

# Chimie

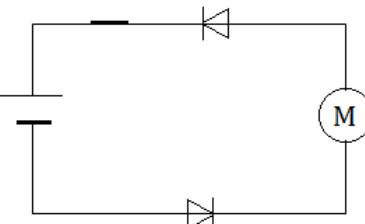
4ème

**Chimie**

**4<sup>ème</sup>**



.....	1
CHAPITRE 1 : LES METAUX ET LES ALLIAGES .....	7
Exercice d'application 1 .....	7
Exercice d'application 2 .....	8
Exercice d'application 3 .....	10
Exercice d'application 4 .....	10
Exercice 1 .....	11
Exercice 2 .....	11
Exercice 3 .....	11
Exercice 4 .....	11
Exercice 5 .....	12
Exercice 6 .....	12
Exercice 7 .....	12
Exercice 8 .....	12
Exercice 9 .....	12
CHAPITRE 2: STRUCTURE ATOMIQUE DES METAUX .....	14
a. Rappel sur la structure de la matière .....	14
b. La constitution de l'atome .....	14
Exercice d'application 1 .....	15
Exercice d'application 2 .....	15
c. électro neutralité de l'atome .....	15
Ordre de grandeur des atomes .....	16
Exercice d'application1 .....	16
Exercice 1 .....	16
Exercice 2 .....	17
Exercice 3 .....	17
CHAPITRE 3 : LE COURANT ELECTRIQUE DANS LES METAUX .....	18
Exercice 1 .....	19
Exercice 2 .....	19
Exercice 3 .....	20
Exercice 4 .....	20
Exercice 5 .....	20
Exercice 6 .....	20

Exercice 7 .....	20
Exercice 8 .....	21
Exercice 9 .....	21
CHAPITRE 4: PUISSANCE ELECTRIQUE .....	22
Exercice d'application .....	24
Exercice 1 .....	24
Exercice 2 .....	24
Exercice 3 .....	24
Exercice 4 .....	24
Exercice 5 .....	24
Exercice 6 .....	25
Exercice 7 .....	25
Exercice 8 .....	25
Exercice 9 .....	25
Exercice 10 .....	25
CHAPITRE 5 : SENS CONVENTIONNEL DU COURANT, RÔLE DU GENERATEUR ..	26
Exercice d'application .....	28
Exercice 1 .....	28
Exercice 2 .....	28
Exercice 3 .....	28
Exercice 4 .....	29
Exercice 5 .....	29
	29
Exercice 6 .....	29
Exercice 7 .....	30
Exercice 8 .....	30
Exercice 9 .....	30
CHAPITRE 6 : EXTRACTION DES ELECTRONS D'UN METAL .....	31
a. Electrisation par frottement.....	31

b.	Les deux sortes de charges électriques .....	31
a.	Extraction à l'aide d'un rayonnement ou par effet photoélectrique.....	31
b.	Applications de l'effet photoélectrique.....	32
c.	Extraction par effet thermoélectronique .....	32
	Exercice d'application.....	32
d.	Applications de l'effet thermoélectronique .....	33
	L'oscilloscophe électronique :.....	33
	Le récepteur de télévision .....	33
	Exercice d'application.....	33
	Exercice 1.....	33
	Exercice 2.....	34
	Exercice 3.....	34
	CHAPITRE 7: FONCTIONNEMENT D'UNE PILE .....	35
	Exercice d'application.....	37
	Exercice 1 .....	37
	Exercice 2 .....	37
	Exercice 3 .....	38
	Exercice 4.....	38
	Exercice 5 .....	38
	Exercice 6 .....	38
	Exercice 7 .....	38
	Exercice 8 .....	38
	Exercice 9 .....	39
	Exercice10 .....	39
	Exercice 11 .....	39
	Exercice 12 .....	39
	CHAPITRE 8 : TRANSFORMATION <b>Cu</b> $\leftarrow$ <b>Cu2</b> +PAR ELECTROCHIMIE .....	40
	Conclusion.....	42
	Exercice d'application 1 .....	42
	Interprétation .....	42
	Exercice d'application 2 .....	43
	Solution .....	43
	Exercice 1 .....	43

Exercice 2 .....	43
Exercice 3 .....	43
Exercice 4 .....	43
Exercice 5 .....	44
Exercice 6 .....	44
Exercice 7 .....	44
Exercice 8 .....	44
Exercice 9 .....	44
Exercice 10 .....	45
Exercice 11 .....	45
Exercice 12 .....	45
Exercice 13 .....	45
Exercice 14 .....	45
CHAPITRE 9 : ANALYSE D'UNE EAU MINERALE .....	46
Expérience .....	46
Interprétation .....	46
Exercice 1 .....	50
Exercice 2 .....	50
Exercice 3 .....	50
Exercice 4 .....	50
Exercice 5 .....	51
Exercice 6 .....	51
Exercice 7 .....	51
Exercice 8 .....	51
Exercice 9 .....	51
Exercice 10 .....	51
Exercice 11 .....	52
Exercice 12 .....	52
Exercice 13 .....	53
Bibliographie .....	54

## **CHAPITRE 1 : LES METAUX ET LES ALLIAGES**

Le fer, le cuivre et l'or sont des métaux alors que le charbon, le bois, le caillou et le verre sont des non-métaux.

### **1. Les métaux couramment utilisés**

#### **• Le zinc**

Le zinc est un métal gris qui se ternit assez vite à l'air atmosphérique : l'humidité et le dioxyde de carbone agissent sur le zinc pour former à sa surface, un produit contenant les éléments zinc, l'hydrogène, l'oxygène et le carbone.

Le zinc est utilisé pour les toitures et les gouttières. On l'utilise surtout dans les alliages.

#### **• L'aluminium**

L'aluminium est un métal blanc bleuté, mais on le voit toujours terne et gris à cause de la mince couche d'oxyde d'aluminium qui se forme à l'air atmosphérique.

Certaines propriétés de l'aluminium sont intéressantes pour son utilisation :

- il est « léger » ; sa densité par rapport à l'eau est faible.
- il est bon conducteur du courant électrique : très utilisé dans la fabrication des câbles « haute tension » pour le transport du courant électrique.
- Il est bon conducteur de la chaleur ; il est utilisé dans la construction des casseroles, des bouilloires.

#### **• Le plomb**

Le plomb est un métal gris et mou. Sa densité par rapport à l'eau est grande.

On utilise le plomb pour fabriquer des tuyaux, les plaques des accumulateurs au plomb. Toutes les substances chimiques contenant l'élément plomb sont toxiques.

#### **• Le cuivre**

Le cuivre est un métal rose orangé, peu oxydable. C'est un excellent conducteur du courant électrique : on l'utilise dans la fabrication du matériel électrique. C'est aussi un bon conducteur de la chaleur. Il est également utilisé en plomberie.

Les espèces chimiques contenant l'élément cuivre sont toxiques, sauf le métal bien propre.

#### **• Le fer**

Le fer est un métal gris. Il est attiré par l'aimant. On utilise surtout des alliages de fer : les fontes et les aciers. Beaucoup d'objets que l'on dit « en fer », sont en réalité en acier (fil de fer, clou etc.).

Le fer, la fonte et certains aciers s'oxydent facilement à l'air humide : il se forme de la rouille.

Le fer est le métal industriellement le plus important. Sa production est 50 fois plus grande que celle de l'aluminium ou du cuivre.

### **Exercice d'application 1**

Le mercure est un métal liquide à la température ordinaire.

Quelles propriétés a-t-il nécessairement ?

## Solution

Comme tous les métaux, le mercure a les propriétés suivantes :

- éclat métallique
- conduction de la chaleur,
- conduction de l'électricité.

## Exercice d'application 2

Voici les températures de fusion de quelques métaux pures :

cuivre	Etain	plomb	tungstène	aluminium	fer	zinc
1082	232	327	3400	660	1536	420

- a. Je range ces métaux du plus réfractaire au moins réfractaire ;
- b. Je dis pourquoi on utilise le tungstène pour le filament d'une lampe ;
- c. Je dis pourquoi on utilise la soudure à étain plutôt que du cuivre.

## Solution

Les métaux les plus réfractaires au moins réfractaires :

- a. Tungstène, fer, cuivre, aluminium, zinc, plomb, étain ;
- b. Le tungstène est utilisé pour le filament des lampes à incandescence parce qu'il est le plus réfractaire des métaux pouvant atteindre les températures de 2500 à 3000° C sans fondre.
- c. On utilise la soudure à étain parce que l'étain est le moins réfractaire, (le plus fusible) ;

## 2. Les alliages

Les métaux purs ont souvent des propriétés physiques intéressantes. Mais pour la fabrication des divers objets, on a besoin des matériaux métalliques ayant des propriétés mécaniques et physiques très variées. Cependant, les métaux purs ont très souvent des qualités mécaniques insuffisantes, ce qui les rend inutilisables dans de nombreux cas. Pour obtenir ces propriétés, on réalise des **alliages**.

Un alliage est corps obtenu à partir de la fusion entre plusieurs corps dont l'un au moins est un métal. Un alliage offre des propriétés plus intéressantes que ses constituants métalliques pris isolément.

## Exemples

- a. le bronze : alliage de cuivre et d'étain. Il se moule facilement.
- b. l'acier : alliage de fer et de carbone. Inoxydable et dur.
- c. le duralumin : alliage du cuivre de l'aluminium et du magnésium. Il est dur et léger. Il est utilisé dans la construction des automobiles, des avions et du matériel ferroviaire.

## 3. Propriétés des métaux et des alliages

Les métaux sont des corps simples. On connaît environ 70 métaux différents. On trouve environ une vingtaine de principaux métaux utilisés dans l'industrie.

#### • Propriétés physiques des métaux

Frottons énergiquement la surface d'un clou en fer. Elle devient brillante. On dit qu'elle présente **un éclat métallique**. Tous les métaux présentent un éclat métallique.

Les métaux sont des **conducteurs de la chaleur et de l'électricité**. Certains sont meilleurs conducteurs que d'autres. On obtient ce classement pour les principaux métaux allant du meilleur conducteur au moins bon :

Argent - Cuivre - Aluminium - Zinc - Fer - Plomb.

#### • Propriétés chimiques

Au cours de certaines réactions chimiques, les atomes d'un métal peuvent perdre des électrons et devenir des ions positifs.

#### • Propriétés mécaniques

- **Elasticité** : on enroule en hélice un fil d'acier et un fil d'aluminium. On tire sur l'extrémité de chacun d'eux. Il y a un allongement et une déformation pour les deux hélices. Cessons de tirer : l'hélice d'acier reprend sa forme et sa longueur initiale, alors que l'hélice d'aluminium reste déformée : l'acier est élastique et l'aluminium, non.
- **Plasticité** : tous les métaux peuvent être déformés et conserver la nouvelle forme qui leur a été donnée. Cette propriété s'appelle **la plasticité**.
- **Dureté** : la dureté d'un métal ou d'un alliage est la résistance qu'il oppose à la pénétration par un autre objet.

**Exemple** : l'acier raye le cuivre mais pas le contraire. L'acier est plus dur que le cuivre.

- **Fragilité** : certains métaux ou alliages sont fragiles ; ils cassent lorsqu'ils subissent un choc.

**Exemple** : une pointe en acier se courbe tant que l'effort que l'on exerce sur elle n'est pas trop important, sinon elle se casse.

### 4. Caractéristiques de quelques métaux

Les métaux couramment utilisés se distinguent par les propriétés suivantes :

#### ➤ métaux lourds et métaux légers

La densité relative des métaux usuels varie entre 7 et 9. Un métal est dit **lourd** lorsque sa densité est supérieure à 9 et un métal est dit **léger** lorsque sa densité est inférieure à 7.

Exemple : l'aluminium ( $d = 2,7$ ) est un métal léger et le plomb ( $d = 11,2$ ) est un métal lourd.

Il existe des métaux lourds tel que le fer ; des métaux malléables tel que l'étain ; des métaux légers tel que l'aluminium et des métaux à haut point de fusion tels que le tungstène.

#### ➤ métaux fusibles et métaux réfractaires

Tous les métaux sont fusibles mais leur température de fusion varie d'un métal à un autre. Les métaux qui fondent à une haute température sont appelés des **métaux réfractaires** et les métaux qui fondent à une faible température sont des **métaux fusibles**.

Exemples : le tungstène est un métal réfractaire avec une température de fusion de 4000°C tandis que l'étain est un métal fusible avec 232°C.

### ➤ La corrosion des métaux

Abandonnés à l'air, les métaux se corrodent, c'est-à-dire se détériorent sous l'action de l'atmosphère. Dans le cas du fer, il se transforme en rouille

C'est une combustion lente de ces métaux. Les facteurs qui favorisent la corrosion des métaux sont : L'humidité, la salinité et l'acidité.

Pour protéger les métaux contre la corrosion, il faut :

Les rendre inoxydable, les recouvrir des graisses, de peinture et des matières plastiques à chaud.

Métal	Masse volumique (kg /m3)	Température de fusion (°C)
Aluminium	2700	660
Argent	10 400	960
Chrome	7200	1875
Cuivre	8900	1 083
Etain	7300	232
Fer	7800	1535
Magnésium	1740	650
Mercure	13 600	-38,4
Nickel	8700	1453
Or	19400	1063
Plomb	11300	327
Tungstène	19300	3410
Uranium	19000	1132
Zinc	7150	420

### Exercice d'application 3

La fonte et l'acier sont tous deux alliages de fer et de carbone. Qu'est-ce qui les différencie ?

### Solution

Leur pourcentage en fer : la fonte : 95% de fer, l'acier : 99% de fer

### Exercice d'application 4

L'or utilisé en bijouterie n'est pas pur. C'est généralement un alliage d'or et de cuivre. La teneur en or est donnée en carats. L'or pur correspond à 24 carats.

Un alliage a 18 carats contient une masse d'or pur à 18/24.

Je calcule les masses d'or et de cuivre dans un collier de 18 carats et de masse 12g

### Solution

Masse d'or

$$m_{or} = m_t \times \frac{18}{24} \text{ où } m_t = \text{masse de collier}$$

$$m_{or} = 12 \times \frac{18}{24} = 9\text{g}$$

Masse de cuivre

$$m_{cuivre} = m_t - m_{or} = 12\text{g} - 9\text{g} = 3\text{g}$$

### Exercice 1

Je recopie et je complète les phrases suivantes :

Les métaux possèdent les propriétés suivantes : ..... , conductibilité électrique, .....

Les ..... sont obtenus à partir de la fusion de plusieurs métaux ou d'un métal et un non-métal.

Les alliages ont des propriétés plus ..... que les métaux pris isolément.

### Exercice 2

Je copie dans mon cahier et je mets une croix dans la colonne de **Vrai** ou **Faux**

Phrases	Vrai	Faux
Tous les métaux ont un éclat métallique		
Les non-métaux sont des conducteurs thermiques		
Le bronze est un alliage de fer et de carbone		
Les alliages offrent des propriétés plus intéressantes		
Un acier n'est pas un alliage		

### Exercice 3

Je complète le tableau ci- après en mettant une croix.

Les alliages ci-dessous sont obtenus à base de :						
Chrome	magnésium	fer	aluminium	carbone	étain	cuivre
duralumin						
Acier						
Bronze						

### Exercice 4

Je classe les métaux suivants en fonction de leur densité en métaux lourds et en métaux légers :

Métaux	Aluminium	Or	Argent	Plomb	Fer
Densité	2,7	19,3	10,5	11,2	7,9

### Exercice 5

Pourquoi le forgeron chauffe-t-il l'acier avant de le déformer sur l'enclume à coups de marteau ?

Ayant façonné la pointe de l'outil, il le replace au milieu des braises de sa forge. La pointe de l'outil étant redevenue rouge, il la plonge brusquement dans l'eau froide. Est – ce simplement pour le refroidir ?

### Exercice 6

Ces trois objets ont été faits en métaux purs. En m'aidant du tableau des Documents, je trouve de quels métaux il s'agit.

- a. Un cylindre de 1 cm de rayon, 5 cm de haut et de masse 139,8 g.
- b. Un cube de 2 cm d'arrête et de masse 63,2g.
- c. Un parallélogramme de base  $a = 1,5$  cm,  $b = 2$  cm, haut de 4 cm et de masse 32,4 g.

### Exercice 7

Une expertise a permis de déterminer que la température s'était élevée à plus de 1 10°C pendant un incendie. J'explique comment on a pu arriver à cette conclusion alors que l'incendie est éteint.

### Exercice 8

Pourquoi les carrosseries des voitures rouillent-elles plus vite au bord de la mer qu'à la campagne ?

### Exercice 9

Un clou et une aiguille à coudre sont tous deux en acier. Pourquoi peut-on plier le clou alors que l'aiguille casse ? Est-ce que :

- Les deux aciers ont des compositions différentes ?
  - L'aiguille est plus mince que le clou ?
  - Les aciers ont subi des traitements thermiques différents ?
  - L'effort exercé sur l'aiguille est plus important ?
- Je choisis la ou les bonnes réponses.

Les Alliages			
Nom	Composition de la masse des principaux constituants	Propriétés caractéristiques	Emploi
laiton	Cuivre, zinc 5 à 45 %	dur et se moule facilement	bijouterie et robinetterie
Bronze	Cuivre, étain de 5 à 20 %	Il se moule facilement	Objet d'art, médailles cloches
Acier	Fer 72 % chrome 18 % et nickel 10 %	Inoxydable et dur	outils
duralumin	Aluminium 94 % cuivre 5 % et magnésium	dur et léger	aéronautique

### Les métaux et la cuisine

Les ustensiles de cuisine en plomb et en zinc donnent avec l'air des composés toxiques ; il faut éviter leur contact avec les aliments.

Le métal cuivre n'est pas dangereux ; en revanche, le **vert-de-gris** qu'il peut former est un poison. Dans le matériel de cuisine, actuel, les ustensiles en cuivre pur sont rarement utilisés. S'ils le sont, ils doivent être tenus propres et on ne peut y faire séjourner les aliments.

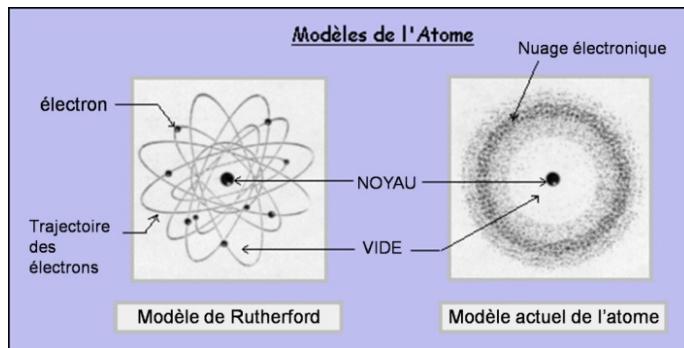
Quant au fer, il ne peut être utilisé tel quel, car il rouille.

## CHAPITRE 2: STRUCTURE ATOMIQUE DES METAUX

Depuis l'antiquité, les philosophes se sont posé la question : « de quoi et comment est faite la matière ? » Des réponses à cette question sont trouvées. Si on regarde à l'œil nu une pépite d'or, elle est formée d'un seul bloc, sans séparation. Mais vue au microscope à Tunnel, elle est formée de petits grains.

### 1. La structure de l'atome

#### a. Rappel sur la structure de la matière



La matière est tout ce qui existe sur la terre. Elle est constituée à partir des particules extrêmement petites appelées atomes. Le mot atome vient du grec « atomis » qui signifie ce qu'on ne peut pas casser (insécable). Tous les corps sont formés à partir d'atomes.

Les atomes d'un corps sont rangés les uns à côté des autres. Lorsqu'ils sont tous identiques, on parle des corps purs simples. C'est le cas des métaux. Lorsqu'il existe au moins deux sortes d'atomes, il s'agit des corps composés.

Des atomes se groupent pour former des édifices appelés molécules.

#### b. La constitution de l'atome

L'atome est la particule fondamentale en sciences physiques. Un atome est constitué d'un **noyau** autour duquel gravitent des **électrons**.

##### • Le noyau

Le noyau occupe le centre de l'atome. Il est chargé d'électricité positive et contient presque toute la charge de l'atome. Le noyau est 100 000 fois plus petit que l'atome.

##### • Les électrons

Un électron est une particule chargée d'électricité négative. La charge de l'électron est la plus petite charge électrique qui existe : on dit qu'un électron a la **charge électrique élémentaire**. Pour les différentes espèces d'atome, c'est seulement le nombre total d'électrons qui n'est pas le même.

Ils gravitent autour du noyau en formant un nuage électronique et ils ont une masse très faible (négligeable).

On représente un électron par le symbole  $e^-$ . Pour un même métal, tous les électrons sont identiques entre eux.

L'atome est représenté par un symbole formé par une ou deux lettres du nom de l'élément chimique correspondant. Les plus usuels sont rappelés dans le tableau ci-dessus :

Nom	Symbole
Hydrogène	H
Carbone	C
Azote	N
Oxygène	O
Aluminium	Al
Argent	Ag
Cuivre	Cu
Fer	Fe
Or	Au

### Exercice d'application 1

Le noyau de l'atome d'azote (N) a une charge  $q = 13,4 \cdot 10^{-19} C$

Je calcule le nombre d'électron que l'atome d'azote possède.

### Solution

L'atome étant électriquement neutre, le nombre de protons du noyau est égal au nombre des électrons  $n = \frac{q}{e}$  avec  $e = 1,6 \cdot 10^{-19}$

$$n = \frac{q}{e} \text{ avec } e = 1,6 \cdot 10^{-19}$$

$$n = \frac{13,4 \cdot 10^{-19}}{1,6 \cdot 10^{-19}} = 7,05 \simeq 7$$

### Exercice d'application 2

Combien d'atomes de fer y a-t-il dans une bille d'acier à fer de 1cm de rayon ?

### Solution :

Je calcule le volume de bille. La bille est une sphère :  $V = \frac{4}{3} \pi r^3$

$$V = \frac{4}{3} \pi r^3 = 4,186 \text{ cm}^3$$

Je calcule la masse de bille sachant que  $P_{\text{fer}} = 7,8 \text{ g/cm}^3$

$$m = \rho V \Rightarrow m = 7,8 \text{ g/cm}^3 \times 4,186 \text{ cm}^3$$

$$m = 32,65 \text{ g}$$

Nombre d'atomes de fer dans la bille sachant que la masse d'atome de fer est  $9,3 \cdot 10^{-23} \text{ g}$

$$n = \frac{\text{masse de fer}}{\text{masse d'un atome}} = \frac{32,65}{9,3 \cdot 10^{-23}} = 3,51 \cdot 10^{23} \text{ atomes}$$

$$n = 3,51 \cdot 10^{23} \text{ atomes.}$$

### c. électro neutralité de l'atome

Dans un atome donné, le nombre de charges positives du noyau est entièrement égal au nombre de charges négatives des électrons. L'atome n'est donc chargé ni positivement, ni négativement : On dit donc **qu'un atome est électriquement neutre**.

La matière qui est formée à partir d'atomes est donc, elle aussi, électriquement neutre.

Par exemple, l'atome de fer contient 26 électrons, donc, 26-, et son noyau une charge positive de 26+.

### Ordre de grandeur des atomes

Dès 420 avant J.C., **Démocrite** (philosophe grec) a l'intuition de l'existence des atomes et invente leur nom (« *atomos* » en grec qui signifie insécable). Ceux-ci sont très petits et s'associent pour former les objets qui nous entourent. On dit que l'atome est le constituant fondamental de la matière. Ce sont des particules extrêmement petites car leur dimension est de l'ordre du dixième de nanomètre ou de l'angstrom (Å).

- $1 \text{ nm} = 10^{-9} \text{ m}$  (1 milliardième de m) et  $1 \text{ \AA} = 10^{-10} \text{ m}$ .

**Exemple :** l'atome d'hydrogène a un diamètre d'environ 0,000 000 000 1 m.

Dans un même métal, tous les atomes sont identiques. Dans des métaux différents, les atomes sont différents.

### 2. Le cristal métallique

Le métal est un empilement d'atomes identiques, régulièrement rangés les uns par rapport aux autres, formant un édifice compact et rigide. Les atomes occupent des positions fixes à l'intérieur du métal. Cet arrangement régulier des atomes donne aux métaux l'aspect cristallin. Un métal est donc un corps cristallisé. Les métaux brillent ou ont un éclat métallique parce qu'ils ont une structure cristalline.

### Exercice d'application1

Quelles est la longueur correspondant à dix millions d'atomes de cuivre, de diamètre 0,26 nm, placés à côté ?

**Solution :**

$$\text{Diamètre } d = 0,26 \text{ nm} = 0,26 \cdot 10^{-9} = 2,6 \cdot 10^{-10}$$

La longueur correspond à dix millions d'atomes de cuivre

$$L = 2,6 \cdot 10^{-10} \times 10\,000\,000 = 2,6 \cdot 10^{-10} \times 10^7$$

$$L = 2,6 \cdot 10^{-3} \text{ m} = 2,6 \text{ mm}$$

### Exercice 1

Je recopie et je complète les phrases suivantes :

- Les métaux sont constitués à partir de petites particules appelées.....
- Un atome est constitué d'un noyau et d'un ou plusieurs.....
- Le noyau de l'atome porte une charge.....et l'électron porte une charge.....
- L'.....est électriquement neutre.

## **Exercice 2**

J'indique par une croix que les phrases suivantes sont vraies ou fausses.

Phrase	Vrai	Faux
Le noyau est électriquement neutre		
L'électron occupe le centre de l'atome		
La charge de l'électron est négative		
La charge de l'atome est positive		
Les atomes d'un même métal sont identiques		

## **Exercice 3**

J'exprime en nanomètre puis en millimètre, la longueur de un million d'tomes de cuivre de diamètre 0,26nm, placés côte à côté.

## CHAPITRE 3 : LE COURANT ELECTRIQUE DANS LES METAUX

La route représente une portion de circuit. Le courant est représenté sous la forme d'un défilé très serré de petits bonhommes marchant régulièrement et au même pas.

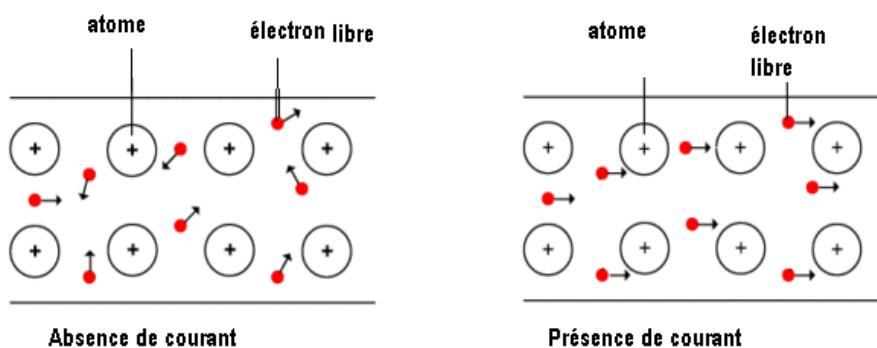
### 1. Electrons libres dans un métal



Nous avons appris à différencier les conducteurs des isolants. Construisons un circuit électrique comprenant une pile, une lampe montée sur une douille et des fils de connexion. La lampe brille : elle est traversée par un courant électrique.

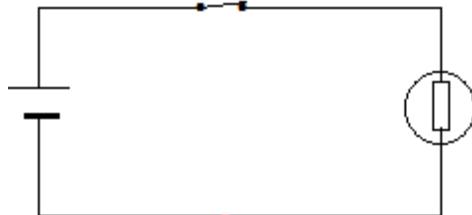
Intercalons dans le circuit, différents objets (paire de ciseaux, plaque de cuivre, plaque de zinc, plaque d'aluminium, verre, bois, règle en plastique, ficelle en coton, ...). Nous constatons que la lampe ne brille que si la substance constituant ces objets est conductrice.

- Un corps **conducteur** laisse passer le courant électrique. Les métaux possèdent cette propriété. L'or et l'argent sont de bons conducteurs, mais peu employés car ils sont chers. On leur préfère le cuivre et l'aluminium qui sont fréquemment utilisés. Le zinc et le chrome sont aussi de bons conducteurs. Le fer et le plomb le sont moins.
- Dans les matériaux métalliques, il existe des charges négatives **mobiles**, appelées **électrons libres**. En absence du courant électrique, les électrons libres ont un mouvement désordonné. Si le conducteur est branché aux bornes d'un générateur, les électrons libres sont soumis à un mouvement d'ensemble bien ordonné : ce déplacement des électrons constitue le **courant électrique**.



- Les corps **isolants** ne possèdent pas de charges électriques mobiles : les électrons ne peuvent se déplacer. Les meilleurs isolants sont : le verre, la porcelaine, certaines matières plastiques, la céramique, le caoutchouc.

## 2. Nature du courant électrique dans les métaux

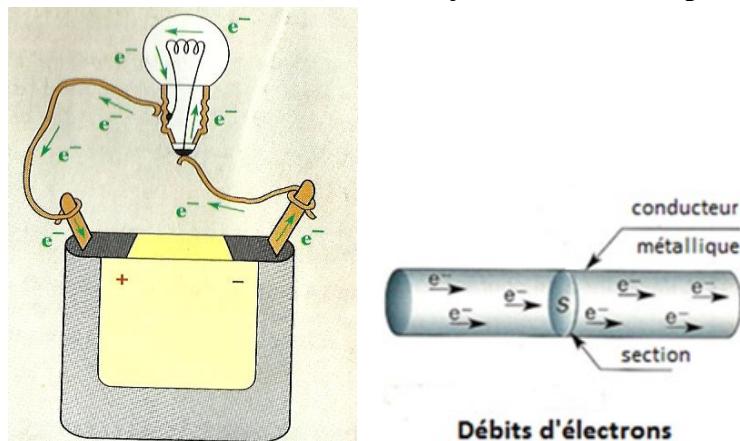


Considérons un circuit électrique schématisé ci-contre. Fermons l'interrupteur. Le courant s'établit dans le circuit.

De nombreuses expériences ont montré que **le courant électrique dans un conducteur métallique est dû à un déplacement d'ensemble d'électrons**.

Ce mouvement d'ensemble s'effectue à une vitesse de l'ordre de 0,1 mm/s, de la borne négative vers la borne positive du générateur.

Le générateur assure la circulation des électrons. Il joue le rôle d'une **pompe à électrons**.



Les électrons se mettent en mouvement dès que le circuit est fermé.

### Exercice 1

Je complète :

- a) Le courant électrique dans un métal est dû à un déplacement .....
- b) Le verre ne conduit pas le courant électrique : c'est un .....
- c) La circulation des électrons dans un circuit est assurée par un.....
- d) A l'extérieur du générateur, le courant va de la borne.....vers la borne.....
- e) Le sens du déplacement des électrons est .....au sens conventionnel du courant.

### Exercice 2

Je recopie et je choisis la bonne réponse.

Un circuit électrique fermé est une suite ininterrompue / interrompue de conducteurs / d'isolants.

Le courant électrique, à l'extérieur du générateur, va de la borne + /- vers la borne -/+.  
La circulation des électrons dans un circuit est assurée par un moteur / un générateur.

### Exercice 3

Je recopie et je complète les phrases suivantes :

- Les métaux laissent passer le courant électrique. On dit qu'ils sont des.....
- Les particules responsables de la conductibilité électrique sont des.....
- Lorsque l'interrupteur est fermé, les électrons libres se déplacent de façon.....
- Certains matériaux, comme le verre et les matières plastiques ne .....le courant électrique : ce sont des .....

### Exercice 4

Je complète le texte suivant :

Le déplacement de plusieurs ..... , dans un .....métallique, crée un ....électrique dans ce conducteur ; dans un métal, les .....se déplacent à une vitesse de .....environ de la borne....du générateur, contrairement au.....du courant électrique.

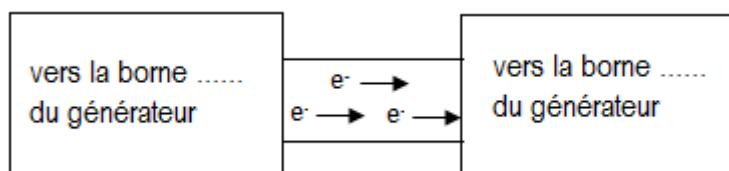
### Exercice 5

Le courant dans un métal est dû au déplacement :

- d'électrons libres
- d'atomes
- des noyaux

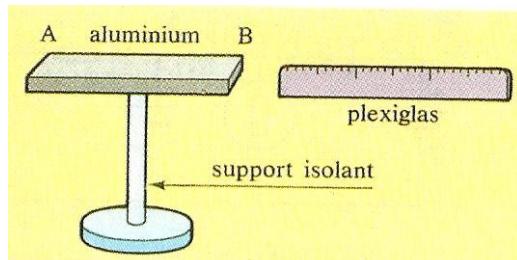
### Exercice 6

Le schéma ci-dessous représente une portion d'un conducteur métallique parcouru par un courant électrique. Les flèches e<sup>-</sup> ..... indiquent le sens de déplacement des électrons.



- Je complète la légende.
- Indique par une flèche → le sens conventionnel du courant dans cette portion du conducteur.

### Exercice 7



Une règle en plexiglas frottée contre un tissu s'électrise positivement. Elle est approchée d'une règle en aluminium posée sur un support isolant.

Dans quel sens les électrons se déplacent-ils dans la règle en aluminium ?

La charge portée par l'extrémité A de la règle en aluminium est-elle positive ou négative ?

### Exercice 8

Je schématisise un circuit série comportant une pile, une lampe, un interrupteur et un ampèremètre.

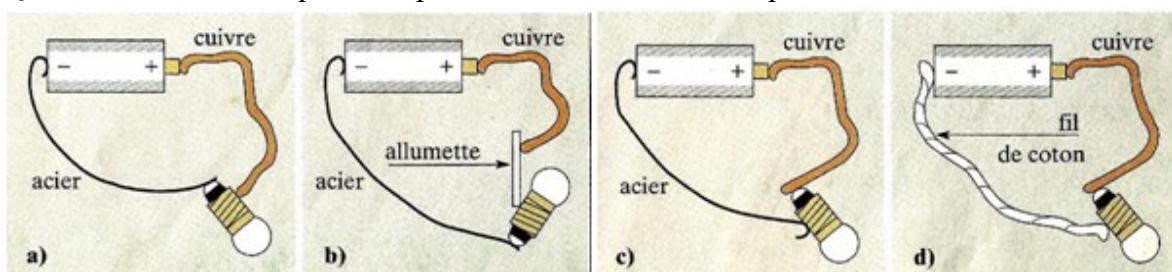
J'indique les bornes de la pile, le sens du courant et le sens de déplacement des électrons.

### Exercice 9

Quatre expériences sont représentées ci-dessous.

Dans quel cas la lampe s'allume-t-elle ?

Quels sont les dessins qui correspondent à un circuit électrique fermé ?



## CHAPITRE 4: PUISSANCE ELECTRIQUE



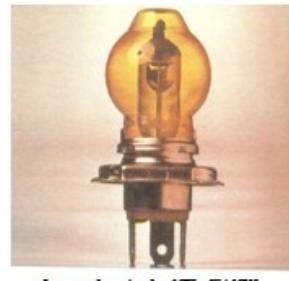
Lampe feu clignotant 12 V ; 21 W

Si nous examinons les différentes lampes qui servent à l'éclairage d'une voiture, nous remarquons que leurs caractéristiques sont très différentes. On trouve par exemple sur :

- Les lampes pour feux clignotants 12 V, 21 W
- Les lampes témoins du tableau de bord  
12 V, 1,5 W.

Toutes ces lampes fonctionnent sous 12 V. Mais elles ne répondent pas au même usage : on demande plus de puissance lumineuse aux lampes de phares qu'aux lampes témoins du tableau de bord.

### 1. Puissance nominale des appareils



Lampe phare/codé : 12V ; 45/40W

Examinons une lampe marquée 12 V ; 45/40 W :

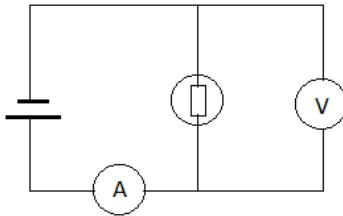
- La première caractéristique indique la tension d'utilisation de la lampe, la seconde, la puissance électrique qu'elle consomme. C'est-à-dire l'énergie qu'il consommerait pendant une seconde s'il fonctionnait normalement : c'est **la puissance nominale** de l'appareil.

Cette puissance consommée est liée à la puissance lumineuse de la lampe.

Or, la lumière émise par le filament dépend de **l'intensité du courant électrique** qui le traverse. Par conséquent, la puissance électrique consommée dépend de l'intensité du courant qui traverse la lampe.

- Mais la puissance électrique varie aussi avec la **tension**.

### 2. Relation entre puissance et tension



Réalisons le circuit représenté ci-contre avec une lampe portant les inscriptions suivantes : 6 V – 3 W et mesurons la tension à ses bornes et l'intensité du courant qui le traverse. Le voltmètre indique  $U = 5,6$  V et l'ampèremètre  $I = 0,57$  A.

En effectuant le produit de la tension aux bornes de la lampe par l'intensité, on obtient :  $U \times I = 5,6 \times 0,57 = 3,192$ .

En répétant l'expérience avec d'autres lampes, on constate que le produit  $U \times I$  pour chacune d'elle est voisin de sa puissance nominale.

**D'une façon générale, on montre que, en courant continu, la puissance électrique consommée par un appareil est égale au produit de la tension mesurée à ses bornes par l'intensité qui la traverse :**  $P = U \times I$

- **P** s'exprime en **watt** de symbole **W**. Les multiples sont : le **kilowatt** de symbole **kW** et le **mégawatt** de symbole **MW**.
- **U** s'exprime en **volt** de symbole **V**.
- **I** s'exprime en **ampère** de symbole **A**.

**Remarque :**  $P = U \times I$  est valable pour tous les appareils fonctionnant en courant continu.

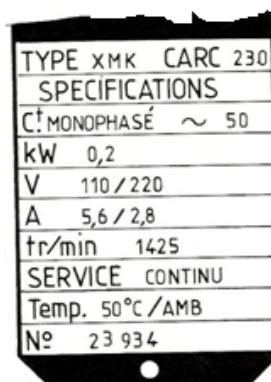
En courant alternatif, elle s'applique seulement aux lampes à incandescence et aux appareils de chauffage (radiateur, chauffe-eau, appareil de cuisson, etc.).

Les appareils domestiques utilisent la tension du secteur.

Une plaque indique, en général, leurs caractéristiques nominales de fonctionnement.

**Exemple :** l'inscription 220 V – 3 kW, gravée sur un radiateur, signifie que :

- La tension d'utilisation est de 220 volts ;
- La puissance consommée est de 3 kilowatts.



Plaque-moteur d'une machine à laver

**Ordre de grandeurs de quelques puissances caractéristiques**

Lampes d'éclairage domestique, Téléviseurs, réfrigérateur	100 W à 200 W 25 W à 100 W
Fer à repasser	1 000 W à 1 200 W
Machine à laver le linge, la vaisselle Cuisinière électrique	2 kW à 3 kW 4 000 kW à 6 000kW

### Exercice d'application

La tension nominale d'une lampe à incandescence de 100W est 220V .

- a) Quelle est la valeur de l'intensité du courant qui traverse cette lampe ?
- b) On remplace cette lampe par une autre de 40W. L'intensité du courant est-elle plus faible ou plus forte que précédemment ?

#### Solution

- a) Valeur de l'intensité du courant

La relation entre la puissance et la tension est :  $P = UI$ . On déduit de cette relation celle donnant l'intensité I

$$I = P/U = 100W/220V = 0,45A$$

- b) Valeur de l'intensité du courant quand  $P = 40W$

$$I = 40W/220V = 0,18A. \text{ Elle est plus faible.}$$

### Exercice 1

Je complète :

- a) L'unité de puissance électrique est le .....
- b) Sur le culot d'une lampe, les inscriptions 12 V-21 W représentent la ..... et la ...
- c) Un kilowatt est égal à .....watts.
- d) En courant continu, la puissance est égale au produit de .....par .....

### Exercice 2

Je choisis la bonne réponse :

Lorsque la tension appliquée aux bornes d'une lampe augmente :

- a) L'intensité et la puissance consommée augmentent simultanément ;
- b) L'intensité augmente, et la puissance reste la même ;
- c) L'intensité diminue, et la puissance augmente.

### Exercice 3

Je complète avec P, U et I les expressions suivantes :

- a)  $P = U \dots$
- b)  $I = \dots / \dots$
- c)  $U = \dots / \dots$

### Exercice 4

Une lampe porte l'indication 6 V- 1,8 W ; en fonctionnement normal, l'intensité qui la traverse vaut-elle : 0,3 A, 0,18 A ou 0,6 A ?

### Exercice 5

Tu dispose d'une pile de 4,5 V et de trois lampes de tensions nominales 1,2 V ; 6 V ; 12 V. Peux-tu brancher sans risque chaque lampe aux bornes de la pile ? Eclairera-t-elle bien ?

### **Exercice 6**

Une lampe d'automobile porte l'indication 12 V-21 W. Je calcule l'intensité du courant électrique qui la traverse lorsqu'elle fonctionne normalement.

### **Exercice 7**

Deux lampes à incandescence (220 V – 100 W) font partie du circuit électrique d'un lampadaire branché sur le secteur. Elles fonctionnent normalement.

- Comment sont-elles branchées ?
- Quelle est la puissance totale consommée ?
- Quelle est l'intensité du courant qui circule dans les fils de la prise du courant du lampadaire ?

### **Exercice 8**

Les pompes qui assurent la circulation pour refroidir la vapeur dans une centrale électrique sont entraînées par des moteurs de 3 MW fonctionnant sous une tension de 5 kV. Je calcule l'ordre de grandeur de l'intensité qui circule dans les fils d'alimentation de ces moteurs.

### **Exercice 9**

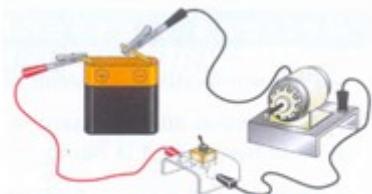
Kladoumadji veut brancher simultanément sur une prise de courant possédant un fusible de 10 A, un radiateur de 2 kW, un fer à repasser de 800 W et une lampe de 100 W. Brahim lui déconseille de le faire. Pourquoi ? La tension efficace du secteur est de 200 V.

### **Exercice 10**

Voici l'équipement électrique d'un appartement : 10 lampes de 40 W ; 6 lampes de 60 W ; 4 lampes de 100 W ; un réfrigérateur de 120 W ; un aspirateur de 800 W ; un fer à repasser de 1200W ; un téléviseur de 180 W ; un four électrique de 3,5 kW ; un lave-linge de 3,2 kW ; un lave-vaisselle de 2,2 kW.

Un technicien recommande un abonnement 9kW. Es-tu d'accord avec lui ? Pourquoi ?

## CHAPITRE 5 : SENS CONVENTIONNEL DU COURANT, RÔLE DU GENERATEUR



Dans quel sens tourne le moteur?

Réalisons un circuit électrique comprenant un générateur, un moteur électrique, un interrupteur et trois fils de connexion.

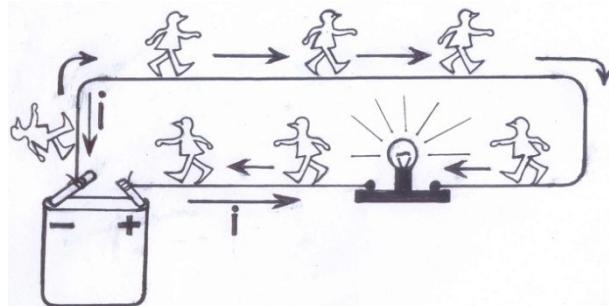
Fermons l'interrupteur et observons le sens de rotation du moteur.

Inversons le sens de branchement aux bornes de la pile et fermons l'interrupteur : le moteur tourne en sens contraire.

Le moteur est sensible au sens du courant.

### 1. Sens conventionnel du courant électrique.

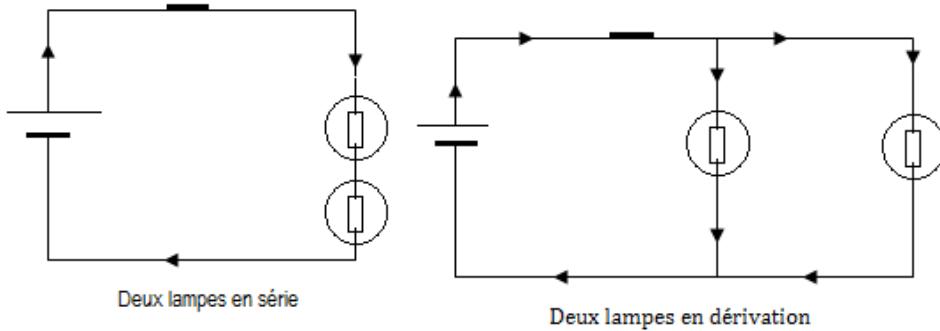
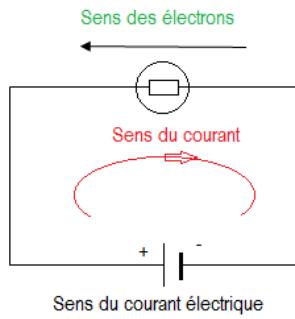
Les savants du XIX siècle ignoraient l'existence des électrons. Ils ont choisi **conventionnellement** de fixer un sens au courant électrique : le courant sort du **pôle positif** du générateur et y retourne par le **pôle négatif**.



En réalité, cette convention ne peut correspondre qu'à un déplacement des charges positives. Or dans les conducteurs métalliques, on sait que le courant électrique est dû à un déplacement d'ensemble **d'électrons**. Ce déplacement s'effectue à une vitesse de l'ordre de 0,1 mm/s, de la borne négative vers la borne positive du générateur :

**Le sens de déplacement des électrons est opposé au sens conventionnel du courant électrique.**

Sur les schémas, le sens du courant est indiqué par une flèche portée sur les conducteurs.



## 2. Le rôle du générateur

Pour qu'il y ait courant électrique, il faut que les charges circulent dans le circuit. C'est grâce au générateur que cela est possible.

Le générateur n'est ni un réservoir, ni une fabrique de charges. Dans toutes les parties conductrices d'un circuit, il y a des charges mobiles. Le rôle du générateur consiste simplement à les faire circuler dans le circuit.

**Il joue le rôle d'une pompe qui attirerait les électrons par sa borne + et les refoulerait par sa borne -.**

## 3. La diode et le sens du courant

Une diode est un dipôle dont les deux bornes ne sont pas identiques. Son symbole est :

Réalisons un circuit comprenant une pile, une lampe, une diode et testons les deux possibilités de branchement de la pile dans le circuit.

- Sur la figure 1, la lampe brille normalement : la diode laisse passer le courant électrique.
- Sur la figure 2, la lampe ne brille pas : la diode empêche la circulation du courant.

En présence de la diode, le courant ne passe que pour un sens de branchement particulier. Dans ce cas, la diode est branchée dans **le sens passant** : celui de la flèche représentée sur son symbole.

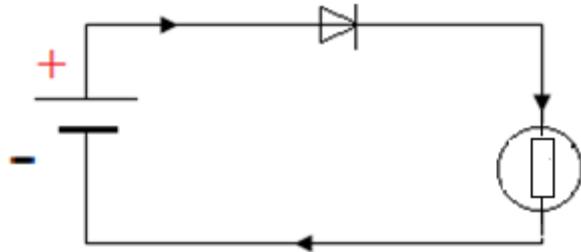


Figure 1

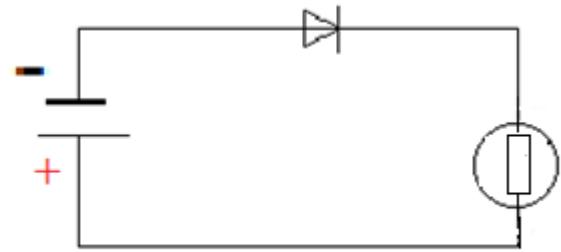


Figure 2

### Exercice d'application

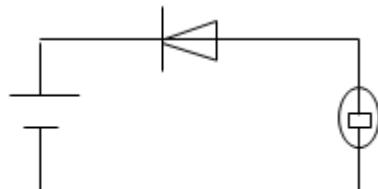
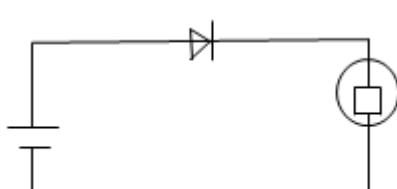
Schématise un circuit série comportant une pile, une lampe et une diode :

- Pour que la lampe soit allumée ;
- Pour que la lampe soit éteinte.

### Solution

La lampe allumée : la diode doit être branchée en sens passant

La lampe éteinte : la diode doit être branchée en sens bloqué



### Exercice 1

Complète le texte suivant :

Le déplacement de plusieurs ..... , dans un ..... métallique, crée ..... un ..... électrique dans ce conducteur ; dans un métal, les ..... se déplacent à une vitesse de ..... environ de la borne ..... à la borne ..... du générateur, contrairement au ..... du courant électrique.

### Exercice 2

Je complète :

- Le courant électrique dans un métal est dû à un déplacement .....
- Le verre ne conduit pas le courant électrique : c'est un .....
- A l'extérieur du générateur, le courant va de la borne ..... vers la borne .....
- La circulation des électrons dans un circuit est assurée par un ...
- Le sens de déplacement des électrons est ..... au sens conventionnel du courant.
- Un composant électronique, appelé ....., ne laisse passer le courant que dans un sens.

### Exercice 3

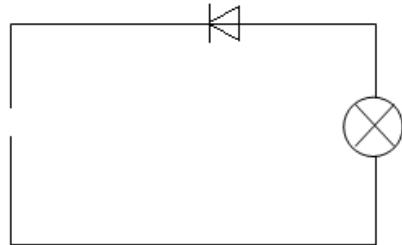
Tu dispose des composants électriques suivants :

Un générateur, un interrupteur, une diode, une lampe, quatre fils de connexion.

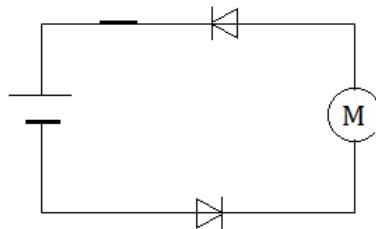
- Dessine le symbole de chacun de ces composants.
- Ces composants sont montés en série dans un montage, la lampe brille. Fais un schéma de ce montage.
- Indique sur le schéma le sens conventionnel du courant électrique.

#### Exercice 4

Je complète le schéma ci-dessous en plaçant une pile dans le circuit de façon que la lampe puisse briller.



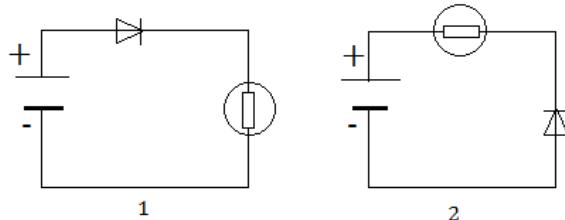
#### Exercice 5



Un circuit comprend une pile, un moteur et deux diodes.

- Le moteur ne fonctionne pas. Pourquoi ?
- On inverse les branchements aux bornes de la pile. Le moteur peut-il fonctionner ?
- On enlève une des diodes. Le moteur fonctionne. Laquelle des diodes a-t-on supprimé : celle du haut ou celle du bas sur le schéma ?

#### Exercice 6



Reproduis les schémas ci-contre.

Représente, s'il y a lieu, le sens du courant par des flèches rouges et le sens du déplacement des électrons dans les fils par des flèches bleues.

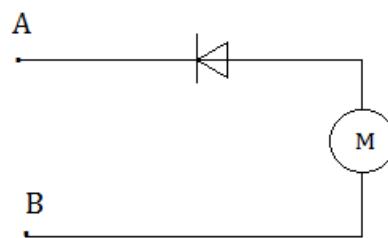
### **Exercice 7**

Schématise un circuit série comportant une pile, une lampe et une diode :

- a) Pour que la lampe soit allumée ;
- b) Pour que la lampe reste éteinte.

### **Exercice 8**

Le sens de rotation du moteur d'une petite perceuse à pile dépend du sens du courant qui le traverse. Or la perceuse doit tourner dans un sens bien déterminé.



Pour éviter toute erreur de branchement de la pile, le constructeur a branché une diode en série avec le moteur (figure ci-contre).

Reproduis ce schéma et indique comment doit-être branchée la pile, entre A et B, pour que le moteur fonctionne.

Que se passe-t-il si la pile est branchée à l'envers ?

### **Exercice 9**

Dans un fil en cuivre, la vitesse d'ensemble des électrons libres est égale à 0,15 mm/s. Quelle durée mettrait un électron pour parcourir un fil de longueur 30 cm ?

## **CHAPITRE 6 : EXTRACTION DES ELECTRONS D'UN METAL**

Il arrive de ressentir une décharge électrique en touchant une voiture qui vient de s'arrêter. Par frottement dans l'air, la voiture s'électrise et les pneus qui sont des isolants électriques n'ont pas permis l'écoulement de ces charges dans le sol. Ces charges s'accumulent dans les parties métalliques de la voiture. Ce qui est un désagrément et peut être un danger. Pour éviter des catastrophes, les camions et les voitures sont munies d'une tresse pour écouler l'électricité dans le sol.

### **1. Rappels sur l'électrisation**

#### **a. Electrisation par frottement**

Lorsqu'on frotte une règle en matière plastique avec de la peau de chat et qu'on l'approche des petits morceaux de papier, ceux-ci sont attirés par la règle.

De même, un bâton en verre frotté contre un drap, provoque la déviation d'un mince filet d'eau.

Ces phénomènes sont dus à l'apparition des charges électriques suite aux frottements : on dit que le bâton ou le tuyau du stylo s'est électrisé. On dit aussi qu'il est chargé d'électricité ou qu'il porte des charges électriques. Les charges électriques apparues sont sur place. On parle de l'électricité statique ou electrostatique.

#### **b. Les deux sortes de charges électriques**

Frottions deux baguettes de verre avec un même tissu. Ce sont les mêmes charges qui sont apparues sur ces baguettes.

Suspendons l'une à un fil en coton et approchons l'une de l'autre, les extrémités frottées : on constate qu'elles se repoussent.

Frottions deux baguettes, l'une en verre et l'autre en ébonite (polystyrène) avec un tissu. Quand on rapproche les baguettes, elles s'attirent.

Les expériences réalisées montrent que ; soit, les baguettes se repoussent, soit, les baguettes s'attirent. Il existe donc deux sortes d'électricité : les charges électriques positives et les charges électriques négatives.

On peut interpréter l'électrisation d'un corps par le transfert des électrons : ceux à qui on arrache les électrons ont des charges positives et ceux qui reçoivent les électrons ont des charges négatives.

**Règle :** des charges électriques de même signe se repoussent et des charges électriques de signes contraires s'attirent

L'électrisation d'un corps se fait aussi par contact et par influence.

### **2. Extraction d'électrons d'un métal**

#### **a. Extraction à l'aide d'un rayonnement ou par effet photoélectrique**

##### **Mise en évidence**

Fixons une plaque de zinc bien décapée sur un électroscopie. On charge la plaque de zinc négativement (excès d'électrons). La tige métallique et la feuille mobile sont toutes chargées

négativement (en contact avec la plaque de zinc). Quand on éclaire la plaque de zinc au moyen des rayons ultra-violets (très chauds) ; on constate que la feuille de l'électroscopie retombe.

La lumière a expulsé des électrons de la plaque. L'électroscopie se décharge. C'est pourquoi la feuille tombe. La tige et la feuille sont redevenues neutres.

La possibilité d'extraction des électrons d'un métal, en le soumettant à la lumière porte le nom d'effet photoélectrique.

L'effet photoélectrique trouve ses applications dans les récepteurs de lumière :

### **b. Applications de l'effet photoélectrique**

#### **- La photopile**

La photopile ou cellule photovoltaïque est constituée des couches métalliques superposées. Exposée à la lumière, une photopile produit du courant électrique.

Les panneaux solaires des satellites sont équipés des photopies qui, à partir de l'énergie lumineuse du soleil, produisent l'énergie électrique nécessaire au fonctionnement des satellites. On utilise de plus en plus dans les pays ensoleillés, les panneaux solaires pour satisfaire de nombreux besoins domestiques (éclairage des maisons, cuisson des aliments, ...). L'intérêt des photopies est qu'elles constituent des sources de courant électrique.

#### **- La cellule photo émissive**

La cellule émissive est une cellule photoélectrique qui laisse passer le courant électrique dans un circuit, lorsqu'elle est éclairée.

#### **- Le posemètre du photographe**

Le posemètre est un appareil qui permet le réglage automatique des appareils photographiques et des caméras sont commandé par une cellule photoélectrique.

#### **- L'ouverture automatique d'une porte**

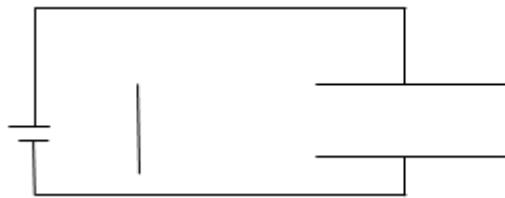
On peut commander l'ouverture d'une porte au moyen d'une photoélectrique. La porte fermée est éclairée par un rayon. Si une se présente devant la porte, le rayon est coupé et la cellule photoélectrique met en marche un dispositif qui ouvre la porte.

### **c. Extraction par effet thermoélectronique**

Lorsque l'on chauffe fortement un métal (un métal contient des électrons libres), les électrons s'agitent et peuvent sortir du métal. En chauffant donc un métal, on peut extraire des électrons. La possibilité d'extraire des d'un métal par chauffage porte le nom de effet thermoélectrique ou effet thermoélectronique. L'effet thermoélectrique a de nombreuses applications dont le principe repose sur le chauffage d'une cathode et qui émet par la suite des électrons.

### **Exercice d'application**

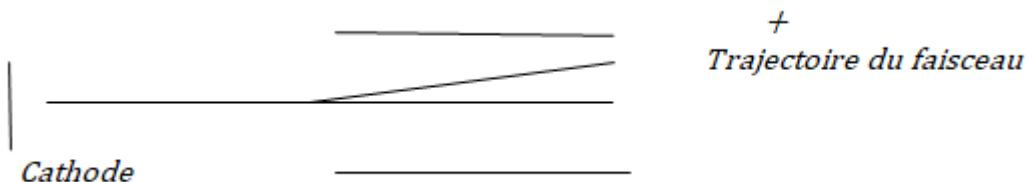
Lorsque la cathode d'un oscilloscope est fortement chauffée, elle émet des électrons. Ces électrons passent à grande vitesse entre deux plaques reliées à une pile comme le montre la figure ci-dessous :



Trace la trajectoire du faisceau d'électrons émis par la cathode.

### Solution

Je trace la trajectoire du faisceau des électrons émis par la cathode



### d. Applications de l'effet thermoélectronique

#### L'oscillographie électronique :

C'est un appareil muni d'un canon à électrons. Quand la cathode est fortement chauffée, elle émet des électrons qui sont attirés par l'anode. Le faisceau d'électrons chemine dans un tube cathodique où règne un vide poussé jusqu'à l'écran. Sur sa trajectoire, des plaques horizontales et verticales dévient le faisceau.

#### Le récepteur de télévision

Le récepteur de télévision comporte, comme un oscilloscope, un tube cathodique. Le canon à électrons émet des électrons lorsqu'il est chauffé. De nombreux dispositifs magnétiques dévient le faisceau qui balaie l'écran suivant des bandes. Lorsque la télévision n'émet pas, l'écran présente une succession de bandes brillantes et sombres.

#### Exercice d'application

*La distance entre la cathode et l'écran d'un oscilloscope est de 25 cm. La vitesse des électrons, supposée constante, est de 20 000 km/s.*

*Calcule le temps mis par les électrons issus de la cathode pour atteindre l'écran.*

### Solution

Le temps mis,

$$25 \text{ cm} = 2,5 \cdot 10^{-4} \text{ km}$$

$$V = d/t \text{ on a alors } t = d/V \quad t = 2,5 \cdot 10^{-4} \text{ km} / 20 000 \text{ km/s}$$

$$t = 1,25 \cdot 10^{-8} \text{ s}$$

#### Exercice 1

Je recopie les phrases suivantes en les complétant :

- a) L'extraction des électrons d'un métal se fait par ... et par ...
- b) On peut électriser un corps par ... ou par ...
- c) Le fonctionnement d'un oscilloscope utilise l'effet ...
- d) Le fonctionnement d'une photopile utilise l'effet ...

### **Exercice 2**

La foudre est une décharge électrique qui se produit à travers l'air entre un nuage et le sol.  
L'intensité du courant qui passe dans l'air est d'environ 100 000A.

Combien de locomotives la foudre peut faire fonctionner ? L'intensité de courant d'une locomotive est de 500A.

### **Exercice 3**

L'ion cuivre  $\text{Cu}^{2+}$  est un atome de cuivre qui a perdu deux électrons. Le noyau de l'ion cuivre  $\text{Cu}^{2+}$  possède 29 charges élémentaires positives.

- a) Quel est le nombre de charges élémentaires positives du noyau d'atome de cuivre ?
- b) Quel est le nombre d'électrons de l'ion cuivre ?

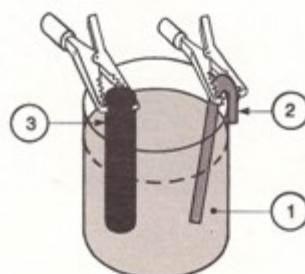
## CHAPITRE 7: FONCTIONNEMENT D'UNE PILE

Avec une pile, des fils de connexion, une lampe et un interrupteur, on réalise un circuit électrique. Quand on ferme l'interrupteur, la lampe s'allume car elle est parcourue par un courant électrique. Ce courant électrique est produit par la pile. La pile est le générateur de ce circuit : elle provoque un mouvement d'ensemble des électrons libres des conducteurs métalliques du circuit. Le mouvement des électrons s'effectue à partir de la borne négative (-) vers la borne positive (+) de la pile.

**Attention !** Les électrons ne traversent pas la pile !

### 1. Constitution de la pile

- ✓ Les piles qu'on utilise le plus couramment sont les piles de type « Leclanché » inventé en 1877 par l'ingénieur français Leclanché.
- ✓ Une « pile plate » ordinaire comporte trois éléments Leclanché associés en série.
- ✓ Il existe dans le commerce d'autres sortes de piles qui diffèrent des piles Leclanché par la nature des électrodes ou de la solution conductrice : pile alcaline, pile à mercure, pile à oxyde d'argent.
- ✓ Une pile à liquide : elle n'est pas employée dans la vie courante, mais elle est réalisable au laboratoire.



Une pile à liquide

**Remarque :** la première pile à liquide fut inventée par Volta en 1800.

**Attention !** Ces piles contiennent des produits dangereux. Il ne faut jamais les démonter sans précaution.

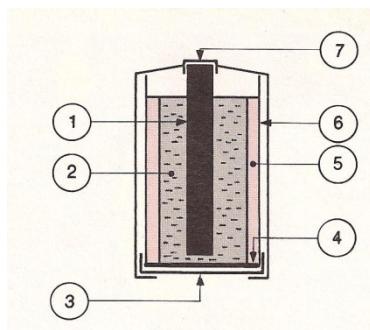
**Une pile est toujours constituée de deux électrodes de nature différente entre lesquelles il y a une solution conductrice.**

Démontons l'emballage en carton ou en plastique d'une pile ronde : il apparaît un cylindre métallique en zinc.

Découpons cette enveloppe métallique pour examiner l'intérieur de la pile. On découvre :

- une pâte blanche gélatineuse qui contient un électrolyte (chlorure d'ammonium) ;
- une poudre noire (du dioxyde de manganèse  $MnO_2$  mélangé à de la poudre de graphite) ;

1. Au centre, un bâton en graphite noir muni d'une pastille de laiton permettant de faire la connexion
2. Bâton de carbone
3. Poudre noire (carbone + dioxyde de manganèse)
4. Fond rapporté en fer blanc (borne -)
5. Disque isolant en carton
6. Electrolyte (pâte contenant une solution conductrice)
7. Tube de zinc
8. Capsule de laiton (borne +)



Pour une pile Leclanché usagée, l'enveloppe métallique de zinc est consommée quand la pile fonctionne et laisse apparaître des larges zones blanchâtres. La pile est définitivement inutilisable.

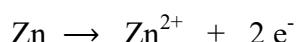
## 2. Fonctionnement de la pile

Dans une pile usagée, on a observé de nombreuses traces de corrosion ; de boursouflures, trous d'où sort une poudre blanche.

Récupérons cette poudre blanche et dissolvons-la dans l'eau et filtrons. La solution obtenue est incolore.

Ajoutons quelques gouttes de soude dans cette solution. Il se forme un précipité blanc caractéristique des ions  $Zn^{2+}$ .

Au cours de son fonctionnement, la pile est le siège de réactions chimiques : les atomes de zinc se sont transformés suivant l'équation :

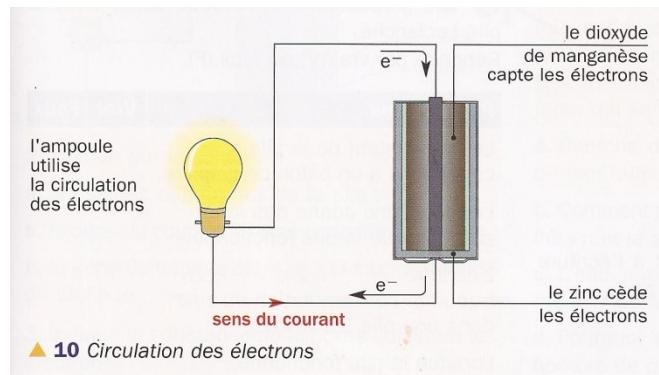


Les électrons perdus par les atomes de zinc quittent la pile en circulant dans le conducteur métallique vers le bâton de graphite.

Les électrons qui arrivent à la borne + participent à une réaction complexe faisant intervenir le dioxyde de manganèse.

Ce transfert d'électrons s'effectue à travers les conducteurs métalliques du circuit.

La pile consomme du zinc et du dioxyde de manganèse. Elle cesse de fonctionner lorsque l'un des deux réactifs a été totalement utilisé.



### Exercice d'application

Une pile Leclanché consomme 10 mg de zinc par minute.

a) Sachant que la masse d'un atome de zinc est  $10^{-22}$  g, calcule le nombre d'atomes de zinc transformés par minute.

b) Calcule le nombre d'électrons libérés chaque minute par la borne négative de la pile.

### Solution

a) Je calcule le nombre d'atomes de zinc transformés par minute

$$10 \text{ mg} = 10^{-2} \text{ g}$$

$$10^{-22} \text{ g} \rightarrow 1 \text{ atome}$$

$$10^{-2} \text{ g} \rightarrow n$$

$$n = 10^{-2} \text{ g} \times 1 \text{ atome} / 10^{-22} \text{ g} = 10^{20} \text{ atomes}$$

$$n = 10^{20} \text{ atomes}$$

a) Le nombre d'électrons libérés chaque minute

L'équation-bilan de la transformation du zinc en ion zinc est :



Chaque atome de zinc libère 2 électrons.

Le nombre d'électrons libérés est deux fois le nombre d'atomes de zinc

$$n_{e^-} = 2 \times 10^{20}$$

### Exercice 1

Complète le texte suivant :

Les bornes d'une pile Leclanché sont en matériaux différents : le.....est la borne.....et le ..... , la borne..... Ces deux.....sont séparées par des.....et sont en contact avec un.....gélifié.

### Exercice 2

Choisis la bonne réponse :

- a) Dans une pile, les électrodes sont identiques / différents.
- b) Lorsqu'une pile fonctionne, des électrons sont libérés par la borne + / la borne -.
- c) Dans la pile Leclanché, le zinc est la borne- / la borne+ ; le graphite est la borne + / la borne-.

- d) Lorsque la pile Leclanché fonctionne, la transformation subie par le zinc s'écrit  $\text{Zn}^{2+} + 2 \text{e}^- \rightarrow \text{Zn} / \text{Zn} \rightarrow \text{Zn}^{2+} + 2 \text{e}^-$ .

### Exercice 3

Répond par vrai (V) ou faux (F) aux affirmations suivantes :

- a) Le métal zinc donne des ions  $\text{Zn}^{2+}$  lorsque la pile fonctionne.
- b) A la borne – de la pile, les ions  $\text{Zn}^{2+}$  captent les électrons apportés par le courant.
- c) Lorsque la pile fonctionne, le graphite reçoit des électrons ; c'est la borne +.
- d) Dans la partie du circuit extérieure à la pile, le courant électrique va du zinc vers le graphite.

### Exercice 4

On donne les énoncés suivants. Répond par vrai (V) ou faux (F).

- a) Dans une pile Leclanché en fonctionnement, le métal zinc libère des électrons.
- b) Le transfert des électrons libérés se fait directement à l'intérieur de la pile.
- c) Les électrons libérés par le zinc sont captés par le graphite.
- d) Les ions zinc donnent une coloration verte à la solution qui les contient.
- e) La poudre noire de la pile Leclanché est du dioxyde de manganèse.
- f) Une pile Leclanché consomme du dioxyde de manganèse.

### Exercice 5

On plonge dans une solution de sulfate de cuivre un ruban de magnésium et un bâton de carbone. Qu'observe-tu si on relie ces deux électrodes aux bornes d'un petit moteur jouet de 1,5 V ? Que constituent les deux électrodes et la solution ? Que devient l'électrode de magnésium ? Qu'observe-tu sur l'électrode de carbone ?

### Exercice 6

L'eau de mer attaque le fer de la coque des navires. Afin de protéger le fer de cette corrosion, les armateurs vissent dans la coque une masse de zinc qui doit être changée régulièrement chaque année. Ces deux métaux en contact avec l'eau de mer forment une pile qui débite du courant électrique. La borne + est le fer, la borne – est le zinc.

- a) Quel est l'électrolyte ?
- b) Quelle réaction subit le zinc ?

### Exercice 7

Fabrique, chez toi à la maison, une pile en enfonçant une lame d'aluminium et une lame de cuivre dans un citron ou une orange.

- a) Précise l'électrolyte de ta pile.
- b) A l'aide d'un détecteur (voltmètre), vérifie que ta pile fonctionne.

### Exercice 8

Ouvre et observe une pile plate usagée.

- a) Comment les piles rondes sont-elles reliées entre elles ?

- b) Indique :
- Le pôle correspondant à la grande lame,
  - Le pôle correspondant à la petite lame.
- c) Explique la présence des zones blanches sur le cylindre de la pile ronde intermédiaire.

### Exercice 9

Lorsqu'une pile Leclanché fonctionne, la masse de son électrode de zinc diminue. Que devient le zinc qui est consommé ? Traduis cette réaction chimique par une équation.

### Exercice 10

La capacité d'une pile, parfois indiquée par le fabricant, correspond au produit de l'intensité I du courant par le temps t au bout duquel la pile est déchargée. Elle s'exprime en ampère-heure (Ah) ou milliampère heure (mAh). Par exemple, une pile de capacité 500 mAh pourra fournir un courant de 100 mA pendant 5 h ou 500 mA pendant 1 h : capacité = I x t.

Sachant que le courant dans une lampe est d'environ 200 mA, combien de temps cette lampe pourra-t-elle éclairer si elle est alimentée par une pile de capacité 500 mAh ?

### Exercice 11

La tension aux bornes d'une pile alcaline est de 1,5 V. Cette pile peut fonctionner pendant 50 h avec un débit de 200 mA.

- a) Calcule la capacité de cette pile. Quelle est la donnée inutilisée dans le texte de cet exercice ?
- b) Compare la capacité de cette pile à celle de la pile Leclanché qui est de l'ordre de 2 Ah.

### Exercice 12

Une pile Leclanché consomme 10 mg de zinc par minute.

- a) Sachant que la masse d'un atome de zinc est  $10^{-22}$  g, calcule le nombre d'atomes de zinc transformés en une minute.
- b) Calcule le nombre d'électrons libérés chaque minute par la borne – de la pile.
- c) Calcule le nombre d'électrons libérés chaque seconde par la borne – de la pile.

## CHAPITRE 8 : TRANSFORMATION $Cu \rightleftharpoons Cu^{2+}$ PAR ELECTROCHIMIE

Dans l'industrie automobile, afin de protéger efficacement les carrosseries métalliques de la corrosion, on a recours à l'électrolyse. La carrosserie est plongée dans un bac de peinture dans lequel une électrode est suspendue. On fait passer un courant électrique continu entre la carrosserie (cathode) et l'électrode (anode).

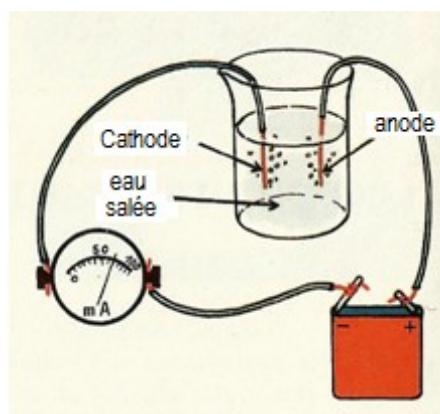
### 1. Des solutions conductrices

- Certaines substances ont la propriété de former avec l'eau des solutions qui conduisent le courant électrique : on dit qu'elles sont **conductrices**.

#### Remarque

Toutes les solutions ne sont pas conductrices : l'eau salée est conductrice, l'eau sucrée ne l'est pas.

- Les conducteurs solides qui plongent dans la solution et qui permettent la circulation du courant électrique s'appellent **électrodes** :
  - L'électrode qui est reliée à la borne négative du générateur s'appelle la **cathode**.
  - L'électrode qui est reliée à la borne positive du générateur s'appelle **l'anode**.



Quand on plonge dans une solution conductrice deux électrodes reliées aux bornes du générateur continu, on observe :

- un dégagement gazeux sur l'une des électrodes ou sur les deux ;
- un dépôt de métal sur la cathode
- une diminution de la masse de l'anode si elle est métallique ;
- une modification de la solution.

Le courant électrique produit des réactions chimiques sur les électrodes. L'ensemble de ses réactions chimiques est appelé **électrolyse**.

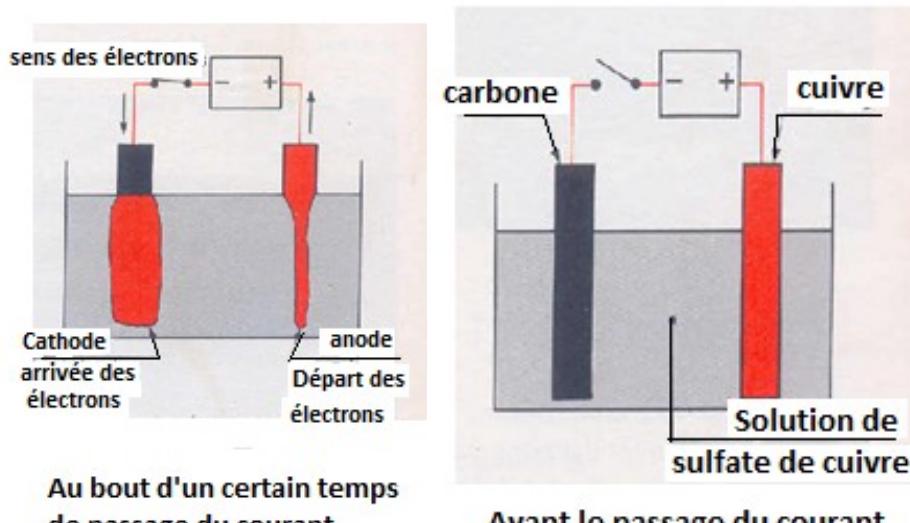
### 2. Electrolyse d'une solution de sulfate de cuivre

**Expérience** : on fait l'électrolyse d'une solution de sulfate de cuivre en utilisant une cathode en graphite (essentiellement du carbone) et une anode en cuivre métallique.

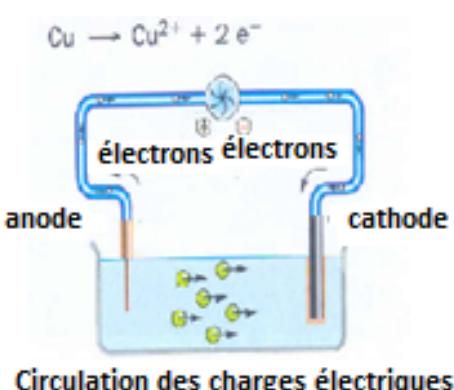
La solution de sulfate de cuivre dans l'eau contient trois espèces chimiques : l'eau, les ions cuivre  $\text{Cu}^{2+}$  et les ions sulfate  $\text{SO}_4^{2-}$ .

Au bout d'un certain temps de passage de courant, on constate :

- la cathode de graphite est recouverte d'une couche de métal cuivre ;
- la masse de l'anode de cuivre a diminué. La diminution de la masse de l'anode est égale à la masse du cuivre déposé sur la cathode.
- la solution ne change pas d'aspect. Elle contient toujours les mêmes espèces chimiques qu'au début de l'expérience et que leurs quantités n'ont pas changé.



### Interprétation



Circulation des charges électriques

Les électrons du générateur arrivent à la cathode. Les ions cuivre  $\text{Cu}^{2+}$  de la solution qui se trouvent en contact de cette cathode reçoivent les deux électrons qui leur manquent et deviennent des atomes de cuivre Cu. Ces atomes forment le cuivre métallique que l'on observe sur la cathode.

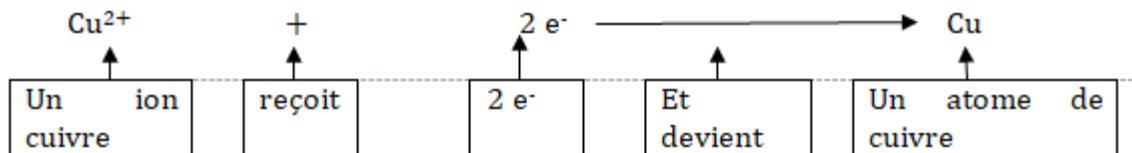
Chaque fois que deux électrons arrivent à la cathode et transforment un ion en un atome, deux autres électrons repartent de l'anode vers le générateur. Ces deux électrons sont fournis par le cuivre de l'anode. Un atome de cuivre se transforme alors en ion et passe dans la solution : la masse de l'anode diminue.

Chaque fois qu'un ion cuivre se transforme en atome à la cathode, un atome de cuivre se transforme en ion à l'anode. La solution garde toujours le même nombre d'ions cuivre. L'eau et les ions sulfates ne participent pas à cette électrolyse

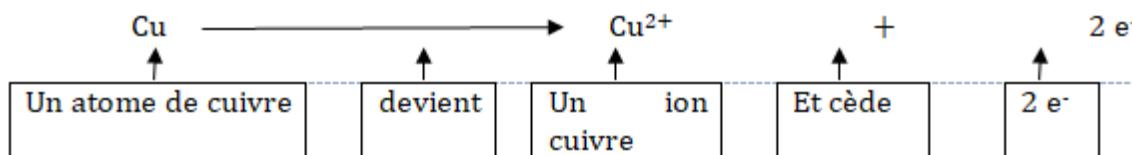
### Conclusion

Le générateur, en imposant la circulation d'électrons dans le circuit des fils conducteurs et des électrodes entraîne l'existence de deux réactions électrochimiques, simultanées aux électrodes :

- A la cathode :

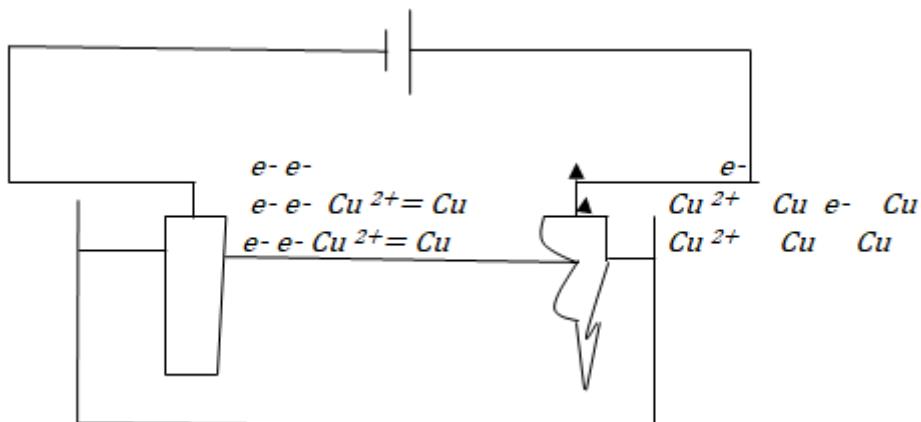


- A l'anode :



### Exercice d'application 1

Le dispositif expérimental schématisé ci-dessous montre ce qui se passe lors de l'électrolyse du sulfate de cuivre quelques minutes après le passage du courant.



Observe et interprète ce qui se passe au niveau des électrodes

### Solution

Après quelques minutes de passage du courant (courant continu), on observe que la couleur de la solution n'a pas changé, l'anode en cuivre est rongée et le cuivre métallique se dépose sur la cathode.

### Interprétation

Les ions cuivre sont attirés par la cathode au contact de laquelle ils prennent des électrons et donnent du cuivre métallique.

L'équation-bilan de cette transformation est :



A l'anode, les atomes de cuivre perdent des électrons, deviennent des ions cuivre et passent en solution. Ce qui explique le non changement de couleur de la solution. Les électrons libérés sont attirés par la borne positive de la pile. L'atome de cuivre devient ion cuivre suivant l'équation-bilan : Cu



### Exercice d'application 2

Plonge les deux lames en d'une pile de 4,5V dans une cuve d'eau salée. La solution prend une coloration bleue.

- a) Justifie la coloration bleue de la solution ;
- b) Quelle est la composition de cet alliage.

### Solution

a) La coloration de la solution est une preuve qu'il y a des ions cuivre formés. Dans le laiton, il y a donc du cuivre.

b) La composition du laiton :

Cuivre : 95 à 55 %

Zinc : 5 à 45%

### Exercice 1

Donne la signification des mots : électrodes, électrolyse, électrolyte, électrolyseur.

### Exercice 2

On donne les propositions ci-après. Répond par vrai (V) ou faux (F).

- a) Les électrodes sont des isolants électriques ;
- b) Les phénomènes qui se produisent aux électrodes sont dus à un transfert d'électrons ;
- c) Le courant dans un électrolyte est dû à une circulation d'électrons ;
- d) Les ions sont responsables de la circulation du courant dans un électrolyte ;
- e) Au cours d'une électrolyse, les électrons arrivent à la cathode.

### Exercice 3

Je choisis la bonne réponse :

- a)  $\text{Cu}^{2+}$  est un ion positif / Négatif
- b) Pour former un ion positif, un atome gagne / perd des électrons
- c) Les ions positifs se dirigent vers l'électrode reliée à la borne positive / négative de la pile.
- d) Lors d'une électrolyse, pour qu'un métal puisse passer en solution sous forme d'ion, il faut le relier à la borne positive / négative de la pile.
- e) La solution de sulfate de cuivre contient des atomes / ions.

### Exercice 4

Réponds par vrai (V) ou faux (F) aux propositions suivantes :

- a) L'écriture  $\text{Cu}^{2+} + 2\text{e}^- \rightarrow \text{Cu}$  traduit la transformation que fait subir l'acide nitrique au cuivre.

- b) Le dioxyde d'azote a une couleur rousse.
- c) NO est la formule chimique du dioxyde d'azote.

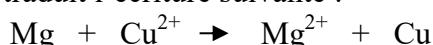
### Exercice 5

Au cours d'une électrolyse d'une solution de sulfate de cuivre à anode de cuivre, on observe :

- a) Une dégradation de l'anode de cuivre. Ecris de façon symbolique la réaction chimique responsable de cette dégradation.
- b) Un dépôt de cuivre sur la cathode de graphite. Ecris de façon symbolique la réaction chimique responsable de ce dépôt.

### Exercice 6

Ecris un texte qui traduit l'écriture suivante :

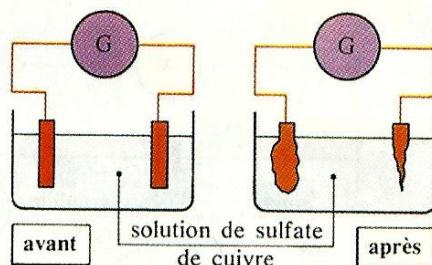


Mg est le symbole du magnésium ;

$\text{Mg}^{2+}$  est le symbole de l'ion magnésium.

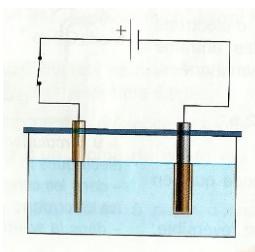
### Exercice 7

On réalise l'expérience schématisée sur la figure ci-dessous.



Les électrodes sont en cuivre. Où se trouve la borne + du générateur ?

### Exercice 8



Le schéma ci-contre représente une électrolyse de sulfate de cuivre à anode de cuivre, après quelques instants de fonctionnement.

- a) Indique sur le schéma, en légende : l'anode, le dépôt de cuivre, l'électrolyte, la cathode.
- b) Indique par la flèche ( $\rightarrow$ ) le sens de circulation du courant dans l'électrolyte, et par une flèche ( $\Rightarrow$ ) le sens du courant dans le circuit.

### Exercice 9

Un bijou est doré, c'est-à-dire recouvert d'or, par électrolyse. Un gramme d'or se dépose sur ce bijou en 45 min.

- a) En supposant qu'il se dépose la même quantité d'or à chaque minute, calcule la masse d'or déposée par minute.

- b) Quelle est la masse d'or déposée au bout de 20 min.
- c) Quelle doit être la durée de l'expérience qui permet de déposer 1,53 g d'or ?

### **Exercice 10**

Les couverts de table sont argentés par électrolyse. Le courant électrique de déposer 1,8 g d'argent sur des couverts d'aire totale 1 dm<sup>2</sup>.

- a) Sachant qu'un cm<sup>3</sup> d'argent a une masse de 10,5 g, calcule le volume d'argent déposé.
- b) Calcule l'épaisseur du dépôt d'argent en supposant qu'elle est partout la même.

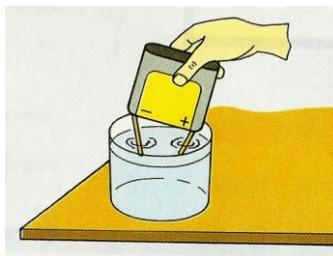
### **Exercice 11**

Dans un verre d'eau salée, plonge deux fils en cuivre reliés à une pile de 4,5 V. Observe. Pourquoi la solution prend-elle une coloration bleue ?

### **Exercice 12**

Plonge les deux lames en laiton d'une pile de 4,5 V dans un verre d'eau salée, comme l'indique le schéma ci-dessous. La solution prend une coloration bleue.

- a) Recherche dans une encyclopédie ou un dictionnaire la composition du laiton.
- b) Justifie la coloration bleue de la solution au voisinage d'une électrode lors du passage du courant. Quelle est cette électrode



### **Exercice 13**

Dans un tube à essais contenant de l'acide nitrique, on introduit peu à peu des copeaux de cuivre.

Qu' observes-tu ?

Comment expliques-tu le changement de couleur du contenu du tube à essais ?

### **Exercice 14**

Plongeons un ruban en magnésium, qui vient d'être gratté, dans une solution de sulfate de cuivre. Au bout d'un certain temps, le ruban s'est recouvert d'une couche rougeâtre de cuivre ; la solution est devenue incolore.

Il est possible de vérifier que la solution contient alors des ions magnésium Mg<sup>2+</sup> ;

- a) Un échange d'électrons s'est produit. Quel est le corps qui a fourni les électrons ? Quel est celui qui en a reçu ?
- b) Ecris l'équation-bilan de la réaction.

## CHAPITRE 9 : ANALYSE D'UNE EAU MINERALE

Autour de toi, partout dans les cérémonies, on donne à boire diverses sortes d'eau « potable » dans de bouteilles.

Certaines de ces eaux (de source) sont réputées pour leurs effets thérapeutiques : ce sont des **eaux minérales** que l'on peut trouver dans des emballages en plastique. Sur l'étiquette de ces emballages, figurent les noms des substances dissoutes qu'elle contient. Quelles sont ces substances ? Cite ceux que tu connais.

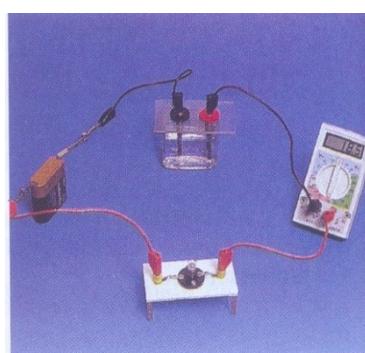
D'autres jaillissent de simples sources, ou sont puisées dans des nappes, des lacs ou des rivières pour consommation domestique après traitement chimique : ce sont des **eaux potables**.

### 1. Conduction des solutions aqueuses

L'eau minérale, l'eau de mer, l'eau de robinet, l'eau pure, l'eau salée, l'eau sucrée sont des **solutions aqueuses**. Aqueuse signifie qu'elles sont essentiellement constituées d'eau. L'eau est un **solvant**. Le sel, le sucre l'alcool sont des substances dissoutes : ce sont des **solutés**. Les substances dissoutes dans une eau modifient-elles les propriétés électriques de la solution ?

#### Expérience

Versons tour à tour, dans un bécher différentes solutions aqueuses et notons dans un tableau l'intensité du courant qui traverse le circuit.



Liquide dans le bécher	Corps pur dissous	Intensité (mA)	Eclat de la lampe
Eau pure	Néant	Quelques mA	Ne brille pas
Solution de sulfate de cuivre	Sulfate de cuivre	200 mA	brille
Eau sucrée	Sucre	Quelques mA	Ne brille pas
Eau alcoolisée	Ethanol	Quelques mA	Ne brille pas
Eau salée	Chlorure de sodium	180 mA	brille

#### Interprétation

L'eau pure, l'eau sucrée et l'eau alcoolisée conduisent très peu le courant électrique. Ces liquides contiennent essentiellement des particules électriquement neutres : **les molécules**.

L'eau salée et la solution de sulfate de cuivre conduisent mieux le courant électrique. Ces solutions contiennent des particules chargées électriquement : **les ions**. Ces solutions sont dites **des solutions ioniques**.

**Ce sont des ions dispersés au milieu des molécules d'eau qui permettent la circulation du courant électrique.**

Il y a deux sortes d'ions : les ions positifs et les ions négatifs.

## 2. Les ions dans l'eau

Par la lecture des étiquettes des eaux en bouteille, nous connaissons le nom de certains ions (anions et cations) qui entrent dans la composition de ces eaux ainsi que leurs concentrations massiques. On trouve :

- Les ions positifs, appelés **cations**. Ils sont chargés **positivement** d'où la présence du signe + à droite dans la formule : les ions sodium  $\text{Na}^+$  ; potassium  $\text{K}^+$  ; magnésium  $\text{Mg}^{2+}$  ; calcium  $\text{Ca}^{2+}$ .
- Les ions négatifs, appelés **anions**. Ils sont chargés **négativement** d'où la présence du signe - à droite dans la formule : les ions nitrate  $\text{NO}_3^-$  ; les ions chlorure  $\text{Cl}^-$  ; les ions sulfate  $\text{SO}_4^{2-}$  ; les ions carbonate  $\text{CO}_3^{2-}$  et les ions hydrogénocarbonate  $\text{HCO}_3^-$ .

On peut lire aussi la formule chimique qui donne sa composition en atomes et sa charge.

Ions	Noms	Formules
Cations	Calcium	$\text{Ca}^{2+}$
	Magnésium	$\text{Mg}^{2+}$
	Sodium	$\text{Na}^+$
	Potassium	$\text{K}^+$
Anions	Chlorure	$\text{Cl}^-$
	Sulfate	$\text{SO}_4^{2-}$
	Nitrate	$\text{NO}_3^-$
	Carbonate	$\text{CO}_3^{2-}$
	Hydrogénocarbonate	$\text{HCO}_3^-$

Une solution qui contient une seule sorte d'ions positifs et une seule sorte d'ions négatifs porte un nom composé correspondant aux deux espèces d'ions.

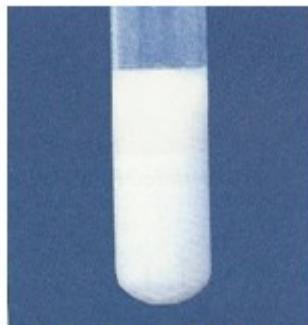
**Exemple :** une solution de « sulfate de calcium » contient des ions « sulfate » et des ions « calcium ».

## 3. Test d'identification des ions

- **Test de l'ion chlorure  $\text{Cl}^-$**

**Expérience :** Prenons deux tubes à essais contenant, l'un la solution de chlorure de sodium (eau salée) et l'autre une solution de chlorure de magnésium ; (ces deux solutions contiennent des ions chlorure  $\text{Cl}^-$ ).

Versons dans chaque tube quelques gouttes d'une solution de nitrate d'argent incolore.

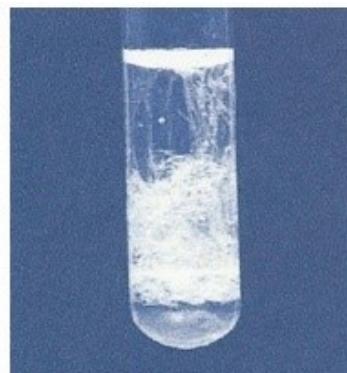


Précipitation de chlorure d'argent

**Observation :** Un précipité blanc de chlorure d'argent apparaît. Exposé à la lumière, il noircit peu à peu.

**La présence d'ions chlorure  $\text{Cl}^-$  dans une solution est mise en évidence par le nitrate d'argent. Il apparaît un précipité blanc de chlorure d'argent, qui noircit à la lumière.**

- **Test de l' ion sulfate  $\text{SO}_4^{2-}$**

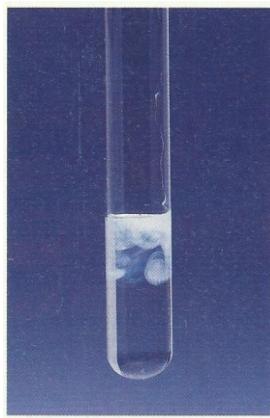


Le précipité blanc de sulfate de baryum

Versons quelques gouttes d'une solution de nitrate de baryum dans un tube à essais contenant une solution incolore de sulfate de sodium. Il se forme un précipité blanc.

**La présence d'ions sulfate  $\text{SO}_4^{2-}$  dans une solution est mise en évidence par le nitrate de baryum. Il apparaît dans la solution un précipité blanc de sulfate de baryum.**

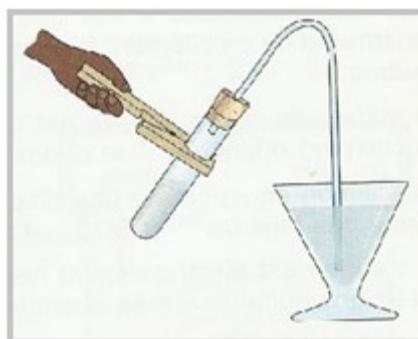
- **Test de l'ion calcium  $\text{Ca}^{2+}$**



Ajoutons quelques gouttes d'une solution d'oxalate d'ammonium dans un tube à essais contenant du chlorure de calcium. Il apparaît un précipité blanc d'oxalate de calcium qui caractérise les ions  $\text{Ca}^{2+}$ .

**La présence d'ions calcium  $\text{Ca}^{2+}$  dans une solution est mise en évidence par l'oxalate d'ammonium. Il se forme un précipité blanc d'oxalate de calcium.**

- **Test de l'ion carbonate  $\text{CO}_3^{2-}$**



Ajoutons à la solution testée quelques gouttes d'acide chlorhydrique concentré.

Adaptions un tube à dégagement pour faire barboter le gaz dégagé dans de l'eau de chaux. Il se forme un précipité dans l'eau de chaux, qui caractérise la présence de l'ion carbonate. Le gaz dégagé est du dioxyde de carbone. Le précipité est du carbonate de calcium.

**En milieu acide, l'ion carbonate se transforme en dioxyde de carbone. Ce dernier trouble l'eau de chaux.**

- **Test de l'ion magnésium  $\text{Mg}^{2+}$**

On dit qu'une **eau est dure** lorsqu'elle contient beaucoup d'ions calcium  $\text{Ca}^{2+}$  et d'ions magnésium  $\text{Mg}^{2+}$ .

**La liqueur de savon**, solution de savon dans l'alcool et l'eau, permet de tester les ions calcium et magnésium en solution dans l'eau.

Dans un tube à essais contenant une solution de sulfate de calcium  $\text{Ca}^{2+}$ , ajoutons quelques gouttes de liqueur de savon avec une pipette et agitons le tout. Il apparaît un précipité blanc.

**Les ions calcium réagissent avec l'un des corps composant le savon en donnant un précipité blanc.**

**Remarque :** les ions magnésium  $Mg^{2+}$  réagissent comme les ions calcium  $Ca^{2+}$  avec le savon.

L'action du savon lors d'un lavage est en relation avec la quantité de mousse formée : une eau dure ne facilite pas le lavage.

#### **4. Concentration massique des espèces dissoutes**

La concentration massique d'une espèce chimique dans une solution est la masse de l'espèce chimique présente dans un litre de solution. Elle s'exprime en g par litre (g/L).

**Exemple :** Sur l'étiquette de l'eau « Excel », on lit calcium 0,078 g/L. Cette eau contient 0,078 g ou 78 mg d'ions  $Ca^{2+}$  dans un litre. La concentration massique est de 78 mg/L ou 0,078 g/L.

#### **Exercice 1**

Recopie les phrases en choisissant le ou les mots exacts.

- a) Une solution aqueuse ionique conduit / ne conduit pas le courant électrique.
- b) Les anions sont chargés positivement / négativement.
- c) Les cations sont des ions / des molécules et portent une charge positive / négative /nulle.
- d) Les ions sulfate se caractérisent à l'aide d'une solution de nitrate de baryum / de nitrate d'argent.
- e) Les ions chlorure se caractérisent à l'aide de nitrate de baryum / de nitrate d'argent.

#### **Exercice 2**

Sur une bouteille d'eau minérale, on lit :  $Ca^{2+} : 0,202 \text{ g/L}$  et  $HCO_3^- : 0,402 \text{ g/L}$ .

- a) Exprime ces concentrations massiques en milligrammes par litre (mg/L).
- b) Quelle masse d'ions calcium est contenu dans un litre et demi d'eau.

#### **Exercice 3**

Recopie et complète les phrases suivantes :

En solution aqueuse, les espèces chimiques sont soit ....., soit des .....

Il existe deux types d'ions : les anions chargés.....et les cations chargés.....

Le nitrate d'argent permet de déceler les ions..... ; le chlorure de baryum décèle les ions.....et l'oxalate de potassium les ions.....

La concentration massique d'une espèce chimique présente dans une solution s'exprime en.....

#### **Exercice 4**

Accorde les propositions suivantes?

Parmi les solutions suivantes, lesquelles contiennent des ions et des molécules ? Lesquelles ne contiennent que des molécules ?

- a) L'eau salée
- b) l'eau sucrée
- c) l'eau alcoolisée
- d) l'eau minérale
- e) l'eau pure.

### Exercice 5

Je recopie et je complète le tableau suivant :

Ions	Formule	Charge
Sulfate		
	Cl <sup>-</sup>	
Potassium		
	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	
Carbonate		

### Exercice 6

A l'aide de schémas et en deux ou trois lignes, décris les tests expérimentaux et les observations qui permettent de mettre en évidence la présence des ions Ca<sup>2+</sup>, SO<sub>4</sub><sup>2-</sup> et Cl<sup>-</sup>.

### Exercice 7

Un flacon a perdu son étiquette mais on sait que la solution limpide contenue ne peut être que du chlorure de sodium ou du sulfate de magnésium.

Quelles expériences fais-tu pour retrouver les ions en solution ?

### Exercice 8

Pour caractériser les ions contenus dans une eau de table, Ndjéra prélève trois échantillons.

Il ajoute au premier quelques gouttes d'oxalate de potassium et observe un trouble blanc.

Dans le deuxième, il observe un léger précipité blanc quand il ajoute quelques gouttes de nitrate d'argent.

Dans le troisième échantillon, il verse quelques gouttes de chlorure de baryum. La solution reste limpide.

Quelles conclusions Ndjérassembaye peut-il tirer de ces expériences ?

### Exercice 9

La concentration massique de l'alcool dans du vin à 10° est égale à 89 g/L.

Quelle masse d'alcool absorbe celui qui boit un verre de 20 cL de vin à 10° ?

### Exercice 10

Sur des étiquettes d'eau minérale, on relève la composition suivante en gramme par litre (g/L).

Ions	Cristal	Vichy	Evian	Excel
Calcium	0,45	0,078	0,08	0,099
Carbonate	0,377	4,263	0,357	0,065

- a) Classe ces eaux en fonction de la concentration massique en calcium (de la plus forte à la plus faible)
- b) Quelle est l'eau la plus carbonatée ?

### Exercice 11

Un élève doit identifier le contenu de trois tubes à essais.

Il sait qu'il s'agit d'une solution de chlorure de calcium, d'une solution de sulfate de sodium et d'une solution de saccharose.

Il dispose d'une solution de nitrate de baryum et d'une solution de nitrate d'argent.

Comment peut-il identifier les solutions avec un minimum de manipulations ?

Décris les expériences réalisées.

**Il est rigoureusement exclu de goûter les solutions.**

### Exercice 12

On connaît les analyses de deux eaux minérales (concentrations : n° 1 en mg/L, n°2 en g/L).

Ions	Eau n° 1	Eau n° 2
Calcium	10,4	0,090
Magnésium	6	0,009
Sodium	8	1,265
Potassium	5,4	0,071
Chlorure	7,5	0,227
Nitrate	4	0,002
Sulfate	6,5	0,129
Bicarbonate	64	3,245

- a) Une eau « dure » ou eau dite calcaire dissout mal le savon.

On mesure la « dureté » d'une eau par la concentration massique en ions  $\text{Ca}^{2+}$  et  $\text{Mg}^{2+}$ . Plus la concentration massique est élevée plus l'eau est dite « dure ».

Quelle est l'eau la plus « dure » ? (Attention aux unités).

- a) Quelle est l'eau qui contient le plus d'ions potassium ?

La concentration maximale admissible pour une eau potable est 12 mg/L.

Quelle eau ne répond pas à cette condition ?

b) Quelle eau contient le plus d'ions sodium ?

La concentration maximale admissible pour une eau potable est 150 mg/L.

Quelle eau ne répond pas à cette condition ?

c) Une eau minérale est-elle toujours potable ? Justifie ta réponse.

### **Exercice 13**

Nelkem place un morceau de pain dans un tube à essais contenant un peu d'eau. Elle ajoute quelques gouttes de nitrate d'argent. Elle observe alors un précipité blanc.

Que peut-elle en déduire ? D'où viennent les ions testés ?

## Bibliographie

- J.P Durandeau et Al.** Sciences physiques 4<sup>ème</sup>. Collection Durandeau. Edition (1993). 226 p.
- Yves Chanut et Al,** Sciences Physiques 4<sup>ème</sup>. Collection Libres parcours. Edition Hachette Education. 1979. 154 p.
- P. Bramand et Al,** Physique Chimie 4<sup>ème</sup>. Collection étincelle. Edition Hachette Education. Edition N° 01 Italie (2003) 193 p.
- Jean-Michel Baby et Al,** Physique Chimie 4<sup>ème</sup>, collection H. Carré. Edition NATHAN, Paris 1993. 227 p.
- Djouga Angéline et Al,** Sciences Physiques 4<sup>e</sup>, collection NEI/EDICEF. 88 p.
- J.P Durandeau et Al.** Sciences physiques 6<sup>ème</sup>. HACHETTE Education. Collection Durandeau. Edition N°11. Italie (2004). 128 p
- Legendre Renald.** Dictionnaire actuel de l'Education. 2<sup>e</sup> Edition, Gerin & Eska, Canada, 1993. 1500 p.
- Roegiers Xavier.** L'APC qu'est-ce que c'est, l'approche par les compétences et Pédagogie de l'intégration. EDICEF, 2006. 32 p.
- Roegiers Xavier.** Analyser une action d'éducation ou de formation. 2<sup>e</sup> édition, **De Boeck Belgique** Bruxelles, 2003. 340 p.
- Roegiers Xavier.** L'Evaluation. De Boeck Belgique Bruxelles, 2003. 340 p.
- République du Tchad.** Programmes réactualisés de l'Enseignement Moyen. Education Nationale. Septembre 2008.
- Sciences Physiques 5<sup>ème</sup>. **GRIA**

**Partenariat**  
Coopération Suisse  
Lycée Saint François Xavier  
Label 109



Livret à ne pas vendre

**Contact**  
[info@label109.org](mailto:info@label109.org)

Télécharger gratuitement les applications et livres numériques sur le site:  
<http://www.tchadeducationplus.org>



Mobile et WhatsApp: 0023566307383



Rejoignez le groupe: <https://www.facebook.com/groups/tchadeducationplus>