordres de grandeur :</p> <p>II – 2 – 3) Appareil de mesure : position</p> <p>II – 2 – 4) Loi d'additivité des tensions :</p> <p>III° EVALUATION :</p>
---	---

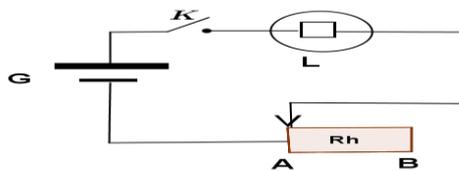
DEROULEMENT DU COURS

I° INTENSITE D'UN COURANT ELECTRIQUE : LE CIRCUIT ELECTRIQUE :

I – 1) Notion d'intensité (Approche qualitative) :

Réalisons le circuit ci-contre :

- ✓ G est un générateur (piles de 4,5 V) ;
- ✓ L est une petite ampoule électrique ;
- ✓ K est un interrupteur ;
- ✓ Rh un rhéostat (appareil essentiellement constitué d'un conducteur AB enroulé sur un cylindre et d'un contact mobile C, le curseur pouvant se déplacer entre A et B).



Le curseur se trouve initialement en A. Fermons le circuit, nous constatons que la lampe s'allume.

Déplaçons lentement le curseur de A vers B, la lampe éclaire de moins en moins. Les effets du courant deviennent « moins importants ».

« RIEN N'EXISTE EN DEHORS DE L'ATOME » DEMOCRITE

Nous disons que le courant devient de moins en moins intense ou que l'intensité du courant diminue.

L'intensité du courant est une grandeur physique liée à l'importance des effets produits par le courant. Donc plus l'intensité est élevée, plus les effets du courant sont importants.

I - 2) Unité d'intensité, mesure de l'intensité :

I - 2 - 1) Unité d'intensité :

L'unité internationale d'intensité du courant électrique est l'ampère (de symbole : A). L'intensité du courant est mesurée à l'aide d'un appareil appelé ampèremètre.

I - 2 - 2) Quelques ordres de grandeur :

Système	Ordre de grandeur
Fer à repasser	100 A
D.E.L	10 mA
Ampoule de lampe de poche	100 mA = 0,1 A
Cuve à électrolyseur	0,5 MA

I - 2 - 3) Appareils de mesures : position :

L'intensité du courant est mesurée à l'aide d'appareils appelé **ampèremètres**.

Le principe des ampèremètres est basé sur les effets magnétiques du courant. Il en existe deux types : **les ampèremètres à aiguilles** et **les ampèremètres numériques** (ou digitaux)

Pour mesurer l'intensité I du courant électrique traversant un dipôle D il faut :

- ✓ ouvrir le circuit immédiatement avant ou après le dipôle D,
- ✓ bien intercaler l'ampèremètre : on dit que le dipôle D et l'ampèremètre sont en **série**.

Le symbole de l'ampèremètre est :



❖ Remarque :

- ✓ Lors d'une mesure, il peut être nécessaire d'adapter le calibre de l'ampèremètre

Pour les ampèremètres numériques :

- ✓ Si le signe - apparaît devant la mesure c'est que les branchements sont inversés.
- ✓ Si l'affichage « 1 » apparaît, c'est que le calibre choisi est trop petit. Il faut alors ouvrir le circuit au plus vite sinon l'appareil risque d'être endommagé.

Pour l'ampèremètre à aiguille : $I = \frac{\text{Calibre} \times \text{Lecture}}{\text{graduations}}$

- ✓ Il ne faut jamais brancher un ampèremètre seul avec le générateur.

I - 3) Caractéristiques de l'intensité :

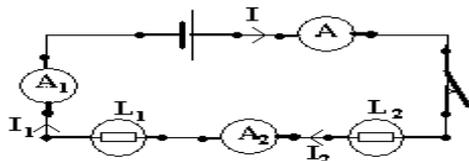
I - 3 - 1) Nœud :

Dans un circuit électrique, nous appellerons **nœud** tout point de rencontre d'au moins 3 fils conducteurs.

I - 3 - 2) Circuit série : loi d'unicité :

Un circuit qui ne comporte pas de nœud est dit **circuit série**.

A l'aide de trois ampèremètres, mesurons les intensités I ; I₁ et I₂ traversant respectivement le générateur ; la lampe L₁ et la lampe L₂. Nous constatons que les trois ampèremètres indiquent la même valeur. Le constat serait le même en tout circuit série.



Loi d'unicité : l'intensité du courant est la même en tout point d'un circuit série.

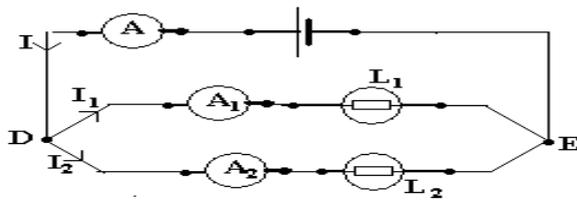
D'après la loi de l'unicité on a : $I = I_1 = I_2$

I - 3 - 3) Circuit en parallèle ou en dérivation : Loi des nœuds

Un circuit qui comporte au moins un nœud est dit **circuit en parallèle ou en dérivation**.

Recommençons l'expérience avec le circuit suivant où les points E et D sont appelés nœuds.

« RIEN N'EXISTE EN DEHORS DE L'ATOME » DEMOCRITE



Nous vérifions aux erreurs d'expérience près que $I = I_1 + I_2$

Loi des nœuds :

La somme des intensités des courants qui partent d'un nœud est égale à la somme des intensités qui arrivent de ce même nœud.

II° TENSION ELECTRIQUE (DIFFERENCE DE POTENTIEL) :

II - 1) Notion de tension (Aspect qualitatif)

II - 1 - 1) Analogie :

Lorsqu'une masse a tendance spontanément à tomber de A vers B, nous dirons que l'altitude de A est supérieure à celle de B ou qu'il existe une différence d'altitude entre A et B.

Par analogie, lorsque le courant électrique circule à travers un dipôle non générateur de la borne A vers la borne B, nous disons qu'il existe une différence de potentiel ou tension notée :

$$U_{AB} = V_A - V_B$$

Nous dirons de même qu'il existe une tension aux bornes d'un générateur lorsque ses deux bornes sont reliées par un conducteur traversé par un courant I.

On appelle tension, la différence de potentiel qui existe entre deux points d'un circuit. On l'appelle aussi la ddp.

La tension est une grandeur algébrique : si $U_{AB} = V_A - V_B > 0$ alors $U_{BA} = V_B - V_A < 0$.

II - 1 - 2) Représentation symbolique :

On symbolise la tension U_{AB} entre A et B par une flèche orientée de B vers A



II - 2) Unités et mesures

II - 2 - 1) Unités :

Dans le système international, la tension d'un point est exprimée en volt (symbole V).

II - 2 - 2) Quelques ordres de grandeur :

Système	Ordre de grandeur
Entre certains nuages et la terre	10^8 V
Pile plate	4,5 V
Réseau de distribution SDE	220 V
Foudre	$5 \cdot 10^5$ kV

II - 2 - 3) Appareil de mesure : position

L'appareil utilisé pour mesurer la tension est le voltmètre.

Le symbole du voltmètre est :



Pour mesurer la tension aux bornes d'un dipôle, on branche le voltmètre en parallèle avec ce dipôle.

❖ Remarque :

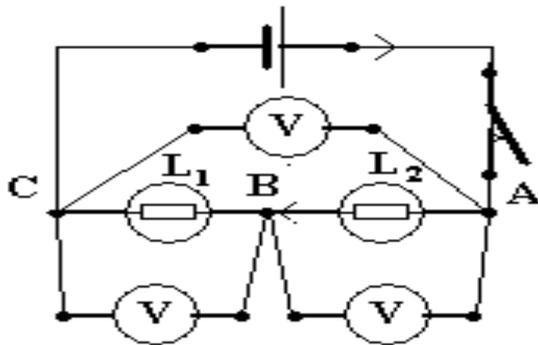
✓ La tension entre d'un fil conducteur est nulle car l'état électrique d'un fil est partout le même.

✓ Pour un voltmètre à aiguille : $U = \frac{\text{Calibre} \times \text{Lecture}}{\text{graduations}}$

II - 2 - 4) Loi d'additivité des tensions :

« RIEN N'EXISTE EN DEHORS DE L'ATOME » DEMOCRITE

Réalisons le schéma ci-dessous et les tensions suivantes : U_{AB} , U_{BC} et U_{AC}



Les tensions s'ajoutent. Nous pouvons vérifier aux erreurs d'expériences près la relation:

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

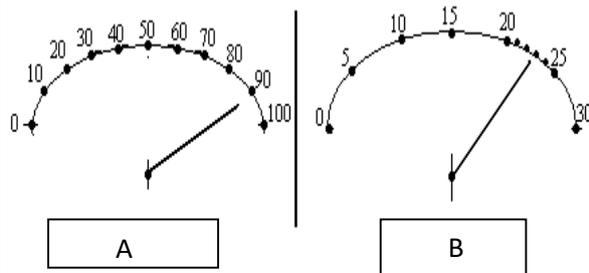
❖ **Remarque :**

- La tension aux bornes d'un ampèremètre est nulle
- L'intensité du courant qui traverse un voltmètre est nulle

III° EVALUATION :

EXERCICE I :

1. Les schémas A et B ci-dessous correspondent à des cadrans d'ampèremètre. Pour le schéma A, le calibre utilisé est 5A. Calculer l'intensité ainsi mesurée.



a. Pour le schéma B, l'intensité à déterminer est de 5,75A. Quel est alors le calibre utilisé ?

2. Choisir la bonne réponse dans chacun des cas suivants en mettant une croix dans la bonne case (C : calibre ; n : lecture ; N : graduations)

a. L'expression de l'intensité du courant est : $I = \frac{n \times N}{C}$; $I = \frac{n \times C}{N}$; $I = \frac{N \times C}{n}$

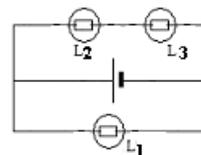
b. L'expression du calibre sera : $C = \frac{N \times I}{n}$; $C = \frac{n \times N}{I}$; $C = \frac{I \times n}{N}$

3. Compléter le tableau ci-dessous :

N	150	100		150	100
n	120		27	90	95
C	3A	1A	300mA		100mA
I		0,75A	0,27A	4,5A	

EXERCICE II :

Considérons le circuit ci-dessous



La tension aux bornes de L_2 est 15V et celle aux bornes du générateur, 24V.

1- Avec quel appareil mesure-t-on la tension ? Reprendre le circuit et insérer celui qui permet de mesurer la tension aux bornes de L_2

3- Nommer les points et compléter le tableau

Dipôle	G	L_1	L_2	L_3
tension				

2- Quelle est la tension aux bornes de L_1 ?

3- Calculer la tension aux bornes de L_3 .

CHAPITRE VII

SOURCES ET RECEPTEURS DE LUMIERE

✓ **DUREE : 3 HEURES**

✓ **Activités préparatoires :**

Rechercher dans votre environnement des objets qui produisent de la lumière et des objets qui reçoivent et renvoient la lumière.

✓ **Objectifs spécifiques :** Au terme de ce chapitre, l'apprenant devra être capable de :

Objectifs spécifiques de la leçon	Niveau taxonomique
Distinguer une source primaire (réelle) d'une source secondaire (apparente).	Connaissance
Distinguer les sources des récepteurs de lumière	Connaissance/ Compréhension
Déterminer les conditions de visibilité d'un objet pour un observateur	Connaissance
Expliquer certains phénomènes lumineux	Résolution de problème
Appliquer les conditions de sécurité pour l'observation de certains objets émetteurs de lumière (soleil ; laser ; ...)	Savoir être

✓ **PREREQUIS :** L'œil (description sommaire et simplifiée de l'œil : Iris ; pupille ; conjonctive)

✓ **Concepts clés :**

- **Source de lumière :** est tout corps qui émet ou qui diffuse la lumière qu'il reçoit.
Sources primaires :
- **Récepteur :** c'est récepteur de lumière tout corps ou dispositif sensible à la lumière
- **Une source primaire de lumière (réelle, propre) :** est un corps qui produit la lumière qu'il émet.
- **Une source secondaire (apparente, impropre) :** est un objet qui renvoie la lumière qu'il reçoit.
- **Sources naturelles :** (soleil, luciole, étoile...),
- **Sources artificielles :** (corps incandescents, corps luminescents...).
- **Illusion optique :** Erreur de perception causée par une fausse apparence
- **Expériences :**

✓ **Expérience 1 :** Identifier ce qui permet de voir

Décrire la situation d'un apprenant qui est victime d'un délestage la nuit en jetant un dernier coup d'œil sur ses cours.

Ne voyant plus rien, il réalise que pour voir, il lui faut des yeux et de la lumière

✓ **Expérience 2 :** montrer à l'apprenant que la lumière blanche est constituée de plusieurs couleurs et c'est l'identification de ces différentes couleurs par l'œil qui nous fait dire que tel objet est rouge ; bleu ; vert ;

✓ **Matériel :** Lampe torche (portable) ; Un CD ; Un écran (tableau)

Allumer une lampe et diriger sa lumière sur un disque CD. Projeter la lumière renvoyée par le CD sur le tableau (écran). Un très joli arc-en-ciel apparaît.

✓ **Matériels et produits :** Torche ; disque ; corps incandescents, torche, bougie, boîte d'allumettes, œil, pellicule photographique, feuilles de plante ;

« RIEN N'EXISTE EN DEHORS DE L'ATOME » DEMOCRITE

✓ Introduction :

L'optique est la partie de la physique qui étudie la lumière et les phénomènes qu'elle engendre, même lorsque ceux-ci ne sont pas détectables par l'œil humain. Mais, pourquoi étudier l'optique ?

- L'optique conditionne notre perception de l'environnement puisqu'elle est la science de la vision
- Le laser a entraîné un renouveau complet de cette discipline
- Les technologies optiques sont partout : télécommande infrarouge, CD, lunettes, télescope, imagerie par satellite, lecteur de code barre....

✓ PLAN DU COURS

<p><u>I° SOURCE DE LUMIERE :</u> <u>I° – 1) Définition</u> <u>I° – 2) Types et Exemples de sources de lumière</u> <u>II° RECEPTEUR DE LUMIERE :</u></p>	<p><u>II° – 1) Définition</u> <u>II° – 2) Types et Exemples de récepteurs de lumière</u> <u>II° - 3) Conditions de visibilité d'un objet</u> <u>III° EVALUATION :</u></p>
--	---

DEROULEMENT DU COURS

I° SOURCES DE LUMIERE

I – 1) Définition : Une source de lumière est tout corps ou dispositif qui émet de la lumière.

❖ **Remarque :** La lumière émise est caractérisée par son intensité et sa couleur.

I – 2) Type et Exemples de sources de lumière :

Il en existe deux types de sources de lumière :

Source de lumière		
Réelles ou primaires		Apparentes ou secondaires
<p><u>Définition :</u> Une source primaire de lumière (réelle, propre) : est un corps qui produit la lumière qu'il émet.</p>		<p><u>Définition :</u> Une source secondaire (apparente, impropre) : est un objet qui renvoie une partie de la lumière qu'il reçoit d'autres sources lumineuses.</p>
<p><u>Réelles chaudes</u></p>	<p><u>Réelles froides</u></p>	<p><u>Exemples :</u> - Les astres : Lune, Mars, Vénus, Terre... - Tout objet éclairé en particulier, les objets réfléchissants (verre, métaux neufs...)</p>
<p><u>Exemples :</u> - Les étoiles (le soleil est une étoile particulière) - Le feu</p>	<p><u>Exemples :</u> - Etres vivants : lucioles, algues... - Corps phosphorescents : émission faible et prolongée de lumière après arrêt de l'excitation : (chapelet, aiguille montre...) - Eclair</p>	
<p>- Les corps incandescents</p>	<p>- Tubes fluorescents : émission immédiate de lumière qui cesse avec</p>	

« RIEN N'EXISTE EN DEHORS DE L'ATOME » DEMOCRITE

(flamme de bougie, filament d'une lampe électrique)

l'excitation : lampes (néon ou vapeur de sodium), écran télévision...
- **Diode électroluminescente (DEL)**

❖ **Remarque :**

✓ **Sources naturelles, Sources artificielles**

Certaines sources sont naturelles (soleil, luciole, étoile...), d'autres artificielles (corps incandescents, corps luminescents...).

✓ **Une source secondaire renvoie la lumière mais ne subit pas de transformation.**

II° LES RECEPTEURS DE LUMIERE :

II – 1) Définition

Un récepteur de lumière tout corps ou dispositif sensible à la lumière. Il se transforme ou réagisse sous l'action de la lumière.

II – 2) Exemples :

Nous pouvons en distinguer deux catégories de récepteurs :

Récepteurs naturels	Récepteurs artificiels
- L'œil : excitation de la rétine - La peau : bronzage et fabrication de vitamines D - Les feuilles de plantes vertes : photosynthèse	- Substances chimiques : le chlorure d'argent dans les pellicules photographiques - Dispositifs électroniques : photodiodes, photo résistances. - Autres : lunettes photosensibles...

II° - 3) conditions de visibilité d'un objet :

Un objet est visible que lorsqu'il émet ou diffuse de la lumière qui parvient à l'œil de l'observateur.

❖ **Remarque :**

- ✓ Toute forme de vie sur terre dépend étroitement du soleil
- ✓ Attention !!! Ne regardez jamais directement le soleil ou la lampe d'un projecteur car ceci peut causer des dommages permanents de la vue.
- ✓ On parle d'illusion optique lorsque nos yeux nous trompent des fois.

III° EVALUATION :

Placer chacun des objets proposés dans la colonne qui convient du tableau ci-dessous : Flamme de bougie, peau, mur blanc, pellicule photo, lune, soleil, vénus, DEL, chapelet, étoile polaire, feuille de plante verte, satellite Spot, œil, atmosphère (le ciel), lunette photosensible, écran de télévision, photodiodes, tableau, panneaux solaires, luciole

Sources primaires	Sources secondaires	Récepteurs

CHAPITRE VIII

PROPAGATION DE LA LUMIERE

✓ **DUREE : 6 HEURES**

✓ **Activités préparatoires :**

- Chercher une boîte opaque. Découper l'une des faces et la remplacer par un verre dépoli de même dimension (ou du papier huilé).
- Percer une très petite ouverture sur la face opposée au verre dépoli.
- Orienter l'ouverture vers un objet tel qu'une bougie allumée.
- Décrire ce que l'on observe sur le verre dépoli.
- Faire des recherches sur l'explication des éclipses dans votre environnement.

✓ **Objectifs spécifiques :** Au terme de ce chapitre, l'apprenant devra être capable de :

❖ Identifier des milieux transparents, translucides et opaques.	❖ Donner une explication de la formation des ombres et des pénombres.
❖ Utiliser le principe de propagation rectiligne de la lumière,	❖ Identifier des milieux transparents, translucides et opaques.
❖ Utiliser la célérité de la lumière dans un milieu homogène et isotrope,	❖ Donner une explication de la formation des éclipses de Soleil et de Lune.

✓ **Prérequis :** sources et récepteurs de lumière

✓ **Concepts clés :** propagation rectiligne ; rayon lumineux ; faisceau lumineux ; chambre noire ; image ;

✓ **Introduction :**

L'optique est la partie de la physique qui traite de la propagation et du comportement de la lumière.

Du point de vue historique, les premiers développements de l'optique sont très anciens. Nous connaissons sans doute, l'histoire légendaire d'Archimède (278 – 212 avant J. C) qui se serait servi des miroirs concaves pour concentrant les rayons solaire et incendié la flotte romaine devant Syracuse.

La lumière est une radiation visible ou invisible émise par les corps incandescents ou luminescents.

Toutefois, l'importance de ce chapitre dans nos vies quotidiennes sera démontrée dans la troisième partie de ce cours.

✓ **PLAN DU COURS**

I° LES MILIEUX OPTIQUES :

- I – 1) Observations
- I – 2) Interprétations
 - 2 – 1) Milieux transparents et exemples
 - 2 – 2) Milieux translucides et exemples
 - 2 – 3) Milieux opaques et exemples

II° PROPAGATION RECTILIGNE DE LA LUMIERE :

- II – 1) Mise en évidence
- II – 2) Interprétation : Principe la propagation rectiligne
- II – 3) Vocabulaire

- II – 4) Vitesse de la lumière
- II – 5) Cheminement de la lumière

III° APPLICATIONS :

- III – 1) La chambre noire
- III – 2) La visée
- III – 3) Les ombres
 - 3 – 1) Observations
 - 3 – 2) Interprétation
- III – 4) Les éclipses
 - 4 – 1) Eclipse lunaire
 - 4 – 2) Eclipse solaire

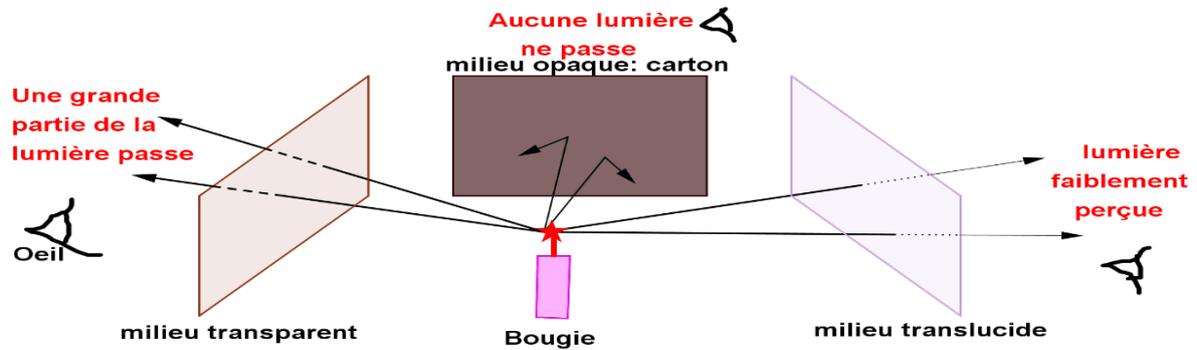
IV° EVALUATION

DEROULEMENT DU COURS

I° LES MILIEUX OPTIQUES :

I – 1) Observations

Lorsqu'on intercale divers objets entre la source et l'œil, on observe alors :



I – 2) Interprétations

1) Milieux transparents

Un milieu est dit transparent lorsqu'il laisse passer une grande partie de la lumière.

Exemples : L'air, Verre ; l'eau; ...

2) Milieux translucides

Un milieu est dit translucide lorsqu'il laisse passer une faible partie de la lumière reçue

Exemples : Papier calque, papier huilé, verre strié ou teinté...

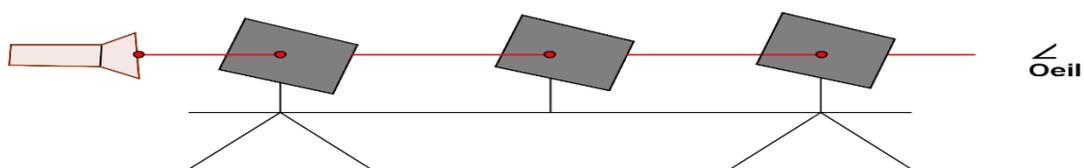
3) Milieux opaques :

Un milieu est dit opaque s'il ne laisse pas passer la lumière.

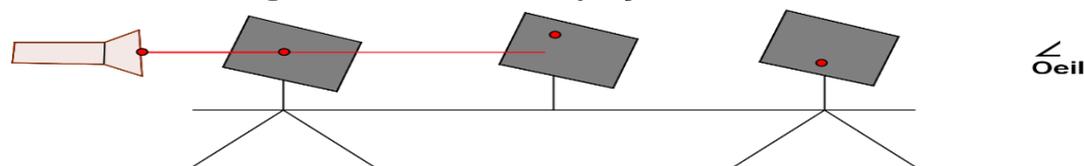
Exemples : Bois, papier, corps humain...

II° PROPAGATION DE LA LUMIERE :

II – 1) Mise en évidence



Sur un banc d'optique, plaçons trois cartons percés de sorte que les trous , la source et notre oeil soient alignés: alors notre oeil aperçoit la lumière.



Les trois trous n'étant pas alignés, notre oeil n'aperçoit pas la lumière.

II – 2) Interprétation : Principe de la propagation rectiligne :

La lumière se propage en suivant une ligne droite. On parle alors de propagation rectiligne.

Enoncé du principe :

Dans un milieu transparent et homogène, la lumière se propage une ligne droite.

❖ **Remarque :**

« RIEN N'EXISTE EN DEHORS DE L'ATOME » DEMOCRITE

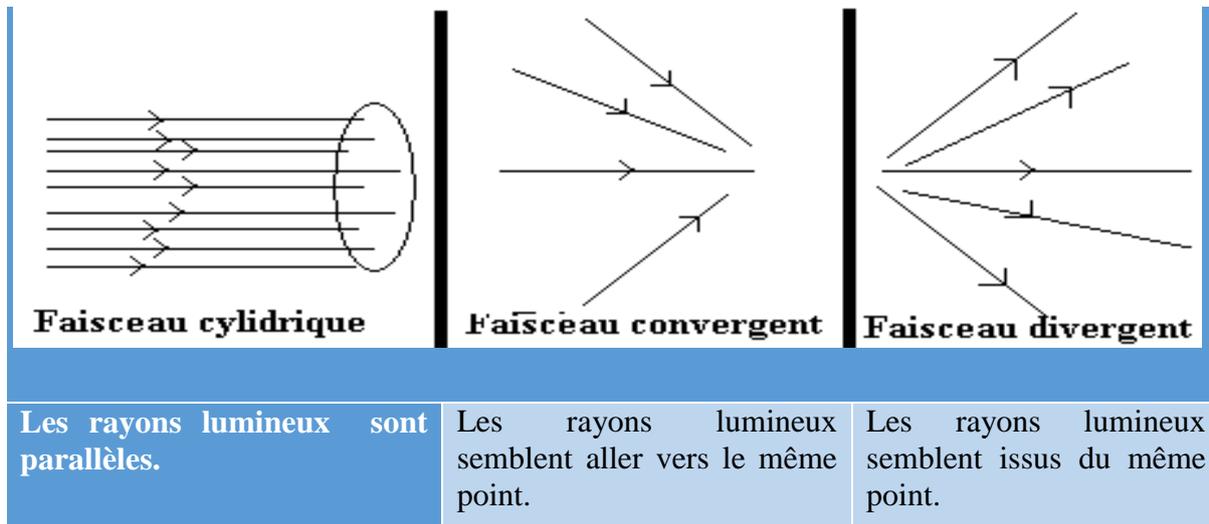
Un milieu est dit homogène s'il présente la même composition en tout point.

II – 3) Vocabulaire :

➤ **Rayon lumineux** : On appelle rayon lumineux, toute droite suivie par la lumière.
Un rayon lumineux est représenté par le symbole suivant:



➤ **Faisceau lumineux** : c'est un ensemble de rayons lumineux.
On distingue plusieurs types de faisceau lumineux :



Lorsque le faisceau est constitué d'un petit nombre de rayons, on parle alors de pinceau.

❖ Remarque :

- Une source lumineuse est dite ponctuelle lorsqu'elle peut être réduite en un point. Tous les rayons lumineux émis partent de ce point. Par contre, ils ne partent pas forcément dans la même direction.
- Lorsqu'une source n'est pas ponctuelle elle est dite étendue (Une source étendue est un ensemble de sources ponctuelles)

II – 4) Vitesse de propagation de la lumière :

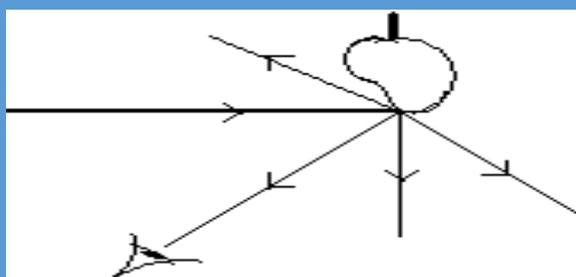
Dans le vide, la lumière se propage à la vitesse de $c = 300\,000\,000 \text{ m.s}^{-1} = 3 \cdot 10^8 \text{ m. s}^{-1}$. La vitesse c est appelé célérité de la lumière.

A l'aide de cette vitesse on définit une unité de longueur astronomique appelée **année lumière** de symbole **al**.

L'année lumière correspond à la distance parcourue en une année par la lumière dans le vide.

$$1 \text{ al} = 9,461 \times 10^{12} \text{ km}$$

II – 5) Cheminement de la lumière :



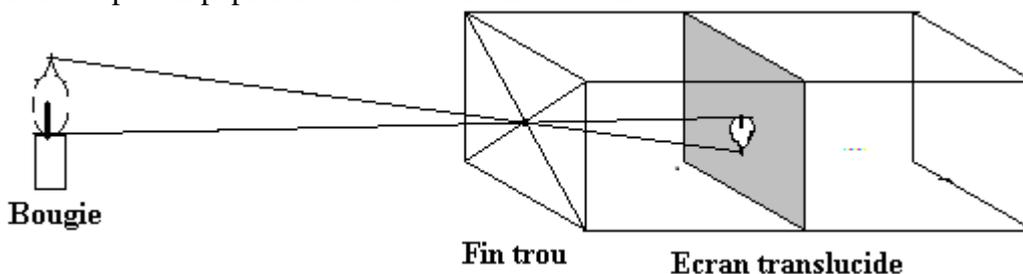
Le rayon lumineux qui arrive en un point de la mangue est diffusé dans toutes les directions. L'œil de l'individu se trouvant dans la direction d'un des rayons diffusés voit ce point de la mangue.

III° APPLICATIONS DE LA PROPAGATION :

III – 1) La chambre noire

« RIEN N'EXISTE EN DEHORS DE L'ATOME » DEMOCRITE

Une chambre noire est une boîte dont l'une des faces est percée d'un trou fin et la face opposée est constituée par un papier translucide servant d'écran.



L'image de la flamme de la bougie est renversée. Chaque point de cette flamme est un point lumineux qui émet un rayon lumineux qui passe à travers le fin trou. L'ensemble de ces rayons permet d'avoir l'image renversée sur l'écran translucide.

❖ Remarque :

- ✓ Suivant les dimensions du trou, l'image observée est nette (une image par point) ou floue.
- ✓ Selon la distance de l'écran au trou, la taille de l'image varie.

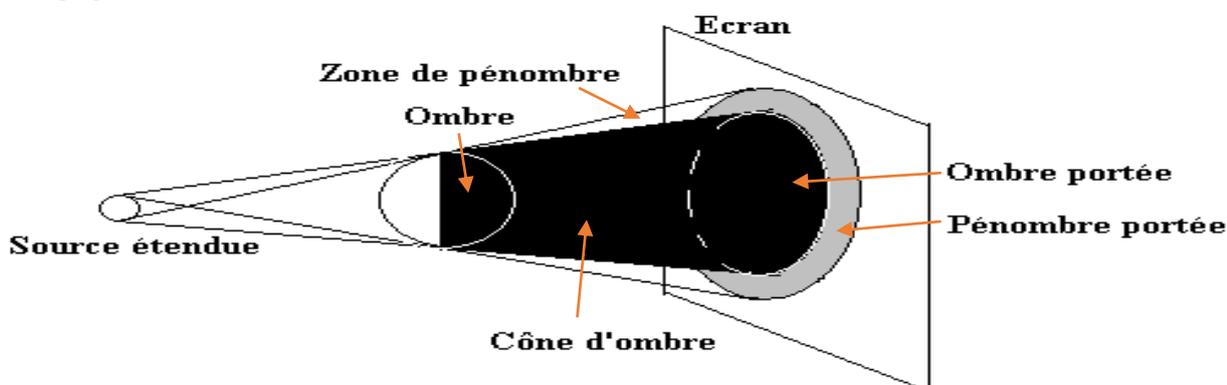
III – 2) La visée

Les géomètres utilisent la visée pour aligner les objets, de même, les tireurs pour atteindre une cible.

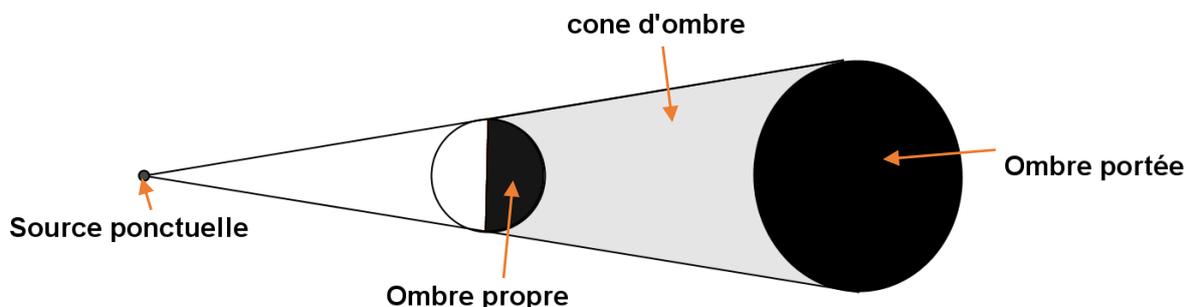
III – 3) Les ombres

1) Observations

Eclairons un objet sphérique opaque (ballon) par une source étendue (dimensions non négligeables)



Reprenons le même dispositif, avec une source ponctuelle



On a alors les zones suivantes :

La zone d'ombre : un observateur placé dans cette zone ne voit pas la source.

La zone de pénombre : à partir de cette zone, la source est partiellement visible.

2) **Interprétations :**

Les rayons lumineux issus de la limite supérieure et inférieure de la source permettent d'expliquer les différentes zones observées.

❖ **Remarque :** Il n'existe pas de zone de pénombre lorsque la source est ponctuelle (dimensions négligeable)

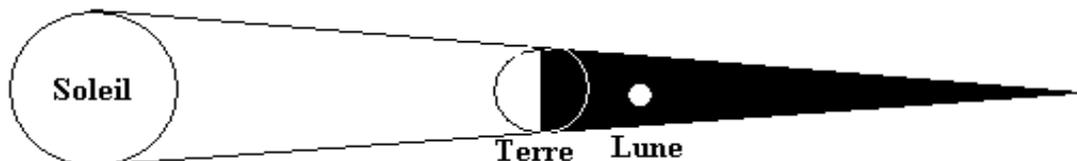
III. 4 - Les éclipses :

Il y a une éclipse lorsque la terre, la lune et le soleil sont alignés.

On distingue deux types d'éclipses :

1) **Eclipse lunaire :**

Il y a une éclipse lunaire lorsque la lune pénètre dans le cône d'ombre de la terre donné par le soleil.

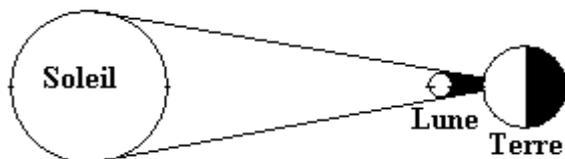


Pour un observateur situé sur la zone d'ombre de la terre, la lune devient sombre pendant quelques instants : elle est éclipsée par la terre vis à vis du soleil.

L'éclipse lunaire est visible dans toutes les régions de la terre où il fait nuit.

2) **Eclipse solaire :**

Il y a éclipse solaire totale lorsqu'un observateur terrestre se trouve dans le cône d'ombre donnée par le soleil de la lune.



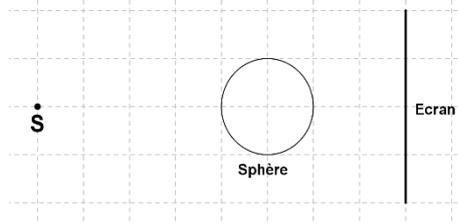
Lorsqu'il y a éclipse solaire, il fait noir pendant quelques instants en plein jour : le soleil est éclipsé par la lune pour un observateur situé dans le cône d'ombre de la lune.

❖ **Remarque :**

- L'éclipse solaire totale est visible seulement dans une région limitée de la terre.
- Tout autour de cette région, on a une zone de pénombre où l'éclipse est partielle

IV° EVALUATION :

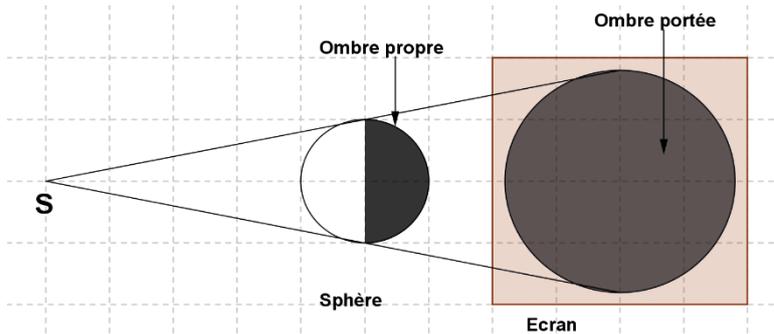
Exercice 1 : Classer les substances ci-dessous en substances transparentes ; opaques ; et translucides : planche en bois ; air ; eau ; calque ; nuages



l'écran.

Solution Exercice 2

Exercice 2 : Une source ponctuelle de lumière (S) éclaire une sphère opaque. Derrière la sphère est placé un écran. Reproduire la figure et représenter l'ombre propre et l'ombre portée de la sphère sur



CHAPITRE IX

REFLEXION ET REFRACTION DE LA LUMIERE

✓ **DUREE : 4 HEURES**

✓ **Activités préparatoires :**

Faire faire des recherches documentaires sur la formation des images : le miroir

✓ **Objectifs spécifiques :**

❖ Construire l'image d'un objet donnée par un miroir plan.	❖ Mettre en évidence le phénomène de réfraction
❖ Utiliser les lois de la réflexion.	❖ Appliquer la réflexion et la réfraction dans la vie courante.
❖ Donner les caractéristiques de l'image d'un objet réel donnée par un miroir plan.	❖ Distin

✓ **Prérequis :** Sources de lumière ; propagation de rectiligne de la lumière ; droites (perpendiculaires, parallèles) ; angles

✓ **Concepts clés :** Réflexion (diffuse, spéculaire) ; réfraction ; rayon incident ; rayon réfléchi ; rayon réfracté ;

✓ **Introduction :**

L'optique traite de toutes les lois concernant la lumière et les phénomènes de la lumière. C'est dans ce sens que les scientifiques ont observé un double phénomène physique quand la lumière frappe la surface de séparation de deux milieux transparents par exemple air – eau :

- une partie de la lumière incidente subit une réflexion : la lumière est renvoyée dans une direction privilégiée
- une autre partie subit le phénomène de la réfraction : la lumière pénètre dans le deuxième milieu et subit un changement de direction de propagation.

Du point de vue historique, après les travaux d'Archimède, Snel et René Descartes s'en est illustré à travers les lois que nous y découvrirons.

Du point de vue intérêt, la propriété de focalisation de la lumière est utilisée de nos jours dans les télescopes ; les fours solaires d'Odeillo ; les Dentistes ; les services de sécurité : Police ; Douane ; ...

✓ **PLAN DU COURS**

I° REFLEXION DE LA LUMIERE : I – 1) Phénomène de réflexion I - 1- 1) Expérience : I - 1 - 2) Définition : I – 2) Les lois de Descartes sur la réflexion I – 2 – a) Expériences I – 2 – b) Les lois de Descartes sur la réflexion	I – 2 – c) Construction des images II° REFRACTION DE LA LUMIERE : II – 1) Mise en évidence : II – 2) Définition : II – 3) Etude de la réfraction : II – 4) Loi de Descartes sur la réfraction III° Evaluation :
---	---

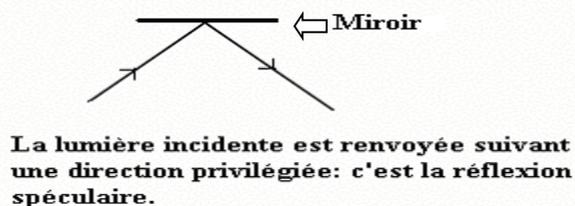
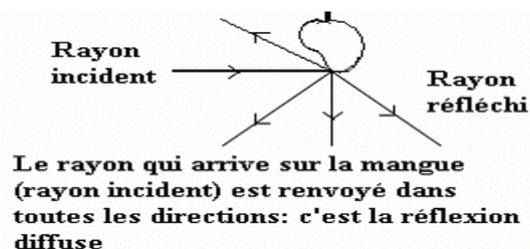
DEROULEMENT DU COURS

I° REFLEXION DE LA LUMIERE :

I – 1) Phénomène de réflexion

I - 1- 1) Expérience :

« RIEN N'EXISTE EN DEHORS DE L'ATOME » DEMOCRITE



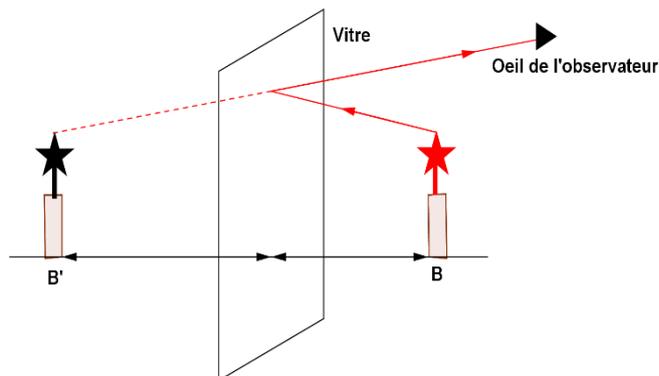
I - 1 - 2) Définition :

La réflexion de la lumière est le brusque changement de direction dans le même milieu du rayon incident.

I - 2) Les lois de Descartes sur la réflexion

I - 2 - 1) Expériences

➤ Expérience des deux bougies



De part et d'autre d'une vitre verticale, plaçons deux bougies identiques B et B' symétriques par rapport à la vitre. Allumons ensuite la bougie B.

Plaçons-nous du côté de la bougie B et regardons la bougie B' à travers la vitre : nous avons l'impression que la bougie B' est allumée : c'est en fait l'image de la bougie B qui se forme sur la bougie B'.

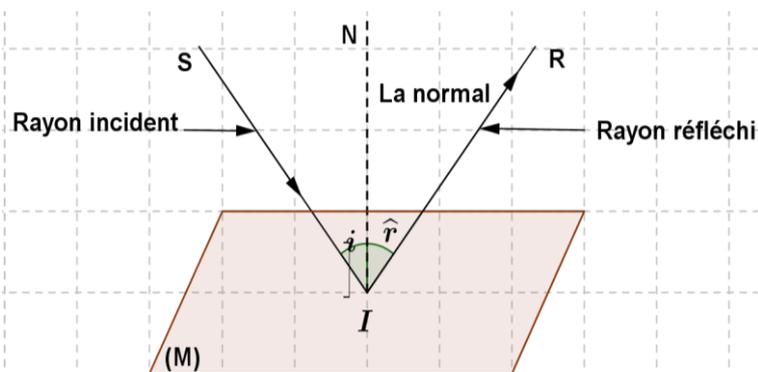
Si nous remplaçons la vitre par un miroir,

les rayons lumineux émis par la bougie B et qui tombent sur le miroir sont renvoyés comme s'ils provenaient de l'image de la bougie par rapport au miroir.

L'image d'un objet réel donnée par un miroir plan est :

- ✓ virtuelle : elle ne peut-être recueillie sur un écran ;
- ✓ l'image a la même taille que l'objet : elle a les mêmes dimensions que l'objet ;
- ✓ symétrique de l'objet par rapport au plan du miroir.

➤ Etude des angles incident et réfléchi



Réalisons l'expérience suivante :

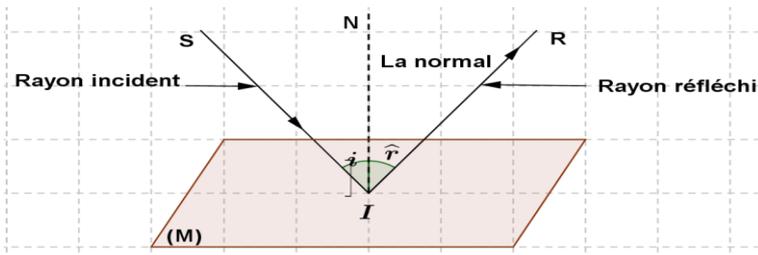
Envoyons un faisceau lumineux sur un miroir (M), il est renvoyé suivant une direction privilégiée. Considérons le rayon **SI** de ce faisceau il donne le rayon **IR**. Le point I, où le rayon SI rencontre le miroir est appelé **point d'incidence**. Le rayon SI est appelé **rayon incident**. Le rayon IR est appelé **rayon réfléchi**.

- L'angle \hat{i} que le rayon incident **SR** avec la normale au point d'incidence est appelé **angle d'incidence**.
- L'angle \hat{r} que le rayon réfléchi **IR** avec la normale au point d'incidence est appelé **angle de réflexion**.
- *Toutefois, des études expérimentales ont permis d'établir les lois de la réflexion dites de Descartes.*

I - 2 - 2) Enoncé des lois de Descartes sur la réflexion

« RIEN N'EXISTE EN DEHORS DE L'ATOME » DEMOCRITE

- **Première loi :** Le rayon incident, le rayon réfléchi et la normale à la surface réfléchissante sont dans le même plan appelé **plan d'incidence**.



- **Deuxième loi :** L'angle d'incidence et l'angle de réflexion sont égaux : $\hat{i} = \hat{r}$.

❖ **Remarque :** Loi du retour inverse

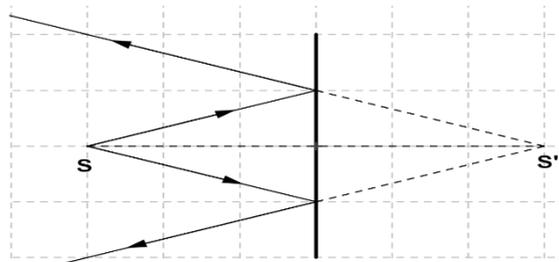
Un rayon incident SI donne après

réflexion sur un miroir un rayon IR.

Si la lumière se propageait suivant RI, le rayon réfléchi serait IS. Donc la lumière suivrait le chemin inverse : **c'est la loi de retour inverse de la lumière.**

C'est une loi générale qui peut s'énoncer : **le trajet suivi par la lumière est indépendant du sens de propagation.**

I – 2 – c) Construction des images :



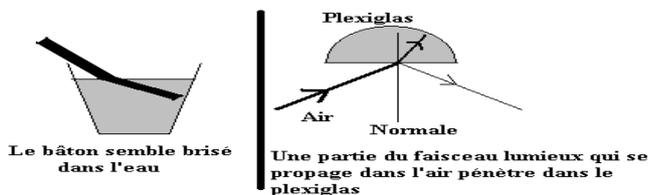
miroir.

Tracé les rayons réfléchis :

- on place S' (image de l'objet S), symétrique de S par rapport à au plan du miroir.
- on trace les rayons incidents
- pour obtenir les rayons réfléchis, la lumière semble provenir de S' et passent par les points, de contact des rayons incidents et le

II° REFRACTION DE LA LUMIERE :

II – 1) Mise en évidence :



Un faisceau lumineux qui se propageant dans un milieu transparent et qui rencontre un deuxième milieu transparent y pénètre en partie en changeant brusquement de direction : c'est le phénomène de **réfraction**.

La surface de séparation est dite **surface réfringente**.

II – 2) Définition :

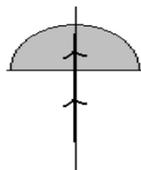
La réfraction est le brusque changement de direction de la lumière quand elle passe d'un milieu transparent dans un autre milieu transparent.

II – 3) Etude de la réfraction :

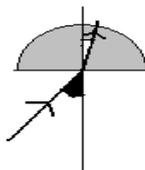
Cette étude se fait à travers deux cas :

- **réfraction air – plexiglas**

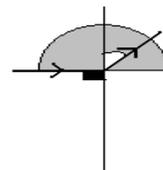
« RIEN N'EXISTE EN DEHORS DE L'ATOME » DEMOCRITE



L'angle d'incidence est nul (le rayon incident est confondu avec la normale ou perpendiculaire à la surface): l'angle de réfraction est aussi nul. Le rayon lumineux n'est pas dévié.



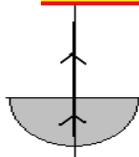
L'angle d'incidence n'est pas nul: l'angle de réfraction n'est plus nul mais est plus petit que l'angle d'incidence. On dit que le rayon réfracté s'est rapproché de la normale



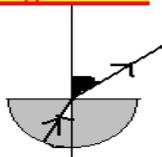
L'angle d'incidence tend vers 90° (incidence rasante): l'angle de réfraction tend vers une valeur limite inférieure à 90°

Conclusion : Le rayon réfracté est plus proche de la normale que rayon incident.

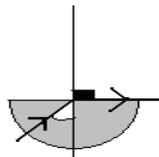
➤ Réfraction plexiglas – air



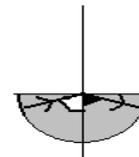
L'angle d'incidence est nul: l'angle de réfraction est nul



L'angle d'incidence n'est pas nul: l'angle de réfraction n'est pas nul mais est plus grand que l'angle d'incidence



L'angle de réfraction tend vers 90° lorsque l'angle d'incidence tend vers une valeur limite i_0 .

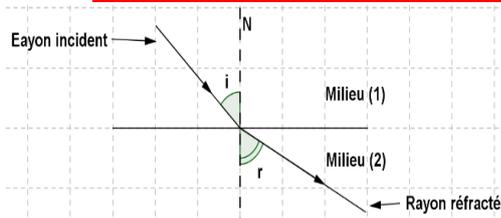


L'angle d'incidence est supérieur à i_0 , le rayon incident ne peut plus émerger: il y a réflexion totale

Conclusions :

- ✓ Le rayon incident est plus proche de la normale que le rayon réfracté.
- ✓ Il y a réflexion totale si l'angle d'incidence est supérieur à une certaine valeur

II – 4) Loi de Descartes sur la réfraction



Première loi : le rayon incident, la normale au point d'incidence, le rayon réfracté, se trouvent dans le même plan.

❖ Remarque :

- ✓ Selon les milieux considérés, l'angle de réfraction peut-être supérieur ou inférieur à

l'angle d'incidence.

Lorsque l'angle d'incidence est supérieur à l'angle de réfraction, on dit que le milieu (2) est plus réfringent que le milieu (1)

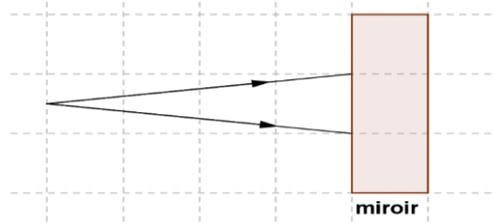
Lorsque l'angle d'incidence est inférieur à l'angle de réfraction, on dit que le milieu (2) est moins réfringent que le milieu (1)

- ✓ Lorsque la lumière passe d'un milieu (1) à un milieu (2) moins réfringent, le rayon incident ne franchit plus la surface réfringente lorsque l'angle d'incidence dépasse une certaine valeur (angle limite), le rayon incident est alors réfléchi : on dit qu'il y a réflexion totale.

III° EVALUATION :

Exercice 1

Représenter le faisceau de lumière réfléchi par le miroir dans la figure ci-contre



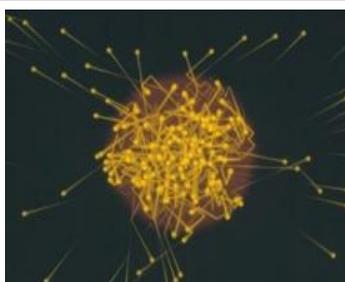
Exercice 2 : Compléter le texte suivant par les mots : même plan ; lumière ; réfraction ; surface réfringente ; transparents.

La ... est le brusque changement de direction que subit la ... en traversant la ... de séparation de deux milieux ...

La surface de séparation est appelée Le rayon incident, la normale au point d'incidence et le réfracté se trouve dans le

PROGRAMME DE CHIMIE 4^e DE 2008

CHAPITRES		
NUMERO	TITRES	HORAIRE
C 1	MELANGES ET CORPS PURS	6
C 2	STRUCTURE DE LA MATIERE	4
C 3	MOLE ET GRANDEURS MOLAIRES	3
C 4	REACTION CHIMIQUE	6
Total		19



LAVOISIER 1743 - 1794

CHAPITRE I

MELANGES ET CORPS PURS

✓ **DUREE :** 6 HEURES

✓ **Activités préparatoires :**

Faire faire des recherches par les élèves des informations sur :

- le traitement de l'eau,
- le cycle de l'eau.

Objectifs spécifiques : Au terme de ce chapitre, l'apprenant devra être capable de :

<ul style="list-style-type: none">❖ Distinguer mélange homogène et mélange hétérogène.❖ Réaliser quelques méthodes de séparation.❖ Caractériser l'eau par ses constantes physiques.	<ul style="list-style-type: none">❖ Distinguer corps pur simple et corps pur composé❖ Donner des exemples de mélanges❖ Distinguer mélange et corps pur
---	--

✓ **Prérequis :** Notion élémentaire de mélange ;

✓ **Concepts clés :** Corps pur ; homogène ; hétérogène ;

✓ **Introduction :**

Il s'agira dans ce chapitre, de faire appréhender l'apprenant d'une part, la notion macroscopique de mélange et des corps purs.

D'autre part, il s'agira de lui faire acquérir progressivement des modèles de description microscopique de la matière ainsi que le vocabulaire scientifique correspondant.

✓ **PLAN DU COURS**

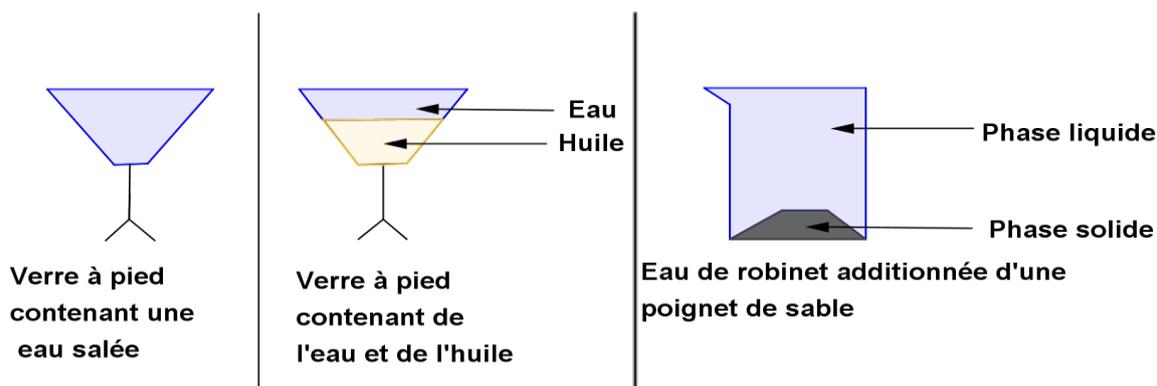
<p>I° NOTION DE MELANGE : <u>I – 1) Observations :</u> <u>I – 2) Définition :</u></p> <p>II° TYPES DE MELANGES : <u>II – 1) Mélange hétérogène :</u> <u>II – 2) Mélange homogène :</u> <u>II – 3) Corps pur :</u></p> <p>III° ANALYSE IMMEDIATE : <u>III – 1) Méthodes de séparation d'un mélange hétérogène :</u> <u>III – 2) Méthodes de séparation d'un mélange homogène</u></p> <p>IV° ANALYSE ELEMENTAIRE IV – 1) Analyse ou Electrolyse de l'eau pure : <u>IV – 1 – 1) Expérience :</u> <u>IV – 1 – 1 – a) dispositif expérimental et observations :</u> <u>IV – 1 – 1 – b) Identification des gaz :</u> <u>IV – 1 – 1 – c) Interprétations :</u></p>	<p>IV – 2) Synthèse de l'eau pure : <u>IV – 2 – 1) Mélange tonnant :</u> <u>IV – 2 – 2) Combustion du dihydrogène (expérience de Cavendish) :</u> <u>IV – 2 – 3) Synthèse eudiométrique :</u> <u>IV – 2 – 4) Conclusion :</u></p> <p>IV – 3) La thermolyse : V° Corps pur simple – Corps pur composé : <u>V – 1) Corps pur simple :</u> <u>V – 2) Corps pur composé</u></p> <p>VI° COMPOSITION DE L'AIR <u>VI – 1) Mise en évidence :</u> <u>VI – 2) Propriétés physiques</u> <u>VI – 3) ANALYSE DE L'AIR :</u> <u>VI – 3 – 1) observations :</u> <u>VI – 3 – 2) Interprétations :</u> <u>VI – 3 – 3) Composition de l'air :</u></p> <p>VII° Evaluation :</p>
--	--

DEROULEMENT DU COURS

I° NOTION DE MELANGE :

« RIEN N'EXISTE EN DEHORS DE L'ATOME » DEMOCRITE

I – 1) Observations :



Dans chacune de ces figures plusieurs corps ont été mis ensemble. On a effectué des mélanges.

I – 2) Définition :

Un mélange est un ensemble d'objets ou corps différents mis ensemble. Chaque partie est un *constituant* du mélange.

II° TYPES DE MELANGES :

II – 1) Mélange hétérogène :

Un mélange est dit hétérogène lorsqu'on peut distinguer ses constituants à l'observation (à l'œil nu).

Exemples :

- ✓ **mélanges hétérogènes solides** : Fer + soufre en poudre ; orange + mangue ;
- ✓ **mélanges hétérogènes solides – liquides** : eau + argile ; Eau + sable ; huile + sable
- ✓ **mélanges hétérogènes liquides** : dans ce cas, on dit que les deux liquides ne sont pas miscibles.

Eau + pétrole ; Pétrole + huile

II – 2) Mélange homogène :

Un mélange est dit homogène si à l'observation nous ne distinguons pas ses divers constituants.

Exemples :

- ✓ **mélanges homogènes de deux liquides** : dans ce cas, on dit que les deux liquides sont miscibles.

Eau + lait de vache ; Eau + alcool

- ✓ **mélanges homogènes d'un solide dissous dans un liquide** : un solide qui peut se mélanger à un liquide est soluble dans ce liquide. **Eau + sel de cuisine**
- ✓ **mélanges homogènes gazeux** : les mélanges gazeux sont en général homogènes. Air sec filtré ...

II – 3) Corps pur

Un corps est caractérisé par un ensemble de propriétés appelées critères de pureté qui lui sont propre.

- ✓ **Exemples de corps purs** : l'eau distillée ; l'Or ; l'Argent ; l'Aluminium ; l'Oxygène

Certaines de ces propriétés peuvent être traduites par des nombres fixes appelés constantes physiques.

- ✓ **Exemples de constantes physiques** : la température de fusion ; la température d'ébullition ; la température de cristallisation ; la masse volumique ;

Corps purs	Température de fusion	Température d'ébullition	Masse volumique
Eau	0°C	100°C	1 g. cm ⁻³

« RIEN N'EXISTE EN DEHORS DE L'ATOME » DEMOCRITE

Oxygène	-218°C	-183°C	1,43 g. cm ⁻³ (CNTP)
Aluminium	600°C	2060°C	2,7 g. cm ⁻³

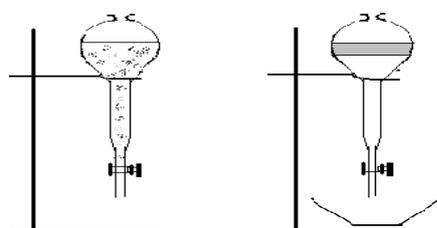
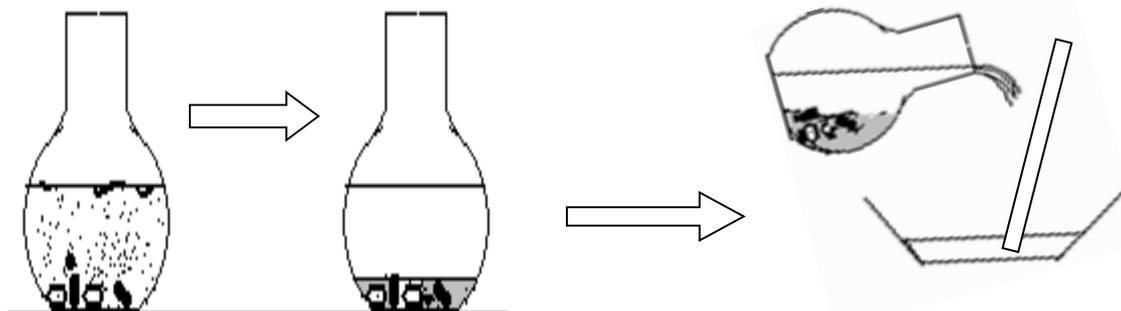
III° ANALYSE IMMEDIATE :

L'analyse immédiate comprend l'ensemble des procédés utilisés pour séparer les constituants d'un mélange.

III – 1) Méthodes de séparation d'un mélange hétérogène :

- ✓ **Mélange hétérogène de solides** : On peut opérer entre autres par :
 - **Tamissage** : si les constituants ont des dimensions différentes.
 - **Dissolution dans un liquide** : si l'un des constituants du mélange est soluble dans ce liquide.
 - **Triage manuel ou magnétique** : avec la main ; magnétique avec l'aimant.
- ✓ **Mélange hétérogène solide – liquide** : On peut opérer entre autres par :
 - **Décantation** :

La décantation consiste à laisser un mélange hétérogène liquide – solide ou liquide – liquide, reposer jusqu'à ce que ses constituants soient bien séparés et on le transvase.

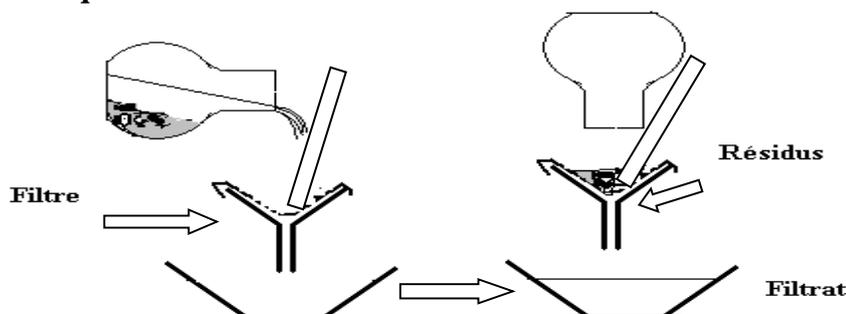


Au laboratoire, on utilise une ampoule à décanter

Après séparation des deux liquides non miscibles, on ouvre le robinet pour les récupérer séparément dans des récipients différents.

➤ **La filtration :**

La filtration consiste à faire passer à travers une paroi poreuse appelé filtre un mélange hétérogène liquide – solide.



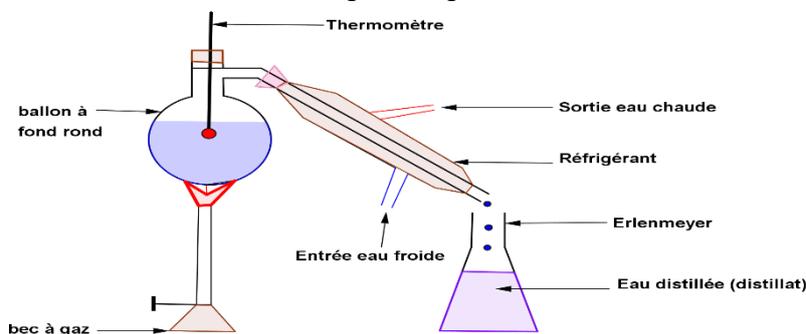
Le filtre retient les particules solides (**résidus**) et laisse passer la phase liquide (**filtrat**) que l'on récupère dans un récipient.

III – 2) Méthodes de séparation d'un mélange homogène

✓ **Mélange homogène liquide - liquide :** on peut procéder par :

➤ **Distillation simple :**

La distillation est utilisée pour séparer les constituants d'un mélange homogène liquide – liquide ou liquide – solide dissout.



Distiller un liquide, c'est le vaporiser puis liquéfier les vapeurs obtenues.

Au laboratoire, on utilise le dispositif suivant :

➤ **Congélation :** Elle consiste à séparer des liquides ayant des températures de congélation différentes.

Refroidissons de l'eau salée. Elle commence à se refroidir à -2°C et la température continue à baisser pendant la congélation. Si nous faisons fondre les premiers cristaux de glace formée, nous obtenons de l'eau pratiquement pure.

➤ **Extraction par solvant :** C'est un procédé utilisé si l'un des constituants du mélange est soluble dans un solvant.

✓ **Mélange homogène gazeux :** on peut procéder par

➤ **Diffusion gazeuse :** c'est une méthode basée sur le fait que la vitesse de diffusion d'un gaz à travers une paroi poreuse est d'autant plus grande que sa densité est faible.

➤ **Transformation sélective :** on fait usage d'une substance appropriée qui transforme uniquement un constituant du mélange.

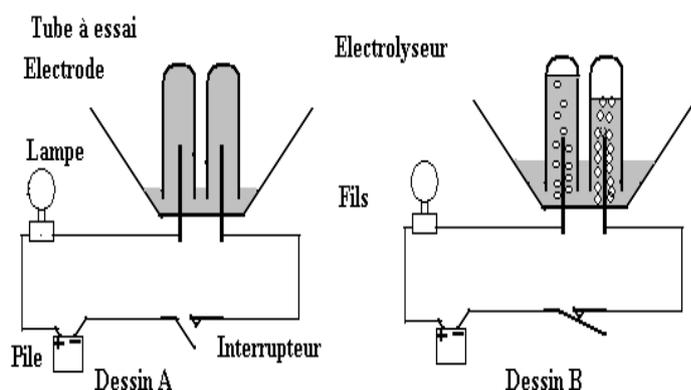
IV° ANALYSE ELEMENTAIRE :

L'analyse élémentaire est l'ensemble des procédés permettant de déterminer la nature et les proportions des constituants d'un corps pur.

IV – 1) Analyse ou Electrolyse de l'eau pure

IV – 1 – 1) Expérience

IV – 1 – 1 – a) dispositif expérimental et observations



Après la réalisation de ce circuit on a les observations suivantes :

➤ Si l'interrupteur est ouvert et l'électrolyseur vide, la lampe est éteinte

➤ Si l'interrupteur est fermé, la lampe est éteinte et il ne se passe rien dans l'électrolyseur qui contient de l'eau pure.

➤ Si l'interrupteur est fermé, en ajoutant un peu d'acide ou de la soude

à l'eau pure, alors la lampe s'allume et il y a un dégagement de bulles gazeuses au niveau des deux électrodes.

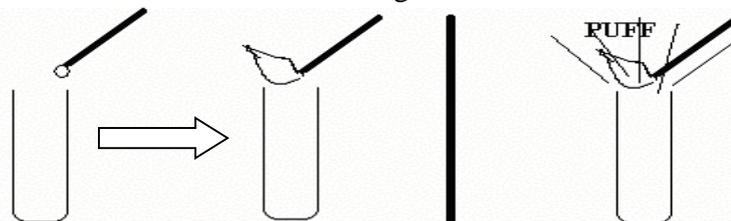
➤ Le volume de gaz recueilli à la cathode est le double de celui recueilli à l'anode

➤ Si l'interrupteur est ouvert, la lampe est éteinte et il ne se passe rien dans l'électrolyseur qui contient de l'eau acidulée ou sodée.

« RIEN N'EXISTE EN DEHORS DE L'ATOME » DEMOCRITE

IV - 1 - 1 - b) Identification des gaz :

En recueillant suffisamment de gaz dans les tubes à essai, on peut les identifier.



Le gaz qui se dégage à l'électrode reliée à la borne positive (anode) rallume un brin incandescent: c'est le dioxygène

Le gaz qui se dégage à l'électrode reliée à la borne négative (cathode) provoque une petite détonation à l'approche d'une flamme : c'est le dihydrogène

IV - 1 - 1 - c) Interprétations :

- L'eau pure ne laisse pas passer le courant électrique
- Le passage du courant à travers l'eau acidulée ou sodée décompose l'eau en **2 volumes de dihydrogène** et en **1 volume de dioxygène** : On dit alors qu'on a effectué l'**analyse** de l'eau ou l'**électrolyse** de l'eau ou la décomposition de l'eau.

❖ Remarque :

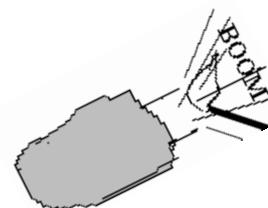
L'électrolyse est l'ensemble des « réactions chimiques » produites par le passage d'un courant électrique dans des solutions ou des substances fondues. Donc, nous pouvons dire ici qu'il y a électrolyse de l'eau.

IV - 2) SYNTHESE DE L'EAU :

IV - 2 - 1) Mélange tonnant

En mélangeant dans un tube à essai un volume de dioxygène et deux volumes de dihydrogène, on obtient alors un mélange qui brûle en produisant une grande détonation : Le mélange est dit tonnant.

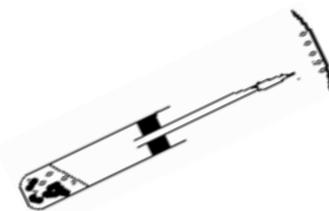
On peut observer des buées d'eau sur la surface intérieure du tube à essai : c'est la synthèse de l'eau à partir du dioxygène et du dihydrogène



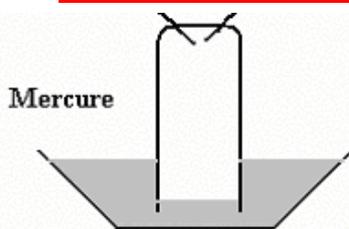
IV - 2 - 2) Combustion du dihydrogène (expérience de Cavendish)

Dans un tube à essai, introduisons quelques millilitres d'acide chlorhydrique et du zinc.

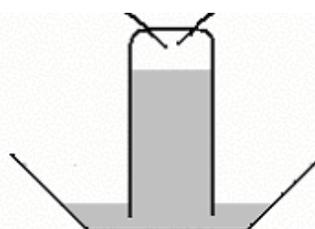
On observe alors un dégagement de dihydrogène qui brûle à la sortie d'un fin tube. En plaçant un verre plat au-dessus de la flamme, on observe de fines gouttelettes d'eau.



IV - 2 - 3) Synthèse eudiométrique



Le tube de l'eudiomètre contient des volumes égaux de dioxygène et de dihydrogène



Après passage de l'étincelle, il ne reste plus que la moitié du volume de dioxygène. On a la formation de buée d'eau au sommet du tube

IV - 2 - 4) Conclusion :

- ✓ Les trois expériences ci-dessus montrent qu'on peut faire la synthèse de l'eau en combinant **2 volumes de dihydrogène** et **1 volume de dioxygène**.

« RIEN N'EXISTE EN DEHORS DE L'ATOME » DEMOCRITE

✓ $V(\text{eau}) = 2 V(\text{H}_2) + 1 V(\text{O}_2)$. Or, $V(\text{H}_2) = 2 V(\text{O}_2)$. D'où $V(\text{O}_2) = \frac{1}{2} V(\text{H}_2)$

IV – 3) La thermolyse ou pyrolyse : c'est la décomposition d'une substance par la chaleur.

❖ **Remarque :**

- Dans un mélange, il y a juxtaposition des constituants. Chaque constituant conserve ses propriétés. La séparation fait généralement appel à des méthodes physiques simples vues précédemment.
- Lorsque les constituants perdent leurs propriétés individuelles nous obtenons une combinaison. Les combinaisons résultent de transformations ou phénomènes chimiques que nous appellerons réactions chimiques. La séparation des constituants exige des méthodes chimiques relativement complexes.

V° CORPS PUR SIMPLE – CORPS PUR COMPOSÉ :

V – 1) Corps pur simple :

Un **corps pur simple** est un corps qui ne peut être décomposé en d'autres corps purs.

Exemples : le dioxygène ; le dihydrogène ; le carbone ;

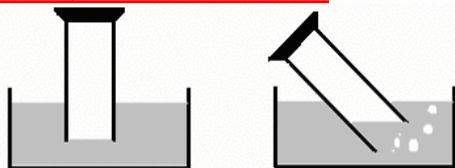
V – 2) Corps pur composé

Un **corps pur composé** est un corps qui peut être décomposé en d'autres corps purs.

Exemples : l'eau pure ; le dioxyde de carbone (gaz carbonique) ; ...

VI° COMPOSITION DE L'AIR

VI – 1) Mise en évidence



L'eau ne rentre pas dans l'éprouvette renversée verticalement. En l'inclinant, on observe une échappée de bulles qui est remplacée par l'eau. Ceci met en évidence la présence de l'air dans l'éprouvette.

D'autre part, en brassant les mains ou en courant, on sent la présence de l'air. L'air, à la température ambiante est un gaz invisible formant l'atmosphère, vaste couche d'air qui couvre la terre sur une centaine de kilomètres d'altitude.

VI – 2) Propriétés physiques :

Au voisinage de la terre, un litre d'air pèse environ **1,3 g**.

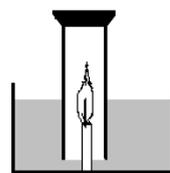
A **-140°**, l'air est un liquide bleuâtre très mobile. Il est conservé dans des vases de Dewar.

VI – 3) Analyse de l'air

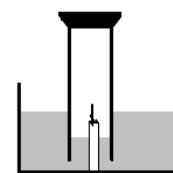
VI – 3 – 1) observations

VI – 3 – 2) Interprétations :

La bougie s'éteint car le constituant de l'air qui entretient la combustion (le dioxygène) s'épuise progressivement : d'où la remontée de l'eau qui le remplace dans l'éprouvette.



L'eau ne pénètre pas dans l'éprouvette qui contient de l'air



Quelques instants après, la bougie s'éteint et l'eau remonte jusqu'au 1/5 de l'éprouvette

L'air contient en volume environ 1/5 de dioxygène. Les 4/5 sont essentiellement du diazote.

VI – 3 – 3) Composition de l'air :

Des expériences précises donnent au voisinage de la terre la composition volumique suivante :

- ✓ **21%** de dioxygène
- ✓ **78%** de diazote
- ✓ **1%** d'autres gaz dont : Les gaz rares (Argon, Hélium, Néon...) ; Le gaz carbonique.

VI° EVALUATION :

EXERCICE I: phrase à trous

Reprendre le texte en remplaçant les pointillés par le mot qui convient :

Lorsqu'on introduit des feuilles de bissap dans l'eau, on obtient alors un mélange dit
. . . . Pour séparer plus tard les feuilles du jus de bissap, on pratique la Les
feuilles sont retenues par le qui laisse passer le jus appelé et qui
est un mélange

Exercice 3 :

On introduit 20cm^3 de dioxygène et 20cm^3 de dihydrogène dans le tube d'un eudiomètre pour réaliser la synthèse de l'eau.

- 1°) Dans quelle proportions ces gaz réagissent-ils ?
- 2°) Quel est le volume de dioxygène nécessaire pour se combiner avec 20cm^3 de dihydrogène ?
- 3°) Quel est le volume de dihydrogène nécessaire pour se combiner avec 20cm^3 de dioxygène ?
- 4°) Quel gaz reste-il dans l'eudiomètre après la production d'étincelles ? Justifier.
- 5°) Quel est son volume ?

CHAPITRE II

STRUCTURE DE LA MATIERE

✓ **DUREE : 4 HEURES**

✓ **Activités préparatoires :**

Faire faire des recherches sur élément chimique, atome, molécule, modèle moléculaire.

✓ **Objectifs spécifiques :**

<ul style="list-style-type: none">❖ Reconnaître les constituants de l'atome❖ Citer les entités chimiques constituant la matière (atomes, molécules, ions)❖ Donner l'ordre de grandeur des dimensions et masses des atomes et des molécules.❖ Mettre en évidence l'élément carbone❖ Donner les symboles de quelques éléments❖ Écrire une formule chimique (corps purs, atomes, ions, molécules)	<ul style="list-style-type: none">❖ Distinguer un corps pur simple d'un corps pur composé à partir des éléments constitutifs.❖ Utiliser des modèles moléculaires.❖ Reconnaître les constituants de la matière❖ Connaître la notation chimique
---	--

✓ **Prérequis :** mélanges et corps purs ;

✓ **Concepts clés :** atome ; molécule ; ions ; symbole ; formule.

✓ **Introduction :**

Du point de vue historique, c'est le philosophe grec **Démocrite** qui a émis **5 siècles** avant **J. C.** l'hypothèse de l'existence de l'atome. D'ailleurs, il disait « **Rien n'existe en dehors de l'atome** » Ainsi, même s'ils ne sont toujours pas sûrs de connaître sa nature, les physiciens admettent aujourd'hui l'existence de l'atome comme **Démocrite**. Ils sont au moins certains que l'atome n'est pas indivisible :

✓ **en 1897**, le physicien anglais **Joseph John Thomson** découvre **l'électron**. Quelques années plus tard, il découvre **le proton** ;

✓ **en 1906**, **Ernest Rutherford** met en évidence le **noyau de l'atome** ;

✓ **en 1932**, **James Chadwick** découvre **le neutron** ;

Toutefois, l'étude de la structure de la matière, a montré que les scientifiques se sont toujours investis dans la connaissance et l'amélioration des conditions de vie de l'homme à travers l'étude de la composition de la matière.

✓ **PLAN DU COURS**

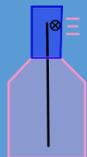
I° PARTICULE OU GRAIN DE MATIERE <u>I°.1 Expérience et observation</u> <u>I°.2 Interprétation</u> II° DIFFERENTS TYPES DE GRAINS DE MATIERE <u>II°.1 Molécules</u> <u>II°.2 Atomes</u> <u>II° 2- 1) Notion d'atome</u> <u>II° 2- 2) Structure de l'atome</u> <u>II° .3 Ions</u> <u>II° 3 – 1) Notion d'ion</u> <u>II° 3 – 2) Définition d'un ion</u>	III° ÉLÉMENT CHIMIQUE : <u>III – 1) L'élément carbone</u> <u>III – 1 – 1) Combustion du charbon de bois</u> <u>III – 1 – 1) Combustion de l'essence et du sucre</u> <u>III – 2) Les éléments chimiques et leurs symboles</u> <u>III° 2 – 1) Symboles des éléments chimiques</u> <u>III° 2 – 2) Formules chimiques</u> <u>III° 3 Corps pur simple. Corps pur composé</u> <u>III° 3 - 1) Corps purs simples</u> <u>III° 3 - 2) Corps purs composés</u> IV° EVALUATION :
--	---

DEROULEMENT DU COURS

I° PARTICULE DE MATIERE :

« RIEN N'EXISTE EN DEHORS DE L'ATOME » DEMOCRITE

I – 1) Expérience et observations

Observation 1	Observation 2	Observation 3
<p>En pulvérisant un peu de parfum (alcool) dans un coin de la classe, il s'évapore au bout de quelques minutes et son odeur envahit la salle</p>	<p>En mettant un morceau de sucre ou sel dans de l'eau contenue dans un bêcher et en remuant, le sucre ou le sel se dissout. L'eau est alors sucrée ou salée</p>	<p>En ajoutant quelques grains de café dans quelques millilitres d'eau et en remuant, l'eau se colore.</p>
		

I – 2) Interprétation

Le parfum (alcool), le sel, le sucre et le café sont constitués de particules très petites qui se sont dispersées assez rapidement dans leurs milieux respectifs.

Toutes ces expériences montrent alors que la matière, qu'elle soit liquide solide ou gaz, est constituée de grains ou particules qui peuvent se disperser : **la matière a alors une structure discontinue**

II° DIFFERENTS TYPES DE GRAINS DE MATIERE :

II – 1) Molécules :

L'eau et le sucre et le parfum (alcool) sont constitués de petites particules identiques **électriquement neutres** appelées **molécules** : ce sont des composés moléculaires.

Définition :

La molécule est la plus petite partie d'un corps pur (**substance chimique**) qui puisse exister à l'état individuel et isolé tout en conservant des propriétés de ce corps pur.

II - 2) Atomes

II – 2 – 1) Notion d'atome :

L'électrolyse de l'eau permet de la décomposer en deux gaz : **le dioxygène** et **le dihydrogène**.

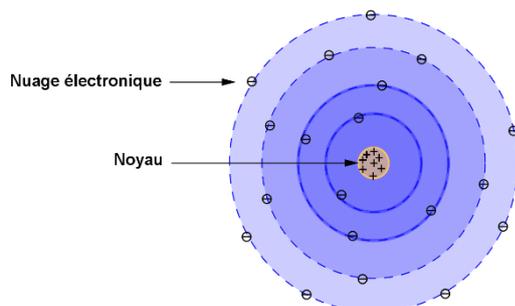
Ces deux gaz sont constitués respectivement de molécules de dioxygène et de dihydrogène. La molécule d'eau est par conséquent constituée de particules plus petites qui peuvent s'assembler autrement pour donner ces gaz. Ces particules sont appelées **atomes**.

Par exemple la molécule de dihydrogène est constituée de deux **atomes d'hydrogène** comme son nom l'indique ; de même, celle de dioxygène est faite de deux **atomes d'oxygène**.

II – 2 – 2) Structure de l'atome :

L'atome comprend deux parties : **un noyau central** et, autour de ce dernier, **un nuage électronique**.

« RIEN N'EXISTE EN DEHORS DE L'ATOME » DEMOCRITE



✓ Le **noyau** (découvert en 1911 par **Rutherford**) est chargé positivement. Il concentre l'essentiel de la masse de l'atome bien que sa taille soit très petite par rapport à celle de l'atome. Il renferme des **protons** et des **neutrons** (découvert en 1932 par Chadwick).

✓ Le **nuage électronique**, de charge négative, est constitué d'électrons qui gravitent autour du noyau.

Sa masse est très petite par rapport à celle de l'atome ou du noyau.

Dans un atome, la charge électrique positive du noyau est égale à la valeur absolue de la charge du nuage électronique : la charge globale de l'atome est nulle. On dit que **l'atome est électriquement neutre**.

II – 3) Ions :

II – 3 – 1) Notion d'ion :

Par perte ou gain d'un ou de plusieurs électrons l'atome donne un ion positif ou un ion négatif. Par exemple, un morceau de sel de cuisine est constitué de grains identiques. Chaque grain est formé d'un ion Na^+ (**ion positif**) et d'un ion Cl^- (**ion négatif**). Donc le sel de cuisine est formé d'un groupe d'ions de charges différentes : **on dit que la charge d'un groupe d'ion est toujours nulle**.

Exemples :

- ✓ Un morceau de sel de cuisine est formé d'un ion Na^+ et d'un ion Cl^- , Sa formule statistique est NaCl et son nom est le chlorure de sodium.
- ✓ Na_2SO_4 (**2 ions de Na^+ associés à 1 ion de SO_4^{2-}**)
- ✓ $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ (**3 ions de Ca^{2+} associés à 2 ions de PO_4^{3-}**)

II – 3 – 2) Définition d'un ion :

Un ion est un atome ou un groupe d'atomes qui a perdu ou gagné un ou plusieurs électrons.

Les ions sont classés en deux groupes : les ions positifs appelés **cations** et les ions négatifs appelés **anions**.

❖ **Les cations :** Un **cation** est un atome ou un groupe d'atomes qui **a perdu** un ou plusieurs électrons.

Exemples :

Symbole	Nom de l'ion	Nbre d'électrons perdus
Na^+	Ion sodium	Un électron perdu
Al^{3+}	Ion aluminium	Un électron perdu
H_3O^+	Ion hydronium	Un électron perdu
NH_4^+	Ion ammonium	Un électron perdu

❖ **Les anions :** Un **anion** est un atome ou un groupe d'atomes qui **a gagné** un ou plusieurs électrons.

Exemples :

Symbole	Nom de l'ion	Nbre d'électrons perdus
Cl^-	Ion chlorure	Un électron gagné

« RIEN N'EXISTE EN DEHORS DE L'ATOME » DEMOCRITE

OH^-	Ion hydroxyde	Un électron gagné
NO_3^-	Ion nitrate	Un électron gagné
SO_4^{2-}	Ion sulfate	Deux électrons gagnés
CO_3^{2-}	Ion carbonate	Deux électrons gagnés

❖ Remarque :

Les molécules sont constituées d'atomes et sont électriquement neutres. Le nombre d'atomes qu'il y a dans une molécule est son atomicité.

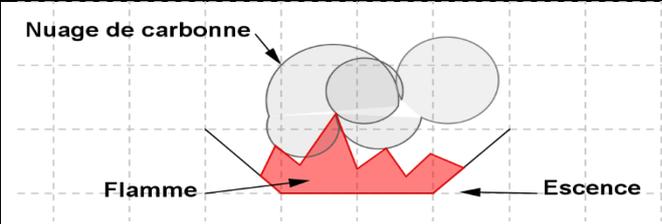
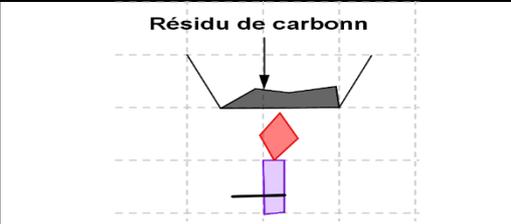
III° ÉLÉMENT CHIMIQUE :

III – 1) L'élément carbone :

III – 1 – 1) Combustion du charbon de bois :

Expérimentons et observons. Le charbon de bois est pratiquement formé de carbone.

III – 1 – 2) Combustion de l'essence et du sucre :

Observation 1	Observation 2
	
<p>Versons quelques gouttes d'essence dans une soucoupe. Enflammons le liquide avec une allumette. Nous observons la formation d'un nuage noir : il s'agit du corps pur carbone</p>	<p>Chauffons quelques morceaux de sucre dans une coupole. Il s'y évapore de l'eau et un résidu noir au fond : il s'agit du corps pur carbone.</p>

Donc l'essence et le sucre renferment tous deux l'élément carbone.

III – 2) Les éléments chimiques et leurs symboles :

L'univers est construit à partir d'une centaine d'éléments différents. Certains sont très connus : fer (**Fe**), carbone (**C**), oxygène (**O**), etc. D'autres le sont moins. Certains éléments comme le plutonium (**Pu**) n'existent pas dans la nature : ils sont fabriqués par l'homme. On dit qu'ils sont **artificiels**.

III – 2 – 1) Symboles des éléments chimiques :

Les chimistes conviennent de représenter chaque élément chimique par un symbole.

Généralement c'est la première lettre en majuscule du nom actuel ou ancien d'origine française, latine ou étrangère.

Lorsque plusieurs éléments commencent par la même lettre, on ajoute à certains une deuxième lettre en minuscule.

Exemples : Carbone (**C**) ; Calcium (**Ca**) ; Cobalt (**Co**) ; Chrome (**Cr**) ; Chlore (**Cl**)

III – 2 – 2) Formules chimiques :

Les corps purs sont représentés par des formules chimiques.

La formule chimique renseigne sur les éléments qui composent la molécule du corps pur mais aussi sur le nombre d'atome de chaque élément.

- ✓ **Règle :** Pour écrire la formule chimique d'un corps pur, on écrit les symboles de tous les éléments composant sa molécule, chaque symbole étant affecté en indice d'un coefficient représentant le nombre d'atome de cet élément.

- ✓ **Exemples :**

- La molécule d'eau est constitué de deux atomes de l'élément hydrogène et d'un atome de l'élément oxygène : La formule chimique de l'eau est : **H₂O**.

« RIEN N'EXISTE EN DEHORS DE L'ATOME » DEMOCRITE

- La molécule de dioxygène comprend deux atomes de l'élément oxygène (d'où son nom) : sa formule chimique est O_2 .

❖ **Remarque :**

- ✓ **La formule chimique représente le corps pur et une molécule du corps pur**

Corps pur eau \longleftrightarrow H_2O \longleftrightarrow une molécule d'eau

- ✓ **Le nombre total d'atomes que renferme une molécule est son atomicité.**

III – 3) Corps pur simple. Corps pur composé

III - 3 - 1) Corps purs simples :

Un corps pur est dit simple s'il est constitué à partir d'atomes d'un seul élément.

Exemples : Dioxygène (O_2), Dihydrogène (H_2), Diazote N_2 , Ozone (O_3), fer (Fe), les gaz rares : Néon (Ne), Hélium (He), Argon (Ar)...

III – 3 - 2) Corps purs composés :

Un corps pur est dit composé s'il est constitué à partir d'atomes de plusieurs éléments différents.

Exemples : Eau (H_2O), Chlorure d'hydrogène (HCl), gaz carbonique ou dioxyde de carbone (CO_2), Soude ou Hydroxyde de sodium ($NaOH$), Glucose ($C_{12}H_{22}O_{11}$)...

IV° EVALUATION :

EXERCICE II :

- 1) Donner la formule chimique des corps purs suivants dont on donne la composition : diazote ; dihydrogène ; dichlore ; acide nitrique (un atome d'hydrogène, un d'azote et trois d'oxygène) ; sulfate de sodium (deux atomes de sodium, un de soufre, et quatre d'oxygène)
- 2) citer des corps purs simples puis des corps purs composés dans ces exemples.

EXERCICE III : Compléter le tableau suivant où les points représentent des nombres et les tirets, des symboles d'élément chimique :

Formule chimiques	Eléments chimiques	Nombre d'atomes	Atomicité
	Oxygène	2	
--Cl	Sodium	...	2
	---	...	
H...--	---	2	3
	Oxygène	...	
Fe...--...	Oxygène	4	7
	---	...	
$AlCl_3$	---
	---	...	
$Al_2(SO_4)_3$	---
	---	...	
Ca (--O...)	---	...	
	Azote	2	9
	---	...	

CHAPITRE III

GRNDEURS MOLAIRES

✓ **DUREE : 4 HEURES**

✓ **Activités préparatoires :**

Faire faire

✓ **Objectifs spécifiques :**

<ul style="list-style-type: none"> ❖ Définir l'unité de quantité de matière : la mole ❖ Donner le symbole de l'unité de quantité de matière : mol. ❖ Distinguer les différentes grandeurs molaires ❖ Donner les unités des différentes grandeurs molaires ❖ Déterminer la masse molaire d'un corps pur 	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Utiliser la relation entre quantité de matière, masse et masse molaire : $n = \frac{m}{M}$ ❖ Utiliser la relation entre quantité de matière, volume et volume molaire : $n = \frac{V}{V_M}$ ❖ Exprimer la densité d'un gaz ❖ Lier le volume molaire d'un gaz aux conditions de ❖ Utiliser l'expression de la densité d'un gaz $M = 29d$
---	--

✓ **Prérequis :** Structure de la matière

✓ **Concepts clés :** la mole ; masse molaire atomique ; masse molaire moléculaire ; volume molaire ; quantité de matière

✓ **Introduction :**

En **1971**, une autre unité de base est ajoutée au système international d'unités de mesure (SI) : *la mole est l'unité de quantité de matière*. D'où procède la création d'une nouvelle grandeur ? Elle implique d'abord la notion de poids atomique issue de la chimie du **XIX^e** siècle. La molécule-gramme, «Moi» en abrégé, fut introduite dans la chimie physique dans les dernières décennies du **XIX^e** siècle. Elle permet aux physico- chimistes d'exprimer des lois générales en terme de nombre de moles alors que dans le cadre de la **théorie cinétique des gaz**, les physiciens réfèrent la molécule- gramme au nombre d'**AVOGADRO**. La définition de la mole résulte donc avant tout d'une volonté d'harmonisation entre les mesures des physiciens et des chimistes qui s'est concrétisée par l'adoption d'une échelle commune de poids atomiques fondée sur l'isotope 12 du carbone et dans le choix de la mole comme unité de base du SI.

✓ **PLAN DU COURS**

<p>I° NOTION DE MOLE : <u>I – 1) Définition :</u> <u>I – 2) La constante d'AVOGADRO</u></p> <p>II° MASSE MOLAIRE : <u>II – 1) Masse molaire atomique :</u> <u>II – 2) Masse molaire moléculaire :</u> <u>II – 3) Calcule du nombre de mole n ou quantité de matière :</u></p> <p>III° VOLUME MOLAIRE :</p>	<p><u>III – 1) Notion de pression</u> <u>III – 2) Définition du volume molaire</u> <u>III – 3) Calcule du nombre de mole n ou quantité de matière :</u></p> <p>IV° DENSITE DES GAZ PAR RAPPORT A L'AIR : <u>IV – 1) Définition :</u> <u>IV – 2) Expression :</u></p> <p>V° EVALUATION :</p>
--	---

DEROULEMENT DU COURS

I° NOTION DE MOLE :

Le riz, le mil, le sucre... ne sont pas utilisés grain par grain mais par tas de grains ou par sac... C'est parce que les grains sont très petits et leur manipulation individualisée n'est pas commode.

Le plus petit échantillon de matière que nous utilisons habituellement contient un nombre considérable d'atomes ou de molécules. Il serait commode de choisir par convention une unité de quantité de matière englobant un « paquet » de centaines de milliards de milliards d'atomes, de molécules, d'ions, Les chimistes appellent cette unité, la mole.

I – 1) Définition :

La mole est un ensemble comprenant $6,02 \cdot 10^{23}$ espèces chimiques identiques.

I – 2) La constante d'AVOGADRO

Le nombre $6,02 \cdot 10^{23}$ est une constante de proportionnalité appelée le nombre d'Avogadro et se note \mathcal{N} .

$$\mathcal{N} = 6,02 \cdot 10^{23} = 602\,000\,000\,000\,000\,000\,000\,000$$

Le nombre d'Avogadro est exprimé en mol^{-1}

La mole est l'unité internationale de quantité de matière

Son symbole est : mol.

- ❖ Une mole d'atomes de zinc renferme $6,02 \cdot 10^{23}$ atomes de zinc.
- ❖ Une mole d'atomes de carbone renferme $6,02 \cdot 10^{23}$ atomes de carbone.
- ❖ Une mole de molécules d'eau renferme $6,02 \cdot 10^{23}$ molécules d'eau.
- ❖ Une mole de molécules d'éthanol (alcool) renferme $6,02 \cdot 10^{23}$ molécules d'éthanol.
- ❖ Une mole d'ions Na^+ renferme $6,02 \cdot 10^{23}$ ions de sodium.

✓ Remarque :

Le symbole d'un élément représente aussi une mole d'atomes de cet élément alors que la formule chimique représente une mole de molécules du corps pur.

Le nombre de moles n contenu dans N espèces chimiques est tel que : $N = n \times \mathcal{N}$.

II° MASSE MOLAIRE :

La masse molaire est la masse (m) d'une mole (n) d'espèces chimiques identiques. Son symbole est **M** et son unité usuelle est le gramme par mole ($\frac{\text{g}}{\text{mol}}$ ou $\text{g} \cdot \text{mol}^{-1}$).

II – 1) Masse molaire atomique :

La masse molaire atomique ou masse atomique est la masse d'une mole d'atomes identiques.

Les masses atomiques de tous les éléments sont données dans le tableau périodique.

Exemples : $M(\text{H}) = 1 \text{g} \cdot \text{mol}^{-1}$; $M(\text{O}) = 16 \text{g} \cdot \text{mol}^{-1}$; $M(\text{C}) = 12 \text{g} \cdot \text{mol}^{-1}$; $M(\text{N}) = 14 \text{g} \cdot \text{mol}^{-1}$...

II – 2) Masse molaire moléculaire :

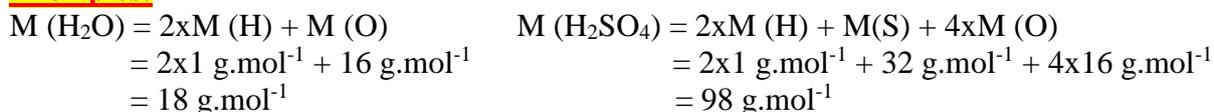
✓ Définition :

La masse molaire moléculaire ou masse moléculaire est la masse d'une mole de molécules d'un corps pur.

« RIEN N'EXISTE EN DEHORS DE L'ATOME » DEMOCRITE

- ✓ **Calcul :** On calcule la masse moléculaire d'un corps pur en additionnant les masses atomiques des différents éléments qui composent sa molécule, chacune étant multipliée par son coefficient.

Exemples:



- ✓ **Masse de plusieurs moles :**

Comme la masse M s'exprime en $\frac{\text{g}}{\text{mol}}$ alors $M = \frac{m}{n}$ soit $m = nM$

Exemple : calcule la masse m de 5 mol d'eau.

La masse de $n = 5$ moles d'eau est : $m = n \times M(\text{H}_2\text{O})$ $m = 5 \text{ mol} \times 18 \text{ g.mol}^{-1} = 90 \text{ g}$

II – 3) Calcule du nombre de mole ou quantité de matière n:

On sait $m = nM$ alors $n = \frac{m}{M}$

Exercice d'application : Calcule le nombre de mole contenues dans a) 12 g de dihydrogène ; b) 5,8 kg de butane de formule C_4H_{10} .

Solution :

Calculons le nombre de mole contenues dans :

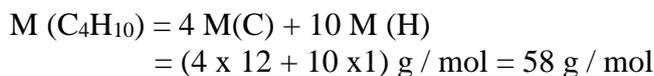
a) 12 g de dihydrogène

On a : $m = 12 \text{ g}$ et $M(\text{H}_2) = 2 \text{ (1g/ mol)}$

Or, on sait que : $n = \frac{m}{M}$. **AN :** $n = \frac{12}{2} = \boxed{6 \text{ mol}}$

b) ; b) 5,8 kg de butane de formule C_4H_{10} .

Calculons la masse molaire du butane :



Calculons le nombre de mole n ou la quantité de matière du butane

On a : $m = 5,8 \text{ kg} = 5,8.10^3 \text{ g}$ et $M = 58 \text{ g/ mol}$

Or, on sait que : $n = \frac{m}{M}$. **AN :** $n = \frac{5800}{58} = \boxed{100 \text{ mol}}$

III° VOLUME MOLAIRE :

III – 1) Notion de pression :

La cinétique des gaz a montré que les gaz sont constitués de molécules animées de mouvements incessants et désordonnés. **Le degré d'agitation** des molécules dépend de la **température** du gaz. Ainsi, plus la température est élevée, plus les molécules sont agitées.

Lorsque vous gonflez un peu trop votre ballon, il finit par éclater. L'air exerce sur les parois du ballon des forces dites de pression.

En général, les gaz exercent des forces de pression sur les parois des récipients qui les contiennent. Cette pression P dépend :

- ✓ du volume du récipient
- ✓ du nombre de mole de gaz contenue dans le récipient
- ✓ de la température T du gaz

De même, tout corps plongé dans un gaz subit de la part du gaz des forces de pression.

Les corps plongés dans l'air atmosphérique subissent de la part de l'air des forces de pression. Cette pression est appelée pression atmosphérique. La pression atmosphérique varie avec l'altitude et la température.

La pression atmosphérique au niveau de la mer (altitude 0°C) et à température de **273 K** est dite pression atmosphérique normale.

« RIEN N'EXISTE EN DEHORS DE L'ATOME » DEMOCRITE

Lorsqu'un gaz se trouve dans des conditions semblables à celles de l'air (0°C ; 273 K et $P = 1,013.10^5\text{ Pa}$ ou 1 atm) : on dit que ce gaz est dans les Conditions Normales de Température et de Pression (CNTP).

III – 2) Définition du volume molaire

L'expérience montre que toutes les moles de gaz, dans les mêmes conditions de température et de pression, occupent le même volume appelé **volume molaire**.

Définition :

Le volume molaire est le volume occupé par une mole de molécules d'un corps pur gazeux pris dans les CNTP.

On le note V_M ou V_0 et son unité usuelle est le litre par mole ($\frac{\text{L}}{\text{mol}}$ ou $\text{L}\cdot\text{mol}^{-1}$).

Dans les Conditions Normales de Température et de Pression (C.N.T.P : 0°C et pression atmosphérique normale), le volume molaire vaut $22,4\text{ L}\cdot\text{mol}^{-1}$

Dans les C.N.T.P, on a :

$$V_M = 22,4\text{ L}\cdot\text{mol}^{-1}$$

Le volume occuper par n moles de gaz sera : $V = n \times V_M$

III – 3) Calcule du nombre de mole ou quantité de matière n :

Par définition du volume molaire, on a : $V_M = \frac{V}{n} = \frac{V}{n}$ d'où $V = n \times V_M$ ou $n = \frac{V}{V_M}$ (n est le nombre de mol et V le volume du gaz)

Exercice d'application :

Calcule le nombre de moles contenues dans 20 L de dihydrogène gazeux, volume mesuré dans les CNTP

Solution :

On a : $V = 20\text{ L}$ et dans les CNTP $V_M = 22,4\text{ L}\cdot\text{mol}^{-1}$

Or, on sait que : $n = \frac{V}{V_M}$

$$\text{AN: } n = \frac{20\text{ L}}{22,4\text{ L/mol}} = 0,89\text{ mol}$$

IV° DENSITE DES GAZ PAR RAPPORT A L'AIR :

IV – 1) Définition :

La densité d'un gaz par rapport à l'air est le rapport de sa masse volumique sur celle de l'air.

$$\text{IV – 2) Expression: } d = \frac{\rho_g}{\rho_{air}} = \frac{\frac{nM}{nV_M}}{\rho_{air}} = \frac{M}{\rho_{air}V_M}$$

Or, $\rho_{air}V_M = 1,3\text{ g}\cdot\text{L}^{-1} \times 22,4\text{ L}\cdot\text{mol}^{-1} = 29,12 \cong 29\text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$ d'où on a :

$$d = \frac{M}{29} \quad \text{d'où } M = 29d \quad (\text{M est la masse molaire et } d \text{ est la densité du gaz})$$

V° EVALUATION:

Exercice 1 :

1°) Calculer la masse de 5 moles d'eau

2°) Quel est le nombre de moles contenu dans 5,6g de monoxyde de carbone (CO) ?

3°) La masse de 1,5 moles d'un corps pur B est de 200,25g

3 – a) Calculer la masse molaire moléculaire de B.

3 – b) Sachant que la formule chimique de B est AlX_3 où X est un élément inconnu, calculer la masse atomique de X puis l'identifier.

4°) Calculer le nombre de mole contenu dans 50 dm^3 d'aluminium si $\rho = 2,7\text{ g}\cdot\text{cm}^{-3}$.

EXERCICE II :

1°) Calculer le volume occupé par 0,75 mol de gaz dans les CNTP

2°) Calculer le nombre de moles contenu dans 2L de gaz si le volume molaire est $25\text{ L}\cdot\text{mol}^{-1}$.

3°) Calculer le volume molaire lorsque 1,2mol de gaz occupe un volume de 28,8L

CHAPITRE IV

REACTION CHIMIQUE

✓ **DUREE : 6 HEURES**

✓ **Activités préparatoires :**

Thèmes (exploitation sous forme d'exposés) :

1. Pollution liée aux transformations chimiques.
2. Protection de l'environnement et mesures de sécurité à l'encontre de la production de substances.

✓ **Objectifs spécifiques :**

<ul style="list-style-type: none"> ❖ Distinguer les réactifs des produits d'une réaction chimique. ❖ Donner la signification d'une réaction chimique. ❖ Utiliser la loi de conservation de la matière. ❖ Ecrire l'équation-bilan d'une réaction chimique. ❖ Donner la signification de l'équation-bilan (échelles macroscopique et microscopique). 	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Résoudre des problèmes de chimie sur les réactions chimiques. ❖ Prendre des mesures de sécurité par rapport aux dangers de certaines réactions chimiques. ❖ Observons le fonctionnement d'une lampe à carbure ou lampe acétylénique.
---	--

✓ **Prérequis :** grandeur molaire ;

✓ **Concepts clés :** réaction chimique ; équation bilan ; réactif ; produit ; stœchiométrie

✓ **Introduction :**

L'étude des transformations chimiques au niveau macroscopique, nécessite une description du système chimique subissant la transformation.

Dans ce chapitre, nous décrivons le système avant transformation et après transformation.

Nous modéliserons la transformation chimique par une réaction chimique entre les réactifs (produits de départ) qui conduit aux produits (substances formées). Cette réaction est symbolisée par l'équation bilan de la réaction chimique.

Du point de vue historique, les travaux du chimiste LAVOISIER (1777) ont démontré une conservation de la masse. Cette même conservation se vérifie aussi sur les éléments. Ce qui se traduit par l'ajustement des nombres stœchiométriques.

Du point de vue intérêt, ce chapitre cadre bien avec l'objet de la chimie : amélioration du confort de l'homme.

✓ **PLAN DU COURS**

<p>I° EXEMPLES DE REACTION CHIMIQUE</p> <p>I – 1) Electrolyse de l'eau</p> <p>I – 2) Combustion du carbone dans un flacon de dioxygène.</p> <p>I – 3) Action de l'acide sur le calcaire</p> <p>I – 4) Combustion du mélange fer-soufre</p> <p>I – 5) Définition</p> <p>II° CARACTERISTIQUES D'UNE REACTION</p> <p>II – 1) Aspects énergétiques :</p> <p>II – 2) La loi de conservation :</p>	<p>2) Conservation des éléments :</p> <p>3) Interprétation :</p> <p>III° REPRESENTATION D'UNE REACTION CHIMIQUE</p> <p>III – 1) L'équation de la réaction :</p> <p>1) Exemples :</p> <p>2) Remarque :</p> <p>III – 2) L'équation bilan :</p> <p>III – 3) Signification de l'équation bilan :</p> <p>IV° RESOLUTION DE PROBLEME DE CHIMIE :</p> <p>IV – 1) Enoncé 1 :</p>
--	--

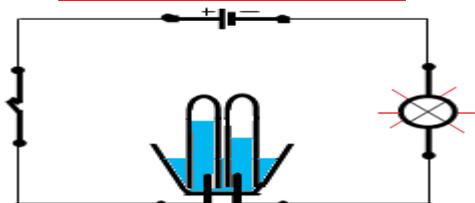
« RIEN N'EXISTE EN DEHORS DE L'ATOME » DEMOCRITE

1) Conservation de la masse : Loi de LAVOISIER	IV - 2) Enoncé 2 : IV - 2) Résolution :
--	--

DEROULEMENT DU COURS

I° EXEMPLES DE REACTION CHIMIQUE :

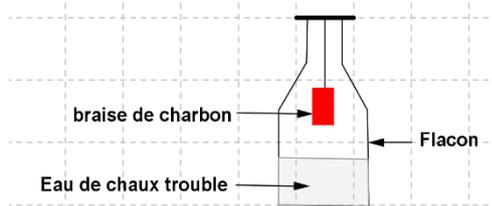
I - 1) Electrolyse de l'eau



On remplit un électrolyseur avec de l'eau. Ajoutons quelques gouttes d'acide. Lorsqu'on ferme l'interrupteur, la lampe s'allume ; le courant passe. On observe un dégagement de bulles au niveau des électrodes : ces gaz sont le dihydrogène et le dioxygène. Ainsi l'eau est décomposée par le courant électrique

pour donner ces deux gaz.

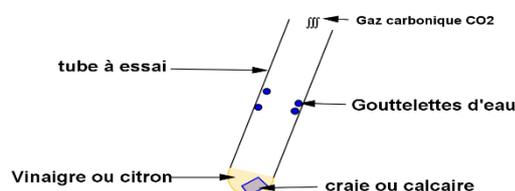
I - 2) Combustion du carbone dans un flacon de dioxygène.



On réalise la combustion d'un morceau de charbon dans un flacon contenant de l'eau de chaux. Après la combustion on observe le dégagement d'une fumée et l'eau de chaux contenue dans le flacon se trouble : la combustion s'accompagne alors d'un dégagement de gaz carbonique qui trouble l'eau de chaux.

Dans le dioxygène, le carbone brûle et donne du dioxyde de carbone (gaz carbonique).

I - 3) Action de l'acide (ou citron) sur le calcaire (ou craie)



Introduisons dans un tube à essai contenant de l'acide chlorhydrique (**ou citron**) un petit morceau de calcaire (**ou craie**). On observe une effervescence. Le gaz qui se dégage trouble l'eau de chaux. De plus, le ballon est légèrement chaud.

Lorsque l'acide chlorhydrique (**ou citron**) attaque le calcaire (**ou craie**) il se dégage du gaz carbonique. D'autres expériences montrent la formation aussi d'eau et du chlorure de calcium. Il se produit un dégagement de chaleur.

I - 4) Combustion du mélange fer-soufre

Préparons un mélange intime de 7g de fer et 4g de soufre.

Chauffons à une extrémité du mélange. On observe une propagation de la combustion du mélange fer-soufre. On obtient à la fin un corps grisâtre qui n'est pas attiré par un aimant : c'est du sulfure de fer.

I - 5) Définitions :

Une réaction chimique est une transformation de corps purs en d'autres corps purs.

Les corps qui réagissent et qui disparaissent sont appelés **réactifs**. Les corps purs qui se forment ou qui apparaissent lors de la réaction sont appelés **produits**.

II° CARACTERISTIQUES D'UNE REACTION :

II - 1) Aspects énergétiques

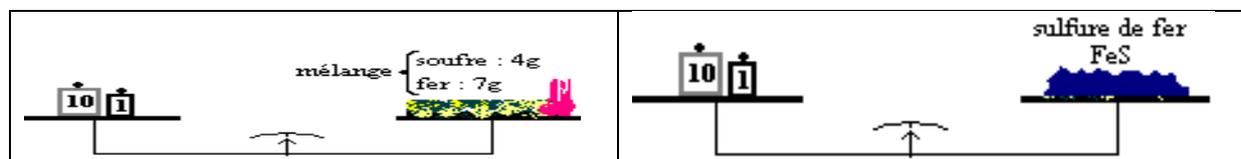
La réaction entre l'acide chlorhydrique et le calcaire s'accompagne d'un dégagement de chaleur : la réaction est dite **exothermique**.

« RIEN N'EXISTE EN DEHORS DE L'ATOME » DEMOCRITE

Certaines réactions se déroulent en absorbant de la chaleur : ces réactions sont dites **endothermiques**. Pour d'autres, aucun effet thermique n'est observé : on a une réaction **athermique**.

II – 2) La loi de conservation :

1) Conservation de la masse :



La réaction entre 7g de fer et 4g de soufre donne 11g de sulfure de fer.

Cette expérience montre que la somme des masses des réactifs ayant disparu est égale à celle des produits apparus (le sulfure de fer).

Enoncé de la loi de LAVOISIER :

Lorsqu'une réaction chimique se produit, il y a conservation de la masse : la masse totale des réactifs ayant disparu est égale à la masse totale des produits formés. (« Rien ne se perd, rien ne se crée, tout se transforme »)

2) Conservation des éléments

La réaction de la combustion du carbone dans le dioxygène de l'air produit du dioxyde de carbone.

Nous pouvons matérialiser la réaction par la relation : $C + O_2 \rightarrow CO_2$

Au cours de cette réaction chaque molécule de carbone réagit avec une molécule de dioxygène pour donner une molécule de dioxyde de carbone.

Les atomes qui constituent les molécules des réactifs se regroupent d'une autre façon pour former les molécules des produits.

Donc, il y a conservation des éléments et conservation des nombres d'atomes des différents éléments.

3) Interprétation :

Au cours d'une réaction chimique, il y a une conservation de la matière. La matière étant constituée d'atomes, il y a alors conservation des atomes présents dans les molécules des différents réactifs. Les atomes présents dans les réactifs se sont réorganisés pour donner les produits.

III° REPRESENTATION D'UNE REACTION CHIMIQUE :

On utilise les formules chimiques des réactifs et des produits pour représenter une réaction chimique. On obtient une écriture symbolique appelée équation bilan.

III – 1) L'équation de la réaction :

Elle indique les différents corps (réactifs et produits) qui entre en jeu au cours de la réaction : c'est une représentation qualitative de la réaction. Les réactifs sont écrits à gauche et les produits à droite. Réactifs et produits sont séparés par une flèche qui indique le sens de la transformation.

1 -1) Exemples :

- ✓ L'électrolyse de l'eau : $H_2O \rightarrow H_2 + O_2$
- ✓ La combustion du carbone : $C + O_2 \rightarrow CO_2$
- ✓ L'action de l'acide sur le calcaire : $HCl + CaCO_3 \rightarrow CaCl_2 + H_2O + CO_2$
- ✓ La combustion du mélange fer – soufre : $Fe + S \rightarrow FeS$

« RIEN N'EXISTE EN DEHORS DE L'ATOME » DEMOCRITE

2 -b) Remarque :

- ✓ Les réactifs sont à gauche de la flèche et les produits à droite.
- ✓ Lorsque la conservation de la matière n'est pas vérifiée avec l'équation de la réaction, alors, l'équation est dite non équilibrée (électrolyse de l'eau).

III – 2) L'équation bilan :

La réaction étant caractérisée par la conservation de la matière, sa représentation doit alors satisfaire à cette loi. L'équation de la réaction est ajustée (corrigée) si nécessaire : on obtient alors une équation bilan équilibrée.

L'équation bilan équilibrée conserve :

- ✓ **Les éléments chimiques** : on a les mêmes éléments chimiques dans les réactifs que dans les produits.
- ✓ **nombre d'atomes de chaque élément chimique** : pour un élément donné, on a le même nombre d'atomes dans les réactifs que dans les produits.

Conséquence : la masse des réactifs ayant disparu est égale à celle des produits apparus.

Exemples d'équation bilan :



Les nombres utilisés pour équilibrer l'équation de la réaction sont appelés **coefficients stoechiométriques**.

III – 3) Signification de l'équation bilan :

L'équation bilan montre :

- ❖ **Au niveau microscopique**, dans quelles proportions les espèces chimiques (atomes, molécules et ions) se combinent et disparaissent pour les réactifs et se forment pour les produits.
- ❖ **Au niveau macroscopique**, dans quelles proportions les moles d'espèces chimiques se combinent et disparaissent pour les réactifs et se forment pour les produits.

Exemples :

L'équation de l'électrolyse de l'eau indique :

- ❖ **Au niveau microscopique** que 2 molécules d'eau se sont décomposées pour donner 2 molécules de dihydrogène et une molécule de dioxygène
- ❖ **Au niveau macroscopique**, 2 moles d'eau ont donné 2 moles de dihydrogène et une mole de dioxygène.

L'action de l'acide chlorhydrique sur le calcaire montre que :

- ❖ **Au niveau microscopique**, 2 molécules d'acide se combinent avec une molécule de calcaire pour donner une molécule de chlorure de calcium, une molécule d'eau et une molécule de gaz carbonique
- ❖ **Au niveau macroscopique**, 2 moles d'acide se combinent avec une mole de calcaire pour donner une mole de chlorure de calcium, une mole d'eau et une mole de gaz carbonique.

IV° RESOLUTION DE PROBLEME DE CHIMIE :

IV – 1) Enoncé

Une électrolyse de l'eau (H_2O) a permis de recueillir 56 mL de dioxygène (O_2) dans les conditions normales :

- a) Ecrire l'équation bilan de la réaction puis donne le bilan molaire.
- b) Calculer la quantité de matière de dioxygène formé.
- c) Calculer la quantité de matière d'eau décomposée.
- d) Calculer la masse molaire d'eau décomposée.
- e) La masse d'eau décomposée
- f) En utilisant le bilan molaire démontre que $m(\text{H}_2\text{O}) = 9 m(\text{H}_2)$; $m(\text{O}_2) = 8 m(\text{H}_2)$ et $m(\text{O}_2) = \frac{8}{9} m(\text{H}_2\text{O})$ puis en déduire la masse de H_2 et O_2 réagit
- g) Calculer la quantité de matière de dihydrogène formé.
- h) Le volume de dihydrogène (H_2) recueilli simultanément.
On donne $M(\text{H}) = 1 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$ et $M(\text{O}) = 16 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$

IV - 2) Enoncé 2 : Bilan massique et volumique

Le magnésium (Mg) brûle dans l'air en donnant de l'oxyde magnésium (MgO).

2.1 Ecris l'équation bilan de la réaction.

2.2 Calcule le volume de dioxygène nécessaire à la combustion de 2.4 g de magnésium et en déduire le volume d'air utilisé.

2.3 Calcule la masse de l'oxyde de magnésium obtenue.

$M(\text{Mg}) = 24 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$; $M(\text{O}) = 16 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$; $V_M = 24 \text{ L} \cdot \text{mol}^{-1}$

✓ **Résolution Enoncé 1 :**

<p>a) Equation bilan de la réaction : $2 \text{H}_2\text{O} \rightarrow 2 \text{H}_2 + \text{O}_2$ </p> <p>Bilan molaire : $2 \text{ mol} \quad 2 \text{ mol} \quad 1 \text{ mol}$ </p> <p>Relation molaire : $\frac{n(\text{H}_2\text{O})}{2} = \frac{n(\text{H}_2)}{2} = n(\text{O}_2)$</p> <p>b) Calculons le nombre de mole d'O₂ : On a : $V(\text{O}_2) = 56 \text{ mL} = 56 \cdot 10^{-3} \text{ L}$ et $V_M = 22,4 \text{ L} \cdot \text{mol}^{-1}$ Or, on sait que : $n(\text{O}_2) = \frac{V}{V_M}$ AN : $n(\text{O}_2) = \frac{56 \cdot 10^{-3} \text{ L}}{22,4 \text{ L} \cdot \text{mol}^{-1}} = 2,5 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$ </p> <p>c) Calculons le nombre de mol d'eau décomposée : D'après la relation molaire, on a : $n(\text{H}_2\text{O}) / 2 = n(\text{O}_2)$ $n(\text{H}_2\text{O}) = 2 n(\text{O}_2)$ AN : $n(\text{H}_2\text{O}) = 2 \times 2,5 \cdot 10^{-3} \text{ mol} = 5 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$ </p> <p>d) Calculons la masse molaire de l'eau : On a : $M(\text{H}_2\text{O}) = 2M(\text{H}) + M(\text{O})$ $M(\text{H}_2\text{O}) = (2 \times 1 + 16) \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} = 18 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$ </p> <p>e) Calculons alors la masse d'eau décomposée : On a : $n(\text{H}_2\text{O}) = 5 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$ et $M(\text{H}_2\text{O}) = 18 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$ Or, on sait que : $m = nM$ AN : $m = 5 \cdot 10^{-3} \text{ mol} \times 18 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} = 9 \cdot 10^{-2} \text{ g}$ <u>m = 9.10⁻² g</u> </p>	<p>f) En utilisant la relation molaire démontre que $m(\text{H}_2\text{O}) = 9 m(\text{H}_2)$; $m(\text{O}_2) = 8 m(\text{H}_2)$ et $m(\text{O}_2) = \frac{8}{9} m(\text{H}_2\text{O})$ puis en déduire la masse de H_2 et O_2 réagit On a : $\frac{n(\text{H}_2\text{O})}{2} = \frac{n(\text{H}_2)}{2} = n(\text{O}_2)$. Or, $n = m/M$ $\frac{m(\text{H}_2\text{O})}{2M(\text{H}_2\text{O})} = \frac{m(\text{H}_2)}{2M(\text{H}_2)} = \frac{m(\text{O}_2)}{M(\text{O}_2)}$ D'où $m(\text{H}_2\text{O}) = 9 m(\text{H}_2)$; $m(\text{O}_2) = 8 m(\text{H}_2)$ et $m(\text{O}_2) = \frac{8}{9} m(\text{H}_2\text{O})$</p> <p>Déduisons-en m(H₂) et m(O₂) $m(\text{H}_2) = 1/9 m(\text{H}_2\text{O}) = 1 \cdot 10^{-2} \text{ g}$ et $m(\text{O}_2) = 8 \cdot 10^{-2} \text{ g}$</p> <p>g) Calculons le nombre mole de dihydrogène recueilli simultanément : D'après la relation molaire, on a : $n(\text{H}_2) / 2 = n(\text{O}_2) / 1$ D'où $n(\text{H}_2) = 2 n(\text{O}_2) = n(\text{H}_2\text{O}) = 5 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$</p> <p>h) Le volume de dihydrogène (H₂) recueilli simultanément. On a : $n(\text{H}_2) = 5 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$ et $V_M = 22,4 \text{ L} \cdot \text{mol}^{-1}$ Or, on sait que : $V_g = n \cdot V_M$ AN : $V_g = 5 \cdot 10^{-3} \text{ mol} \times 22,4 \text{ L} \cdot \text{mol}^{-1}$ <u>V_g = 112. 10⁻³ L</u></p>
---	--

✓ Résolution Énoncé 2 :

2.1. Equation bilan de la réaction :



Bilan molaire : 2 mol 1mol 2 mol

Relation molaire: $\frac{n(\text{Mg})}{2} = n(\text{O}_2) = \frac{n(\text{MgO})}{2}$

a) Calculons le nombre de mole de Mg :

On a : $m(\text{Mg}) = 2,4 \text{ g}$ et $M(\text{Mg}) = 24 \text{ g.mol}^{-1}$

Or, on sait que : $n(\text{O}_2) = \frac{m}{M}$

AN: $n(\text{O}_2) = \frac{2,4 \text{ g}}{24 \text{ L.mol}^{-1}} = \underline{\underline{0,1 = 1.10^{-1} \text{ mol}}}$

b) Calculons le nombre de mol d'O₂ utilisé

D'après la relation molaire,

on a : $n(\text{O}_2) = n(\text{Mg}) / 2$

AN: $n(\text{O}_2) = 1.10^{-1} \text{ mol} : 2 = \underline{\underline{5.10^{-2} \text{ mol}}}$

2.2. Calculons le volume de O₂ :

On a : $n(\text{O}_2) = 5.10^{-2} \text{ mol}$ et $V_M = 24 \text{ L.mol}^{-1}$

Or, on sait que : $V(\text{O}_2) = nV_M$

AN: $V(\text{O}_2) = 5.10^{-2} \text{ mol} \times 24 \text{ L.mol}^{-1}$

$V(\text{O}_2) = 5.10^{-2} \text{ mol} \times 24 \text{ L.mol}^{-1}$

V(O₂) = 1,2 L

Déduisons-en le volume d'air utilisé :

On a : $V(\text{O}_2) = 1,2 \text{ L}$

Or, on sait que : $V(\text{air}) = \frac{100}{21} V(\text{O}_2)$

AN: $V(\text{air}) = \frac{100}{21} \times 1,2 \text{ L}$

V(air) = 5,7 L

2.3. Calculons la masse de MgO obtenu

D'après la relation molaire, on a :

$n(\text{MgO}) = n(\text{Mg}) = 0,1 \text{ mol}$ et $M(\text{MgO}) = 40 \text{ g.mol}^{-1}$

Or, on sait que : $m = nM$

AN: $m(\text{MgO}) = 0,1 \text{ mol} \times 40 \text{ g.mol}^{-1}$

m(MgO) = 4 g