



Département de Formation Initiale Scientifique

C.E.R PHYSIQUE CHIMIE

Mémoire de fin d'études pour l'obtention du Certificat d'Aptitude

Pédagogique de l'Ecole Normale Supérieure (C.A.P.E.N)

N° d'ordre : 389 / PC



Présenté par : ANDRIANAONITSOA Norantovina Sendrahasina

Soutenu le : 04 Novembre 2016

*Année universitaire : 2015 /2016*



Département de Formation Initiale Scientifique

C.E.R PHYSIQUE CHIMIE

Mémoire de fin d'études pour l'obtention du Certificat d'Aptitude

Pédagogique de l'Ecole Normale Supérieure (C.A.P.E.N)

N° d'ordre : 389 / PC

**DIDACTICIEL D'ELECTRICITE  
POUR LA CLASSE DE  
QUATRIEME**

**Présenté par** : ANDRIANAONITSOA Norantovina Sendrahasina  
**Soutenu le** : 04 Novembre 2016  
**Président** : Dr. RANDRIANANDRAINA Faneva, Ph.D et Maitre de conférences  
**Juges** : - Dr. RASOANAIVO René Yves, Ph.D et Maitre de Conférences  
                  - Mr. RAKOTONANAHARY Mamy Lalao, Assistant d'enseignement et de recherche  
**Rapporteur** : Dr RASOLONDRA MANITRA Henri, Ph.D et Maître de conférences

*Année universitaire : 2015 /2016*



*« Tu as fait du bien à ton serviteur,  
ô Eternel selon ta parole »*

*Psaume 119.65*

## REMERCIEMENTS

Nous remercions **DIEU TOUT PUISSANT** pour sa bénédiction et sa bienveillance, sans Qui nous n'aurions pas pu terminer ce mémoire.

Nous tenons à remercier plus particulièrement:

- Docteur RANDRIANANDRAINA Faneva, Ph.D et Maître de conférences, pour l'honneur qu'il nous fait de présider le jury du présent mémoire.
- Docteur RASOLONDRAMANITRA Henri, Ph.D et Maître de conférences notre encadreur, qui n'a pas ménagé ses efforts pour nous soutenir et nous conseiller tout au long de nos travaux de mémoire.
- Docteur RASOANANAIVO René Yves Ph.D et Maître de conférences qui, malgré ses innombrables occupations, a accepté de siéger parmi les membres du jury.
- Monsieur RAKOTONAHARY Mamy Lalao, assistant d'enseignement et de recherche qui nous fait l'honneur d'examiner ce travail.

Nos sincères remerciements s'adressent également :

- Aux enseignants et aux personnels de l'ENS
- A mes collègues pour leurs supports et l'encouragement pendant toutes ces années que nous avons passées ensemble
- A ma défunte mère qui s'est beaucoup sacrifiée pour notre réussite et sans qui je n'aurais pas pu entamer ce travail
- A mon papa qui sans cesse me réconforte et m'encourage à chaque peine et joie tout au long de ces années
- A mon mari Tojo qui est toujours à mon côté tout au long de ce projet, tu restes toujours dans mon cœur
- A ma famille qui n'a pas cessé de me soutenir moralement et affectivement pendant l'élaboration de ce mémoire de fin d'études

Toutes les personnes qui d'une façon ou d'une autre nous ont aidé et prêté main forte, et que nous n'avons pas pu citer. *Que Dieu vous bénisse et vous récompense de votre aimable soutien !*

*Ranto.*

## SOMMAIRE

REMERCIEMENTS .....	i
SOMMAIRE .....	ii
LISTE DES ILLUSTRATIONS .....	iv
INTRODUCTION .....	1
PARTIE 1. REPERE THEORIQUE .....	4
I- LE COURANT ELECTRIQUE.....	4
I.1 Vecteur densité de courant et intensité du courant.....	4
I.2 Définition légale de l'Ampère.....	6
I.3 Appareil de mesure de l'intensité.....	8
II- CORPS CONDUCTEURS.....	10
II.1 Les métaux .....	10
II.2 Electricité dans un métal .....	11
II.3 Sens conventionnel du courant électrique.....	12
III- LE GENERATEUR .....	13
III.1 - Générateur intercalé dans un circuit.....	13
III.2- Différence de potentiel aux bornes d'un générateur .....	14
IV- LES RECEPTEURS.....	16
IV.1- Différence de potentiel aux bornes d'un récepteur .....	16
IV.2 Caractéristique des récepteurs .....	17
PARTIE 2. ELABORATION ET EXPLOITATION DU DIDACTICIEL.....	18
I- CONCEPTION DU DIDACTICIEL .....	18
I-1 Logiciel .....	18
II- CONTENU DU DIDACTICIEL.....	18
II-1 Extrait du programme scolaire .....	18

II-2 Structure du didacticiel .....	19
II-3 Contenus des modules .....	20
II-4 Evolution de chaque module .....	22
III- PRESENTATION DU DIDACTICIEL .....	23
Contrôle des prérequis .....	24
Module 1 : Electricité dans les métaux.....	27
Module 2 : Courant continu.....	35
Module 3 : Intensité du courant électrique .....	39
Module 4 : Tension du courant électrique .....	55
CONCLUSION .....	73
BIBLIOGRAPHIE .....	74
WEBOGRAPHIE .....	74
ANNEXES .....	I

## LISTE DES ILLUSTRATIONS

### Liste des figures

Figure 1: Vecteur densité de courant (Boutigny, 1990) .....	5
Figure 2: Vecteur densité de courant à travers une surface quelconque .....	6
Figure 3: Interaction entre deux courants parallèles infiniment longs (Boutigny, 1990).....	7
Figure 4: Ampèremètre dans un circuit .....	9
Figure 5: Branchement d'un ampèremètre numérique (Wallon, 2012).....	9
Figure 6: Empilement d'atomes de fer (Chantal, 2010) .....	10
Figure 7: Mouvement des électrons libres dans un métal en l'absence de champ électrique (Chantal, 2010).....	11
Figure 8: Mouvement des électrons libres dans un métal en présence d'un champ électrique (Chantal, 2010).....	12
Figure 9 : Mouvement des électrons et sens du courant (Chantal, 2010).....	12
Figure 10 : Représentation simplifiée d'un générateur .....	13
Figure 11 : Générateur dans un circuit fermé .....	13
Figure 12 : Récepteur intercalé dans un circuit .....	16
Figure 13 : Caractéristique d'un récepteur (e' et r' étant supposées indépendantes de I) (Maurice, 1964). .....	17
Figure 14: Organigramme des séquences d'apprentissage.....	20
Figure 15: Structure des modules .....	21
Figure 16: Evolution de chaque module.....	22
Figure 17 : Conducteur cylindrique .....	II

### Liste des annexes

Annexe 1 : Loi d'Ohm locale .....	I
Annexe 2 : Résistance d'un conducteur cylindrique .....	II

## INTRODUCTION

Plusieurs domaines constituent la science physique. L'électricité utilisée dans la vie quotidienne en fait partie. Le mot « électricité » vient du mot grec elektron, qui signifie « ambre » (Institut Don Bosco, 2010).

Selon Jules Verne (1870), elle est devenue notre âme énergétique. « Il est un agent puissant, obéissant, rapide, facile, qui se plie à tous les usages et qui règne en maître à bord. Il m'éclaire, il me chauffe, il est l'âme de mes appareils mécaniques. Cet agent, c'est l'électricité» (Hetztel J. et Cie, 1870).

La science physique, en tant que science expérimentale, nécessite un protocole. Il s'agit de tester une hypothèse ou de vérifier une loi à partir des résultats obtenus des expériences. « Le savant complet est celui qui embrasse à la fois la théorie et la pratique expérimentale » (Bernard C., 1865). Les expériences sont fondamentales en science physique mais dans la plupart des cas, elles sont négligées faute de laboratoire et de matériels didactiques. L'enseignement à Madagascar est ainsi défaillant car il ne prépare que des élèves théoriciens qui manquent de la pratique. Par ailleurs, pour les quelques CEG qui possèdent de laboratoire, les matériels disponibles sont déjà vieux et subséquemment les élèves et leurs professeurs sont exposés à des risques éventuels.

En outre, la cherté des matériels et produits ainsi que l'effectif élevé dans la plupart des CEG à Madagascar constituent un blocage pour l'enseignement/apprentissage de la physique. Pendant l'année scolaire 2007-2008, il était de l'ordre de 758 883 encadrés par 25 665 enseignants soit théoriquement 30 élèves par enseignant (UNESCO, 2008) mais en réalité un grand nombre de CEG, même en milieu urbain, a un effectif de 40 à 60 élèves par classe. Cette situation est un frein à l'organisation des séances de travaux pratiques vu l'insuffisance des matériels.

L'utilisation des TIC (Technologies de l'Information et de la Communication) qui est déjà une réalité indéniable dans la vie quotidienne (Ranaivoarison Z. N. , 2013) peut apporter une solution à ce problème. En effet, il est à noter que l'intégration des TICE (Technologies de l'Information et de la Communication appliquées à l'Enseignement) apporte de grandes innovations non seulement pour les enseignants mais également pour les élèves. L'insertion des TICE contribue beaucoup au transfert de connaissance pour la physique. Les simulations

sur ordinateurs et les travaux pratiques virtuels sont actuellement adoptés pour faciliter les expérimentations. Les élèves sont moins exposés aux risques de dégâts matériels et physiques dus à une éventuelle fausse manipulation.

Les technologies éducatives, ou Ed Techs, ont été développées lors du Forum mondial pour l'éducation (EWF) qui s'est tenu au Royaume Uni en janvier 2015, auquel Madagascar a participé. Le système éducatif malgache semble déjà évoluer vers les Ed Techs (MEN, 2015). « L'Etat malgache est conscient que les technologies éducatives constituent un tremplin pouvant permettre la réussite des élèves » (Andrianaina P. R., 2015) et a distribué des tablettes muni de logiciels permettant des animations en trois dimensions dans les laboratoires de physique chimie ou de science naturelle pour les élèves des classes secondaires.

Notre travail intitulé « Didacticiel pour l'apprentissage de l'électricité destiné à la classe de quatrième » entre dans le cadre de l'exploitation des TIC. L'utilisation des TIC dans l'apprentissage de l'électricité au collège a été déjà abordée par RAHERINJATOVOARISON Felana dans son mémoire intitulé « Conception d'un outil didactique numérique destiné à l'apprentissage de l'électricité pour le programme de sixième à Madagascar ». Ce mémoire est différent du nôtre puisqu'il ne s'intéresse pas aux mesures d'intensité et de tension ni à l'étude des conducteurs.

Dans le cadre de notre étude, la problématique suivante est posée : « **Comment exploiter les TIC de manière efficace pour expliquer l'électricité en classe de 4<sup>ème</sup>?** »

Le didacticiel que nous proposons présente des séquences d'enseignement et d'apprentissage qui répondront à cette question et aux exigences du rôle de l'enseignant et de l'apprenant.

La valorisation des créations d'outils interactifs par des animations et de programmations dans un but pédagogique est l'objectif de notre travail. Pour cela nous avons utilisé tout au long de ce travail le **logiciel Macromedia flash 8** vu sa commodité concernant l'élaboration des outils didactiques.

Nous avons divisé notre devoir en deux parties :

- la première partie propose un repère théorique sur les conducteurs, l'intensité du courant électrique, les différences de potentiel en différentes bornes d'un circuit ainsi que les appareils de mesure.

- 
- dans la seconde partie nous porterons notre attention sur l'élaboration du didacticiel et son contenu. Notre didacticiel comporte des modules d'apprentissage sur les conducteurs, le courant continu, l'intensité du courant électrique et la tension électrique. Il s'adresse aux élèves des classes de quatrième.

# PARTIE 1. REPERE THEORIQUE

Cette première partie développe un repère théorique de niveau universitaire en relation avec les contenus du programme scolaire en électricité pour la classe de quatrième.

## I- LE COURANT ELECTRIQUE

Un courant électrique est dû à un mouvement ordonné des porteurs de charges. Dans un conducteur métallique, ces porteurs sont des électrons appelés électrons de conduction tandis que dans une solution conductrice ou électrolyte ce sont des ions positifs et négatifs qui assurent la conduction électrique.

Deux grandeurs physiques caractérisent un courant électrique : le vecteur densité de courant, intensité du courant.

### I.1 Vecteur densité de courant et intensité du courant

Pour maintenir un courant électrique dans un conducteur, il faut avoir continuellement un champ électrique dans ce conducteur.

Prenons un fil conducteur de section  $S$  à l'intérieur duquel règne un champ électrique. Sous l'action de ce champ, les porteurs de charges du conducteur se mettent en mouvement ordonné.

Soit  $\vec{v}$  la vitesse moyenne de ces porteurs,  $N$  le nombre de porteurs par unité de volume qui se déplacent avec cette vitesse. Supposons que  $\vec{v}$  est normale à la section  $S$  et que chaque porteur porte la même charge  $q$ .

Pendant un intervalle de temps  $dt$ , un porteur se déplace d'une distance  $vdt$  et la quantité de charges qui passe à travers une longueur  $vdt$  de ce fil de section  $S$  est

$$dq = N q v dt S \quad (1)$$

$\vec{v}$  est normal à la section  $S$  et cette section est caractérisée par un vecteur  $\vec{S} = \vec{n}S$  avec  $\vec{n}$  vecteur unitaire normal à cette dernière.

On peut alors écrire

$$dq = N q \vec{v} \cdot \vec{S} dt \quad (2)$$

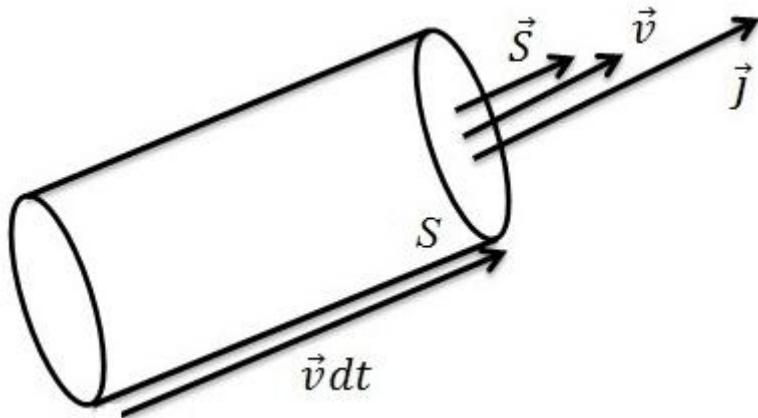


Figure 1: Vecteur densité de courant (Boutigny, 1990).

L'intensité du courant est définie comme étant la charge transportée par seconde à travers une section du conducteur :

$$dI = \frac{dq}{dt} = N q \vec{v} \cdot \vec{S} \quad (3)$$

La quantité vectorielle  $\vec{J} = N q \vec{v}$  est appelée **vecteur densité de courant** dont le module de  $\vec{J}$  représente la densité du courant électrique.

On peut aussi écrire  $\vec{J} = \rho \vec{v}$  où  $\rho$  est la densité volumique de charge.

L'intensité du courant est donné par :

$$I = \vec{J} \cdot \vec{S} \quad (4)$$

Dans le cas général, l'intensité du courant à travers une surface quelconque  $S$  s'écrit :

$$dI = \frac{dq}{dt} = \vec{J} \cdot \vec{dS} \quad (5)$$

L'intensité totale à travers une surface fermée ( $S$ ) est :

$$I = \oint_S \vec{J} \cdot \vec{dS} = \oint_S \vec{J} \cdot \vec{n} dS \quad (6)$$

Le vecteur  $\vec{n}$  est un vecteur unitaire normal à  $dS$  et orienté dans le sens de déplacement des charges à travers  $dS$ .

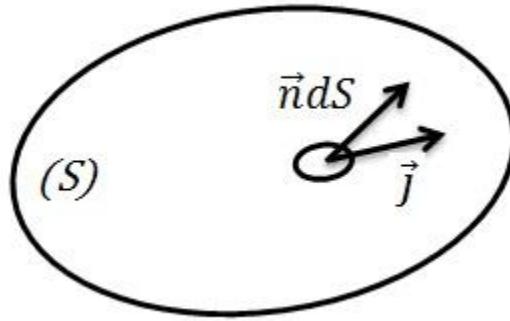


Figure 2: Vecteur densité de courant à travers une surface quelconque

### I.2 Définition légale de l'Ampère

L'unité d'intensité du courant est l'ampère notée A. Elle est définie à partir des propriétés magnétiques du courant.

Un courant électrique crée en tout point de l'espace qui l'entoure un champ magnétique et tout autre courant placé dans ce champ subit une force magnétique qui obéit à la loi de Laplace.

Considérons deux fils parallèles  $F_1$  et  $F_2$ , infiniment longs, parcourus respectivement par des courants d'intensité  $I$  et  $i$  et séparés par une distance  $a$ .

Le courant  $I$  crée en tout point  $M$  de  $F_2$  un champ magnétique  $\vec{B}$  comme l'indique la figure 3 ci-dessous. Désignons respectivement par  $\vec{x}$ ,  $\vec{y}$  et  $\vec{z}$  les vecteurs unitaires dans le système de coordonnées rectangulaires  $(0, x, y, z)$ . En appliquant la loi de Biot-Savart, on trouve :

$$\vec{B} = \frac{\mu_0 I}{2\pi a} \vec{y} \quad (7)$$

Un élément de longueur  $\vec{dl} = dl \vec{z}$  du fil  $F_2$  centré en  $M$  subit la force de Laplace :

$$\vec{df} = i \vec{dl} \wedge \vec{B} \quad (8)$$

ou

$$\overrightarrow{df} = \frac{\mu_0 I}{2\pi a} i \overrightarrow{z} \wedge \overrightarrow{y} \, dl \quad (9)$$

Comme  $\overrightarrow{z} \wedge \overrightarrow{y} = -\overrightarrow{x}$  , cette force s'écrit :

$$\overrightarrow{df} = -\frac{\mu_0 I}{2\pi a} i \overrightarrow{x} \, dl \quad (10)$$

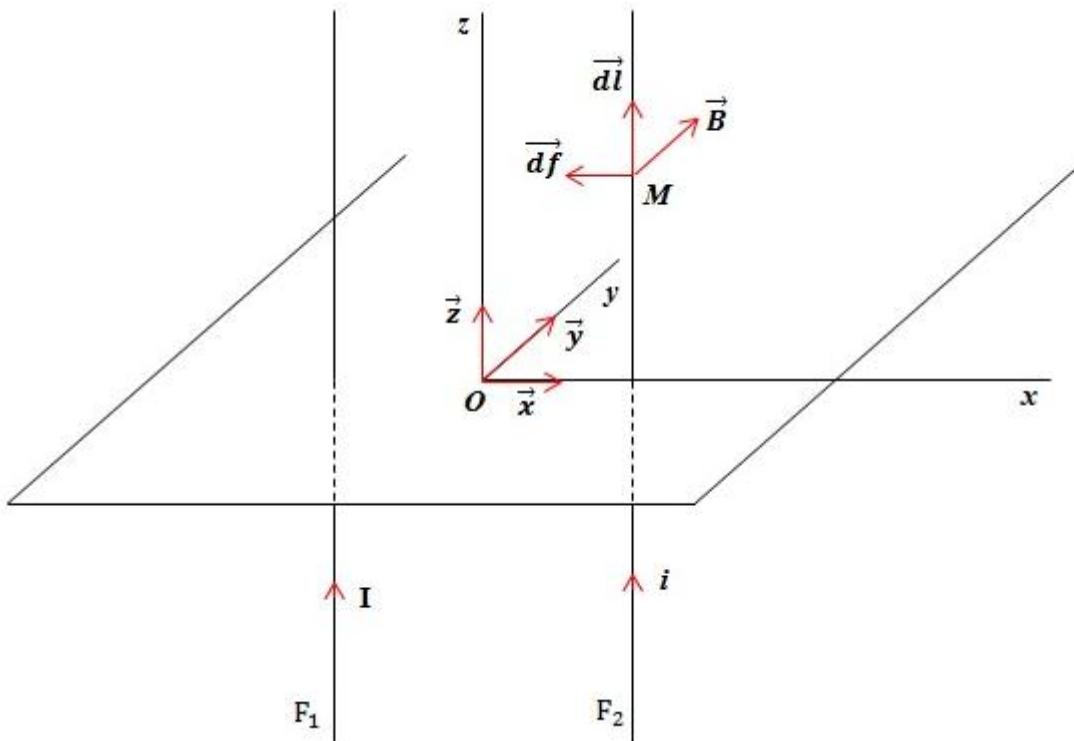


Figure 3: Interaction entre deux courants parallèles infiniment longs (Boutigny, 1990).

Un tronçon de fil de longueur  $l$  est alors soumis à la force :

$$\overrightarrow{f} = -\frac{\mu_0 I}{2\pi a} i l \overrightarrow{x} \quad (11)$$

dont le point d'application est le milieu de ce tronçon.

La définition légale de l'Ampère découle de cette force. Si les deux fils sont parcourus par un courant de même intensité  $I = i$ , l'unité de longueur de chaque fil subit de la part de l'autre une force de module :

$$f_1 = \frac{\mu_0}{2\pi a} i^2 = \frac{\mu_0}{4\pi a} 2i^2 \quad (12)$$

Dans le système internationale d'unités SI,  $\frac{\mu_0}{4\pi} = 10^{-7}$  et  $f_1$  prend la valeur

$$f_1 = 2 \cdot 10^{-7} \frac{i^2}{a} \quad (13)$$

En prenant  $a=1m$  et  $i=1$  unité d'intensité, on obtient :  $f_1 = 2 \cdot 10^{-7} N$

Cette unité est l'ampère définie également par un décret du 3 mai 1961 ; « l'ampère (A) est l'intensité d'un courant constant qui, maintenu dans deux conducteurs parallèles, rectilignes, de longueur infinie, de section circulaire négligeable et placés à une distance de 1m l'un de l'autre dans le vide, produit, entre ces conducteurs, une force de  $2 \cdot 10^{-7} N$  par mètre de longueur » (Boutigny, J. 1990).

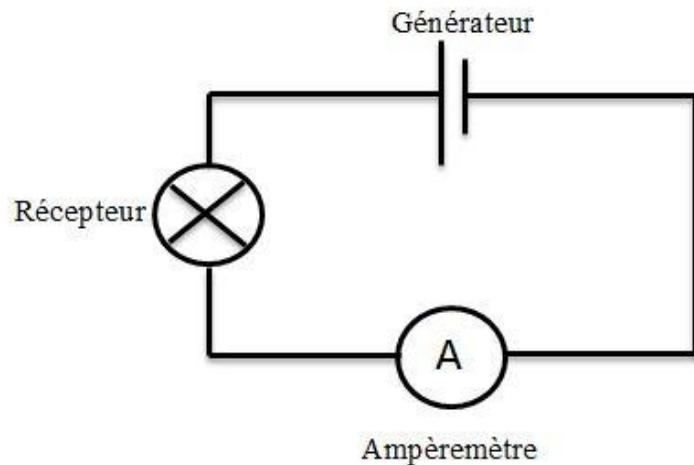
### I.3 Appareil de mesure de l'intensité

L'appareil de mesure de l'intensité du courant est l'ampèremètre. On distingue plusieurs types d'ampèremètre : l'ampèremètre magnéto-électrique, magnétique, ferromagnétique, thermique, électronique ou numérique.

- L'ampèremètre magnéto-électrique est le plus répandu et utilise un galvanomètre à cadre mobile.
- L'ampèremètre magnétique possède un aimant mobile, comme dans le détecteur de courant
- L'ampèremètre ferromagnétique contient deux palettes de fer doux à l'intérieur d'une bobine. L'une des palettes est fixe, l'autre est montée sur pivot. Quand le courant passe dans la bobine les deux palettes s'aimantent et se repoussent, quel que soit le sens du courant. Cet ampèremètre n'est donc pas polarisé.
- Dans un ampèremètre thermique, le courant circule dans un fil, ce fil s'échauffe et s'allonge, ce qui provoque la rotation de l'aiguille, il n'est pas polarisé.

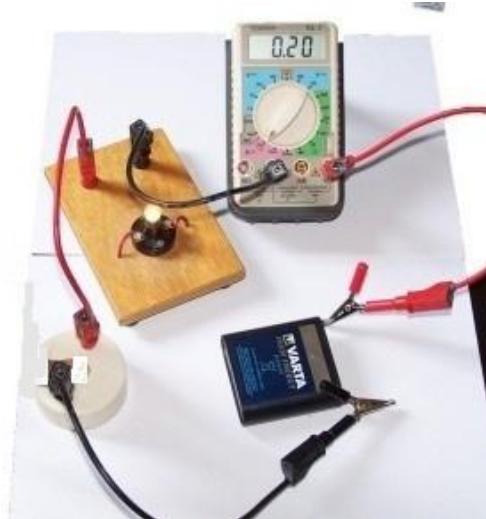
### Montage et sens de branchement ou polarité d'un ampèremètre :

L'ampèremètre se branche en série avec les dipôles c'est-à-dire qu'il faut couper le circuit et l'intercaler entre les deux points de coupure.



**Figure 4: Ampèremètre dans un circuit**

Les ampèremètres à effet magnétique et les ampèremètres numériques sont dissymétriques. Il faut les brancher dans le bon sens. Le courant doit entrer dans l'ampèremètre par la borne marquée A ou mA ou + et ressortir par la borne commune marquée COM ou - .



**Figure 5: Branchement d'un ampèremètre numérique (Wallon, 2012).**

**Calibre :**

On appelle calibre la plus forte intensité que peut mesurer l'ampèremètre (aiguille en bout de course pour les appareils analogiques ou plus grand nombre de l'affichage numérique). Tous les appareils modernes sont multi-calibres. On change de calibre en tournant un commutateur ou en déplaçant une fiche. Pour éviter de détériorer l'ampèremètre, on a intérêt à le brancher sur le plus fort calibre puis on baisse le calibre si nécessaire pour obtenir un affichage suffisamment précis. Le bon calibre est le plus petit calibre possible, c'est à dire, celui qui est immédiatement supérieur à l'intensité mesurée.

## II- CORPS CONDUCTEURS

Les corps sont classés essentiellement en deux catégories : les conducteurs et isolants. Un conducteur laisse passer le courant électrique tandis qu'un isolant est un corps dans lequel le courant électrique ne peut circuler.

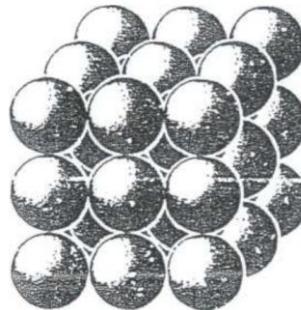
Parmi les conducteurs, on peut citer le cuivre, l'aluminium, le filament d'une lampe, l'argent, les électrolytes appelés aussi solutions conductrices.

Le verre, la matière en plastique, la porcelaine, le bois sec, le papier sont des exemples d'isolants.

### II.1 Les métaux

Les métaux sont constitués d'atomes disposés de façon ordonnée, c'est-à-dire répartis de façon régulière suivant les trois directions de l'espace. On peut les assimiler à des boules qui s'empilent d'une manière régulière comme illustre la figure 6.

Exemple : empilement d'atomes dans le fer



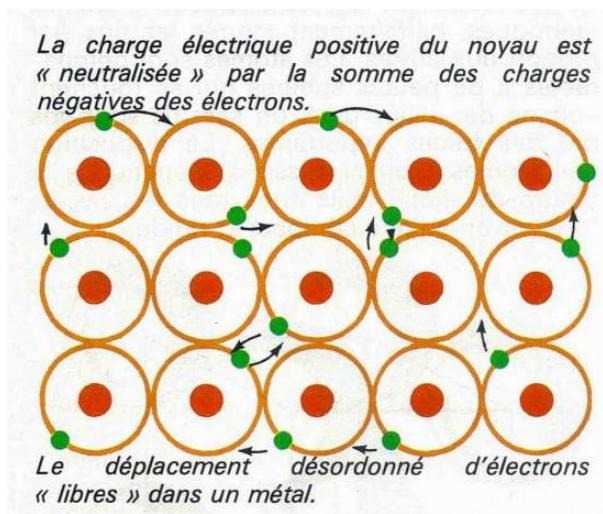
**Figure 6: Empilement d'atomes de fer (Chantal, 2010)**

Chaque atome est constitué d'un noyau autour duquel gravitent des électrons, sur des couches électroniques. Les électrons sur les couches externes sont faiblement liés au noyau et peuvent se détacher facilement et circuler librement à l'intérieur du métal en laissant derrière eux des ions positifs qui sont appelés « ions du réseau métallique ». Ces électrons des couches externes constituent les électrons de conduction responsables de la conduction électrique dans les métaux.

## **II.2 Electricité dans un métal**

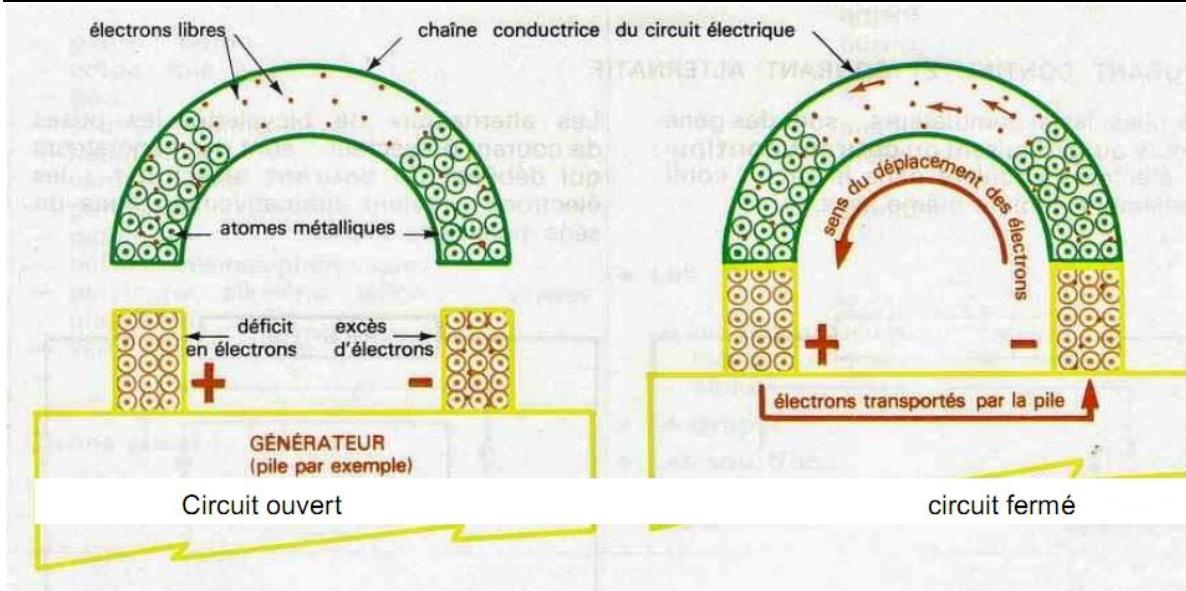
Comme il a été souligné supra, pour maintenir un courant électrique dans un conducteur, un champ électrique ou gradient de potentiel électrique doit régner continuellement dans ce conducteur.

En l'absence de champ électrique, les électrons libres au sein d'un métal ont un mouvement aléatoire : ils se déplacent dans toutes les directions, de façon désordonnée. La figure 7 illustre ce mouvement.



**Figure 7: Mouvement des électrons libres dans un métal en l'absence de champ électrique (Chantal, 2010)**

En présence d'un champ électrique, un mouvement orienté des électrons de conduction dû à ce champ se superpose au mouvement désordonné dû à l'agitation thermique et un courant électrique prend naissance. Dans un circuit électrique fermé par exemple, un champ électrique s'établit et un mouvement d'ensemble ordonné des électrons libres des fils conducteurs se produit : ces électrons se déplacent de la borne négative du générateur vers sa borne positive (figure 8).



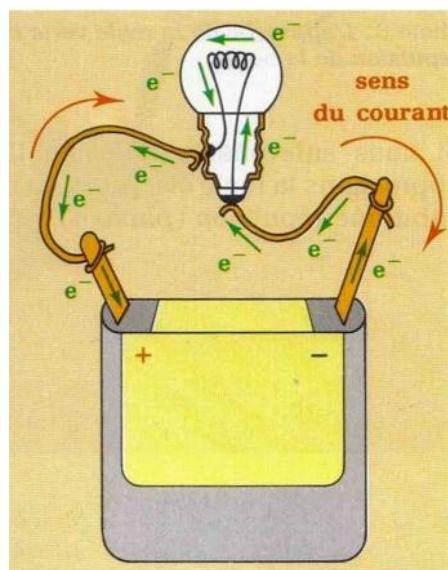
**Figure 8: Mouvement des électrons libres dans un métal en présence d'un champ électrique (Chantal, 2010)**

### **II.3 Sens conventionnel du courant électrique**

La convention suivante a été adopté : à l'extérieur du générateur

- Le courant circule de sa borne positive vers sa borne négative.
- Les électrons se déplacent de sa borne négative vers sa borne positive.

Ceci est illustré par la figure ci-après :



**Figure 9 : Mouvement des électrons et sens du courant (Chantal, 2010)**

### III- LE GENERATEUR

Dans un circuit électrique, un régime permanent ne peut s'établir si ce circuit n'est pas fermé. On est en régime permanent quand les courants électriques à travers les différentes branches du circuit ont une valeur constante. Une **force électromotrice** (f.e.m) est cependant indispensable pour qu'un courant circule. Cette f.e.m est fournie par un générateur intercalé dans le circuit.

#### III.1 - Générateur intercalé dans un circuit

Un générateur est un appareil qui maintient entre ses deux bornes métalliques une différence de potentiel ou tension constante et caractéristique du générateur.

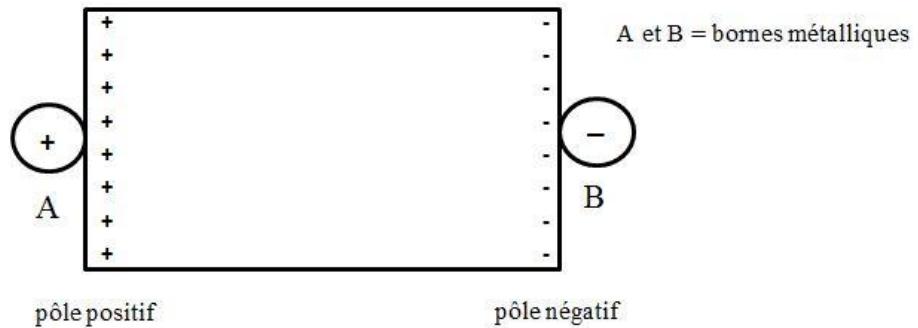


Figure 10 : Représentation simplifiée d'un générateur

Dans un circuit fermé, ses deux pôles sont reliés par un fil conducteur.

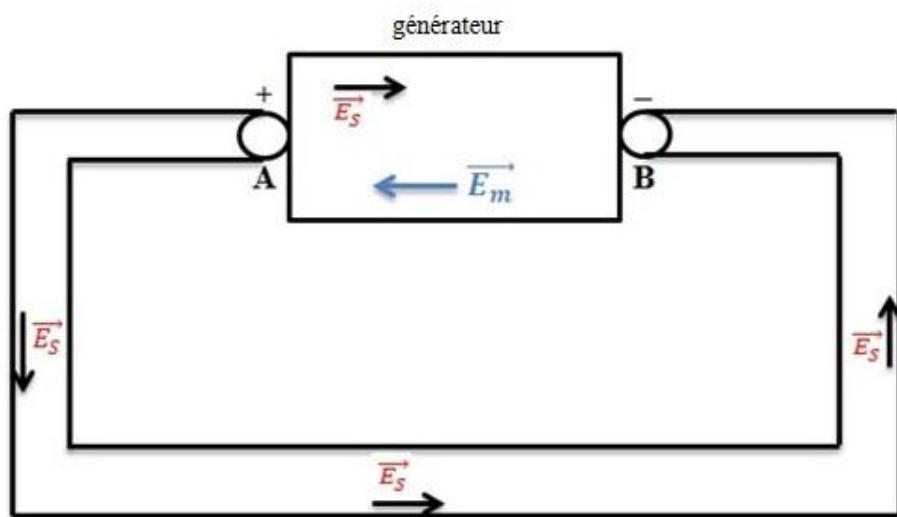


Figure 11 : Générateur dans un circuit fermé

Dans le fil AB extérieur du générateur, des charges négatives (électrons de conduction) se déplacent du pôle négatif B vers le pôle positif A sous l'action du **champ électrostatique**  $\vec{E}_S$ .

A l'intérieur du générateur, le champ électrostatique  $\vec{E}_S$  est dirigé de A vers B. le champ  $\vec{E}_S$  pousse les charges négatives vers le pôle positif A et les charges positives vers B.

Si  $\vec{E}_S$  est le seul champ qui existe à l'intérieur, alors aucun courant ne circule car  $\vec{E}_S$  ne peut pas entretenir le mouvement des charges dans un circuit fermé.

Pour qu'un courant circule, il faut à l'intérieur du générateur en plus du champ  $\vec{E}_S$  un autre champ  $\vec{E}_m$  qui provoque le déplacement des charges négatives vers B et le déplacement des charges positives vers A.

$\vec{E}_m$  est dirigé du pôle négatif vers le pôle positif. C'est un **champ électromoteur** et il n'intervient que dans le générateur.

La circulation de  $\vec{E}_m$  du pôle négatif au pôle positif représente la f.e.m du générateur.

$$\int_B^A \vec{E}_m \cdot d\vec{l} = e \quad (14)$$

La différence de potentiel  $V_A - V_B$  est la circulation de  $\vec{E}_S$  le long du trajet A  $\rightarrow$  B

$$\int_A^B \vec{E}_S \cdot d\vec{l} = V_A - V_B \quad (15)$$

### III.2- Différence de potentiel aux bornes d'un générateur

Le champ à l'intérieur du générateur est :

$$\vec{E} = \vec{E}_S + \vec{E}_M \quad (16)$$

Et la loi d'Ohm en tout point du générateur est :

$$\vec{J} = \gamma \vec{E} = \gamma (\vec{E}_S + \vec{E}_M) \quad (17)$$

$\vec{J}$  étant le vecteur densité de courant et  $\gamma$  la conductivité du conducteur. Les détails sont donnés dans l'**annexe 1**.

Assimilons l'intérieur du générateur à un conducteur cylindrique de longueur  $\mathbf{l}=\mathbf{AB}$  et de section droite  $\mathbf{S}$ .

Prenons la circulation de  $\vec{J}$  le long du trajet B  $\rightarrow$  A. On a

$$\int_B^A \vec{J} \cdot \vec{dl} = \int_B^A \gamma (\vec{E}_S + \vec{E}_M) \cdot \vec{dl} \quad (18)$$

$$\int_B^A \frac{1}{\gamma} \vec{J} \cdot \vec{dl} = \int_B^A \vec{E}_S \cdot \vec{dl} + \int_B^A \vec{E}_M \cdot \vec{dl} \quad (19)$$

$\vec{J}$  et  $\vec{dl}$  sont parallèles, d'où :

$$\int_B^A \frac{1}{\gamma} \mathbf{j} \, dl = \int_B^A \vec{E}_S \cdot \vec{dl} + \int_B^A \vec{E}_M \cdot \vec{dl} \quad (20)$$

$$\frac{\mathbf{j} \, l}{\gamma} = \int_B^A \vec{E}_S \cdot \vec{dl} + \int_B^A \vec{E}_M \cdot \vec{dl} \quad (21)$$

En utilisant le courant  $\mathbf{I} = \mathbf{j} \, S$  et les équations (14) et (15) on obtient :

$$\frac{l}{\gamma S} \mathbf{I} = (\mathbf{V}_B - \mathbf{V}_A) + \mathbf{e} \quad (22)$$

Mais  $\frac{l}{\gamma S} = \rho \frac{l}{S} = \mathbf{r}$  (annexe 2) est la résistance interne du générateur,  $\rho$  étant la résistivité du conducteur. On a donc  $\mathbf{rI} = (\mathbf{V}_B - \mathbf{V}_A) + \mathbf{e}$

$$\Rightarrow (\mathbf{V}_A - \mathbf{V}_B) = \mathbf{e} - \mathbf{rI} \quad (23)$$

Cette dernière relation représente la **différence de potentiel du générateur** lorsqu'il débite un courant I.

## IV- LES RECEPTEURS

Les générateurs sont le siège d'une transformation d'énergie chimique (piles...) ou mécanique (dynamos...) en énergie electrocinétique. Par contre les récepteurs recevant de l'énergie transforment une partie en une forme « utile » d'énergie soit chimique soit mécanique, l'autre partie transformée en énergie calorifique car comme tout conducteur elles possèdent une résistance interne  $r'$ .

Par analogie avec le cas d'un générateur, le récepteur a une force contre-électromotrice  $e'$ .

### IV.1- Différence de potentiel aux bornes d'un récepteur

Considérons un récepteur de force contre-électromotrice  $e'$  et de résistance interne  $r'$ . Désignons par A et B ses bornes respectives et par I l'intensité du courant qui le traverse de A vers B. La puissance dans la portion de circuit AB correspondant au récepteur a pour expression :  $P = I(V_A - V_B)$

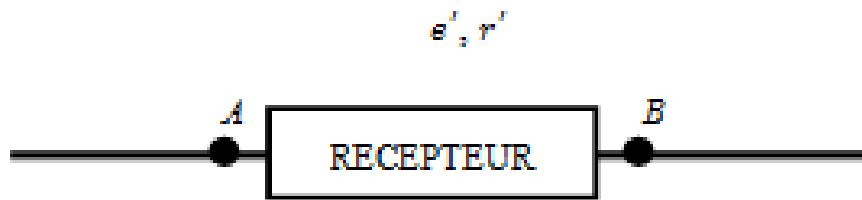


Figure 12 : Récepteur intercalé dans un circuit

Le principe de conservation d'énergie permet d'écrire qu'elle est la somme de deux termes : l'un est égal à la puissance utile du récepteur ( $e'I$ ), l'autre est égal à la puissance calorifique dissipée par effet Joule ( $I^2 \cdot r'$ ) donc :  $I(V_A - V_B) = e'I + I^2 \cdot r'$

$$(V_A - V_B) = e' + I \cdot r' \quad (24)$$

La différence de potentiel aux bornes d'un récepteur est égale à sa force contre-électromotrice augmentée de la chute ohmique de potentiel à l'intérieur du récepteur.

## IV.2 Caractéristique des récepteurs

La caractéristique d'un récepteur est la représentation graphique de l'intensité  $I$  du courant qui le traverse, en fonction de la différence de potentiel  $V_A - V_B$  entre ses bornes,

c'est-à-dire la représentation de l'expression :  $I = \frac{V_A - V_B}{r'} - \frac{e'}{r'}$

Si  $e'$  et  $r'$  sont des constantes indépendantes de  $I$ , la caractéristique est une droite d'abscisse à

l'origine  $-\frac{e'}{r'}$ , et de pente  $\frac{1}{r'}$ .

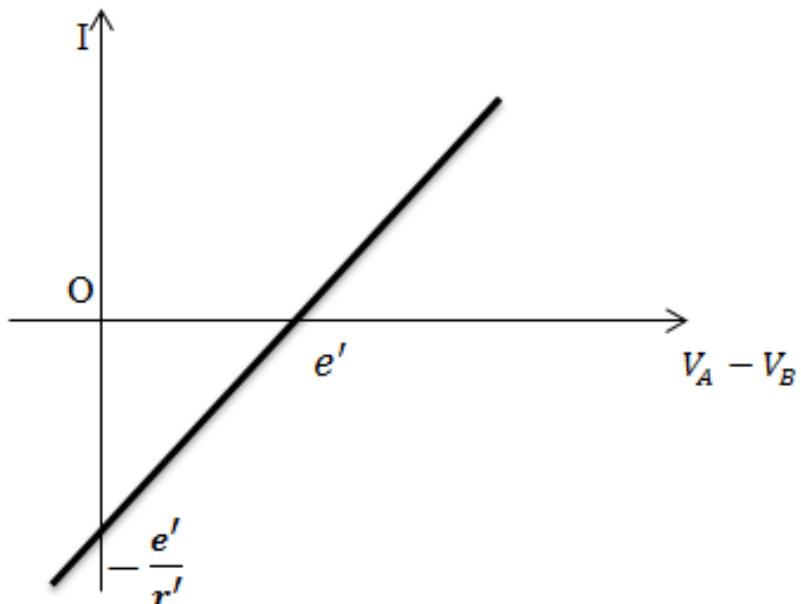


Figure 13 : Caractéristique d'un récepteur ( $e'$  et  $r'$  étant supposées indépendantes de  $I$ )  
(Maurice, 1964).

## PARTIE 2. ELABORATION ET EXPLOITATION DU DIDACTICIEL

Précédemment, nous avons développé un repère théorique sur le thème choisi. Dans cette deuxième partie nous allons présenter le didacticiel et mettre en œuvre les séquences d'apprentissage proposé à l'apprenant.

### I- CONCEPTION DU DIDACTICIEL

#### *I-1 Logiciel*

Chaque page et animation de ce didacticiel ont été réalisées à partir du logiciel Macromedia Flash Professional 8 utilisant le langage Action Script 2.0.

Macromedia Flash Professional 8 est un logiciel de programmation qui permet aux concepteurs et aux développeurs de créer des présentations, des applications et d'autres types de contenu qui permettent une interaction avec l'utilisateur. Les projets Flash peuvent inclure des animations simples, du contenu vidéo, des présentations complexes, des applications ainsi que tout élément s'y rapportant. En règle générale, les éléments de contenu conçus avec Flash sont appelés applications, même s'il peut s'agir d'une simple animation.

Le code Action Script 2.0 permet d'ajouter de l'interactivité aux éléments média de notre document.

### II- CONTENU DU DIDACTICIEL

#### *II-1 Extrait du programme scolaire*

Nous donnons ci-dessous un extrait selon le programme en vigueur à partir de l'année scolaire 1995-1996 des contenus du programme d'électricité pour la classe de quatrième à Madagascar.

- Notion de tension et d'intensité
  - Notion de tension, sa mesure, unité
  - Le courant électrique dans un métal
  - Courant continu, sens conventionnel du courant électrique
  - Notion d'intensité, sa mesure, unité
- Montage en série et en dérivation
  - Montage de lampes en série, lois

- Montage de lampes en dérivation, lois

## ***II-2 Structure du didacticiel***

L’organigramme ci-dessous décrit les diverses étapes du didacticiel que l’apprenant suit pour la construction des savoirs.

Les objectifs à atteindre sont énoncés en premier puis l’apprenant visualise une animation ou un schéma statique. Des questions guides qui se rapportent à l’animation sont posées et l’élève répond aux questions puis confronte ses réponses à celles proposées par le didacticiel. Un résumé sous forme de rubrique intitulé à retenir est présenté et enfin une évaluation termine le module.

Le domaine **prérequis** explicite les contenus du cours d’électricité vus dans les niveaux antérieures que l’élève doit maîtriser avant d’aborder le programme de la classe de quatrième. Ils sont les suivants :

- Circuits électriques simples
  - Dipôles électriques
  - Schématisation d’un circuit simple
  - Générateur de courant continu, bornes + et –
  - Conducteurs et isolants
  - Symboles du générateur et du récepteur
- Montages en série et en dérivation
  - Montages de lampes en série et en dérivation

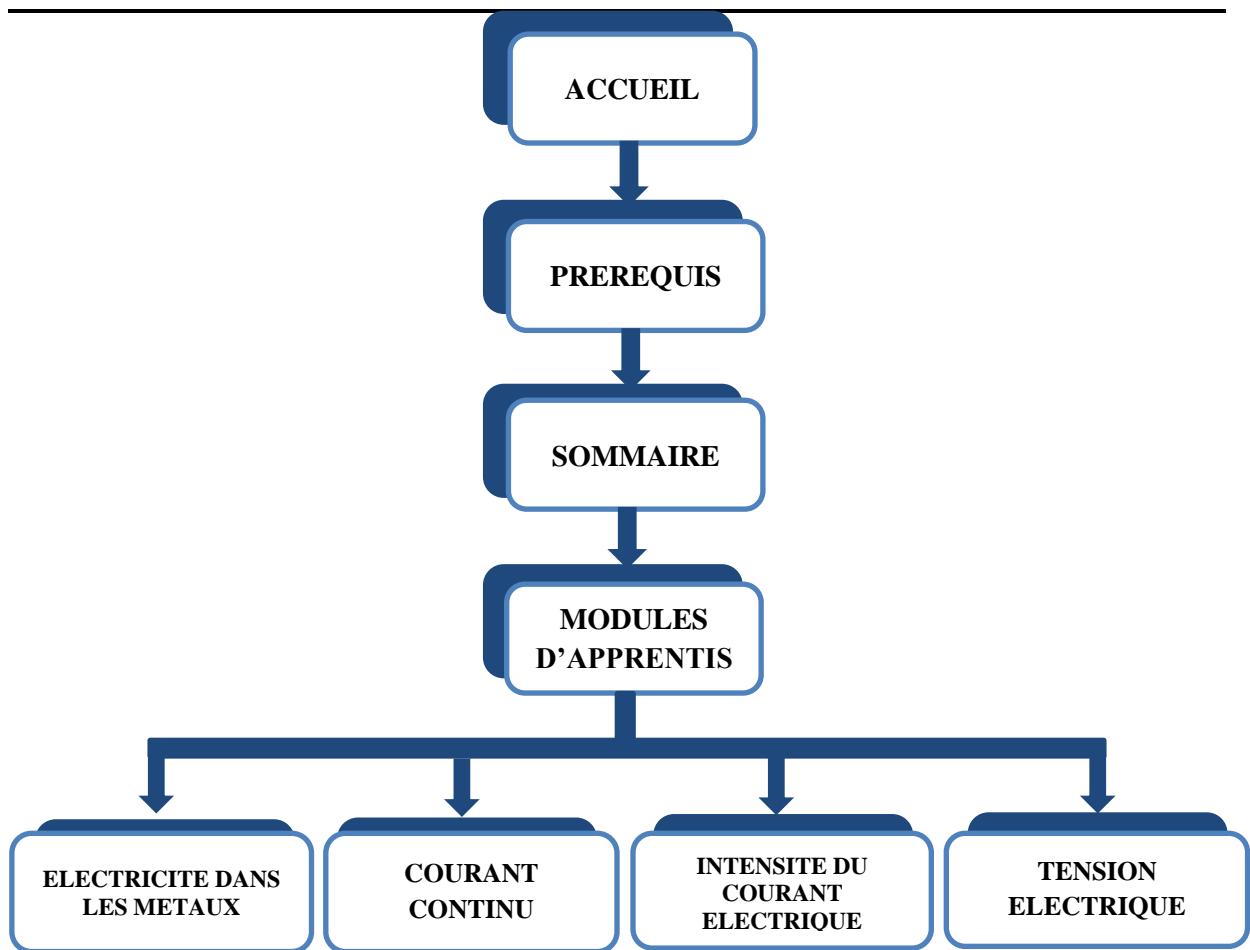
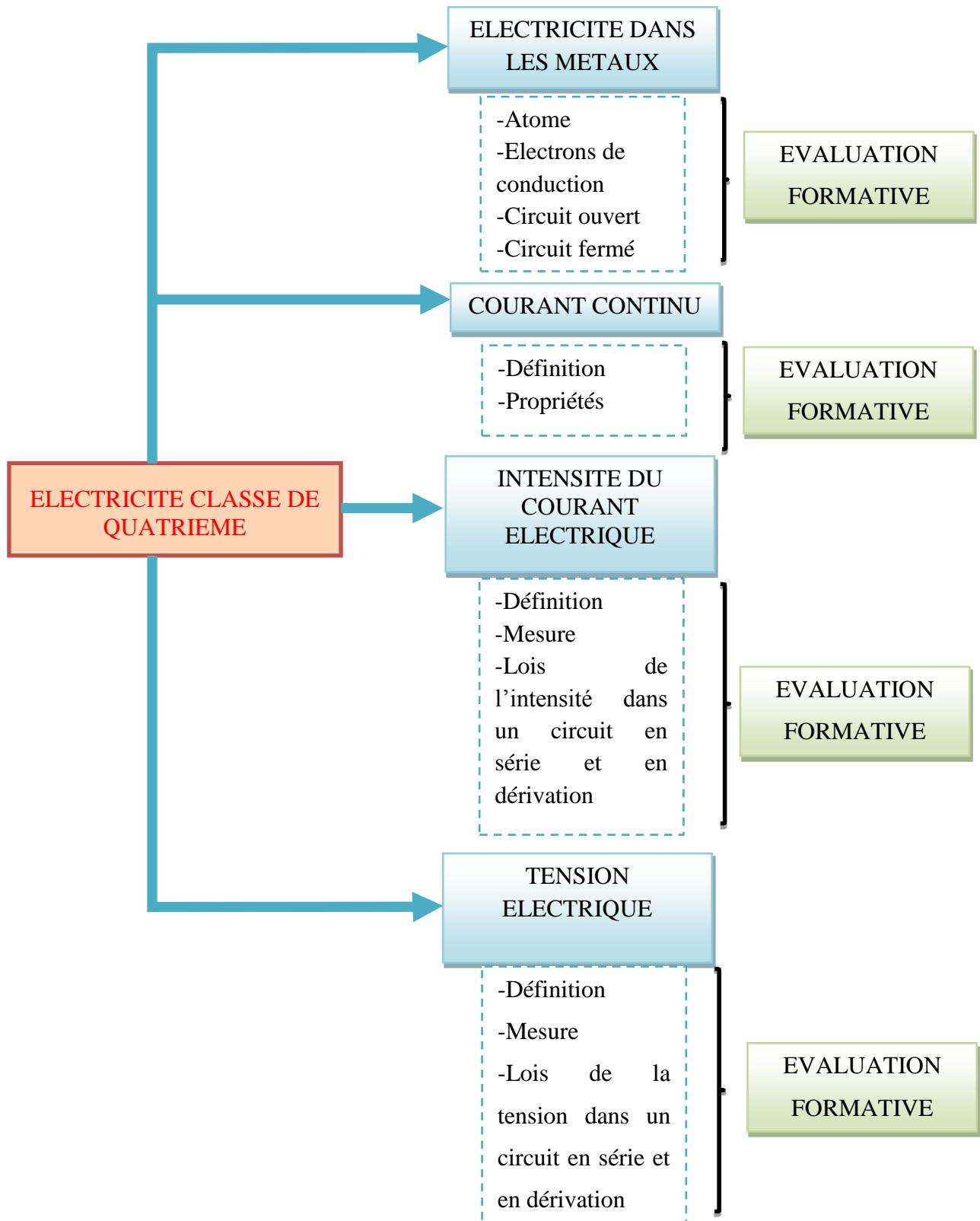


Figure 14: Organigramme des séquences d'apprentissage

### **II-3 Contenus des modules**

Quatre modules d'apprentissage sont présentés dans le didacticiel. Il s'agit de l'électricité dans les métaux, le courant continu, l'intensité du courant électrique et la tension électrique. La figure suivante résume les contenus des modules :



**Figure 15: Structure des modules**

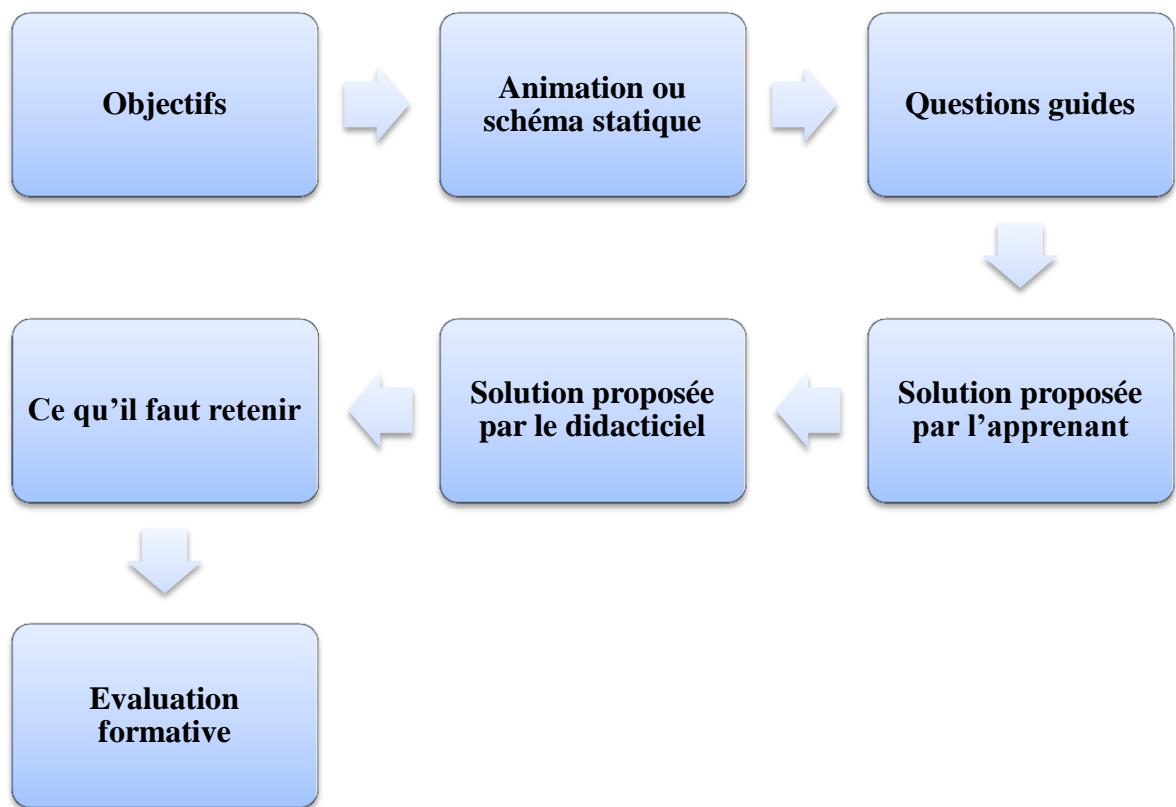
#### **II-4 Evolution de chaque module**

- ✓ Phase d'introduction : chaque module commence toujours par l'observation d'une animation ou de schéma statique.
- ✓ Phase de construction de savoir : comprend des questions guides en vue d'analyser l'animation ou le schéma. L'élève propose ses réponses aux questions guides puis les confronte aux réponses données par le didacticiel. Une synthèse pour donner ce qu'il faut retenir et une évaluation formative terminent cette phase.

Le sens d'observation, d'analyse et de synthèse de l'apprenant est à solliciter primordialement.

Les **objectifs** sont mentionnés tout au début de chaque module d'apprentissage.

La fin de chaque module est dotée d'une **évaluation formative** qui se présente sous forme de questions à choix multiples ou de complément des espaces vides.



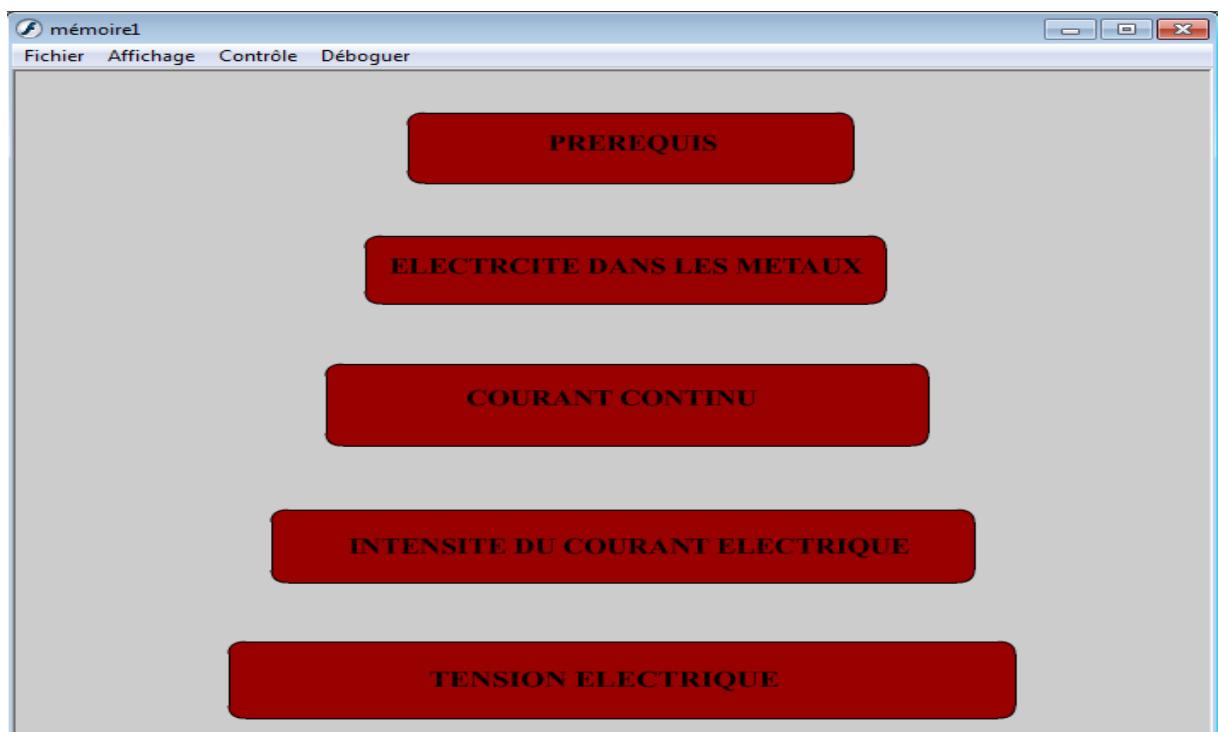
**Figure 16: Evolution de chaque module**

### III- PRESENTATION DU DIDACTICIEL

Le didacticiel est muni d'une page d'accueil permettant d'accéder à son contenu à l'aide du sommaire. Le sommaire est utilisé ainsi comme porte d'entrée.



En cliquant sur SOMMAIRE, un menu apparaît et il contient les prérequis et les modules d'apprentissage.

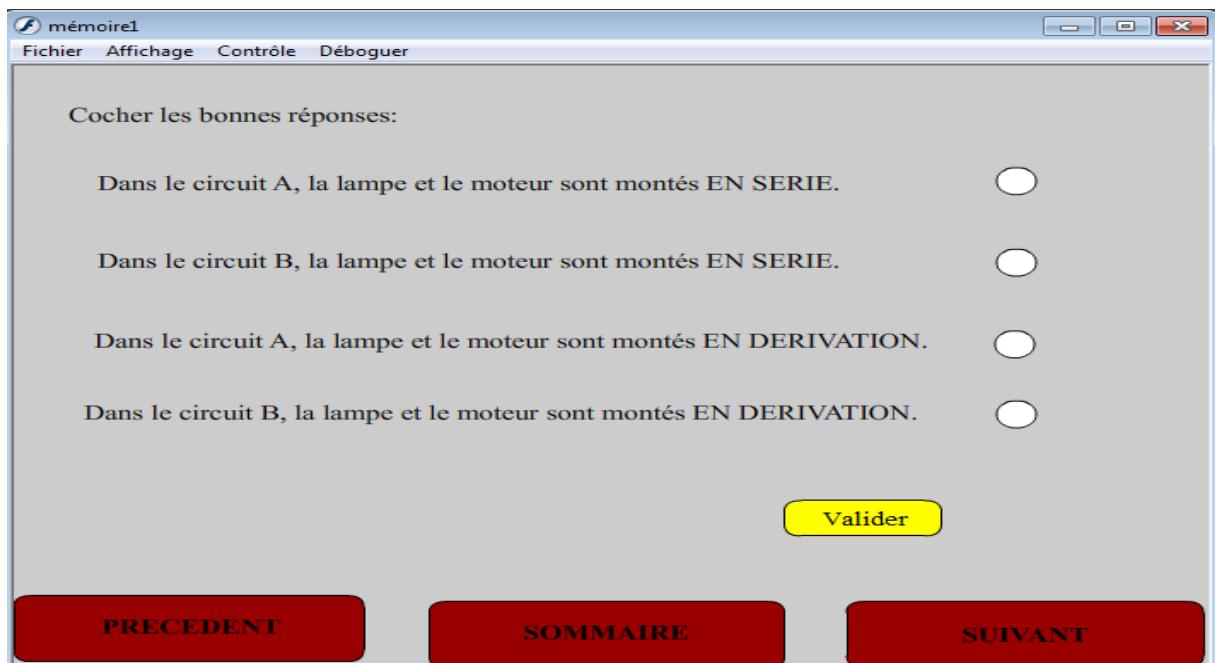


### Contrôle des prérequis

C'est le premier menu du sommaire. En cliquant sur le bouton prérequis, la fenêtre suivante apparaît. Elle présente deux circuits A et B, respectivement circuit en série et en dérivation.



L'élève pourra constater après l'observation des deux schémas présentés la différence entre les deux circuits. S'il désire alors continuer, il doit appuyer sur le bouton suivant de l'écran et accède à une question qui se rapporte à ces circuits.



Dans cette partie du didacticiel, l'apprenant doit valider ses réponses. Après la validation, les réponses cochées qui se colorent en rouge sont les bonnes comme le montre la fenêtre ci-dessous.

Cocher les bonnes réponses:

Dans le circuit A, la lampe et le moteur sont montés EN SERIE.

Dans le circuit B, la lampe et le moteur sont montés EN SERIE.

Dans le circuit A, la lampe et le moteur sont montés EN DERIVATION.

Dans le circuit B, la lampe et le moteur sont montés EN DERIVATION.

**Valider**

**PRECEDENT**   **SOMMAIRE**   **SUIVANT**

Ensuite, les questions sur les dipôles électriques sont abordées et l'élève choisira parmi les quatre réponses proposées.

**Dipôles électriques:**

Identifier les dipôles électriques parmi la liste suivante:

Eponge

Pile

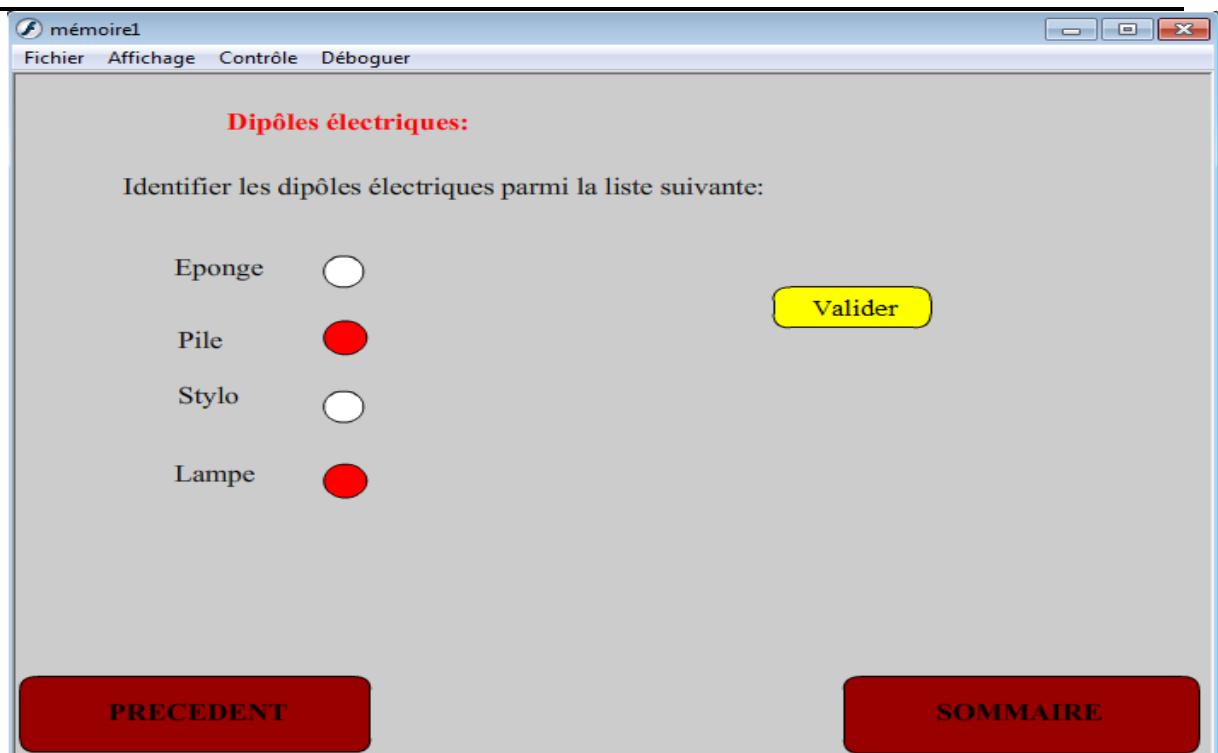
Stylo

Lampe

**Valider**

**PRECEDENT**   **SOMMAIRE**

Le didacticiel colore toujours en rouge les bonnes réponses après la validation.



### **Module 1 : Electricité dans les métaux**

L'électricité dans les métaux est le premier module d'apprentissage après le prérequis. Pour y accéder, il est nécessaire de revenir à la page sommaire en cliquant sur le bouton sommaire.

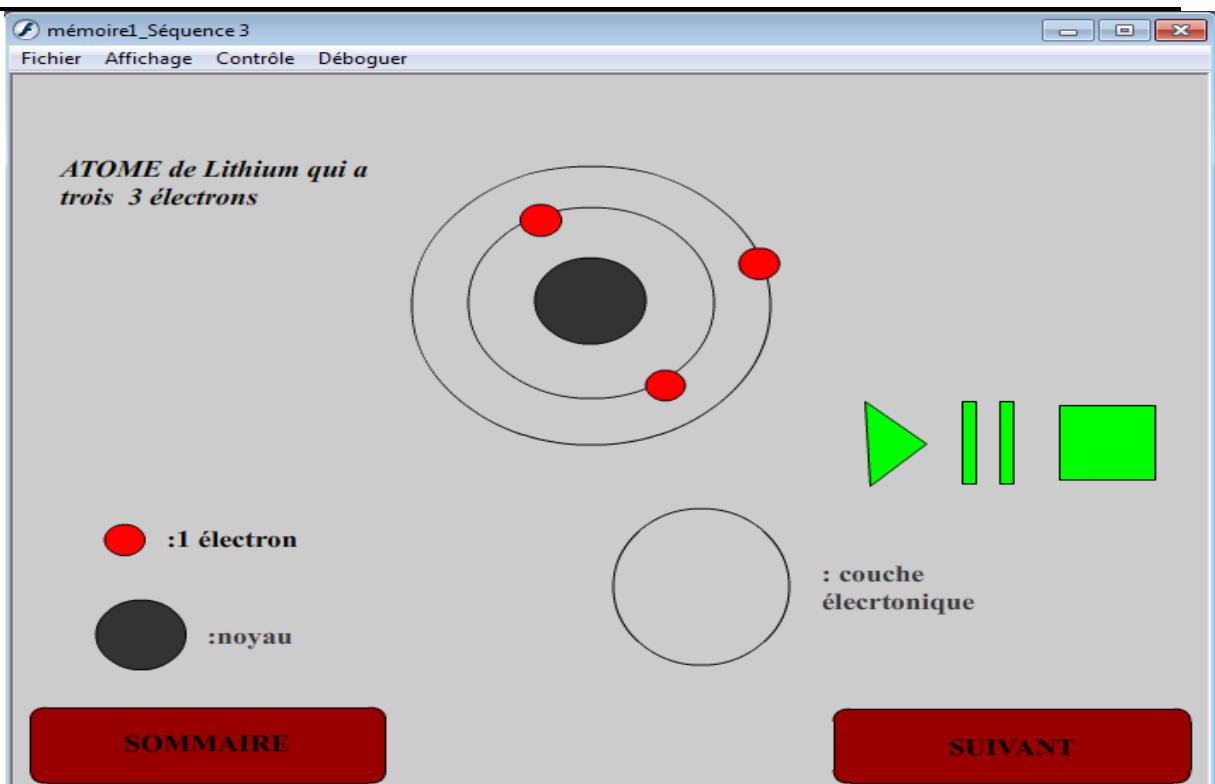
- **Objectif :**



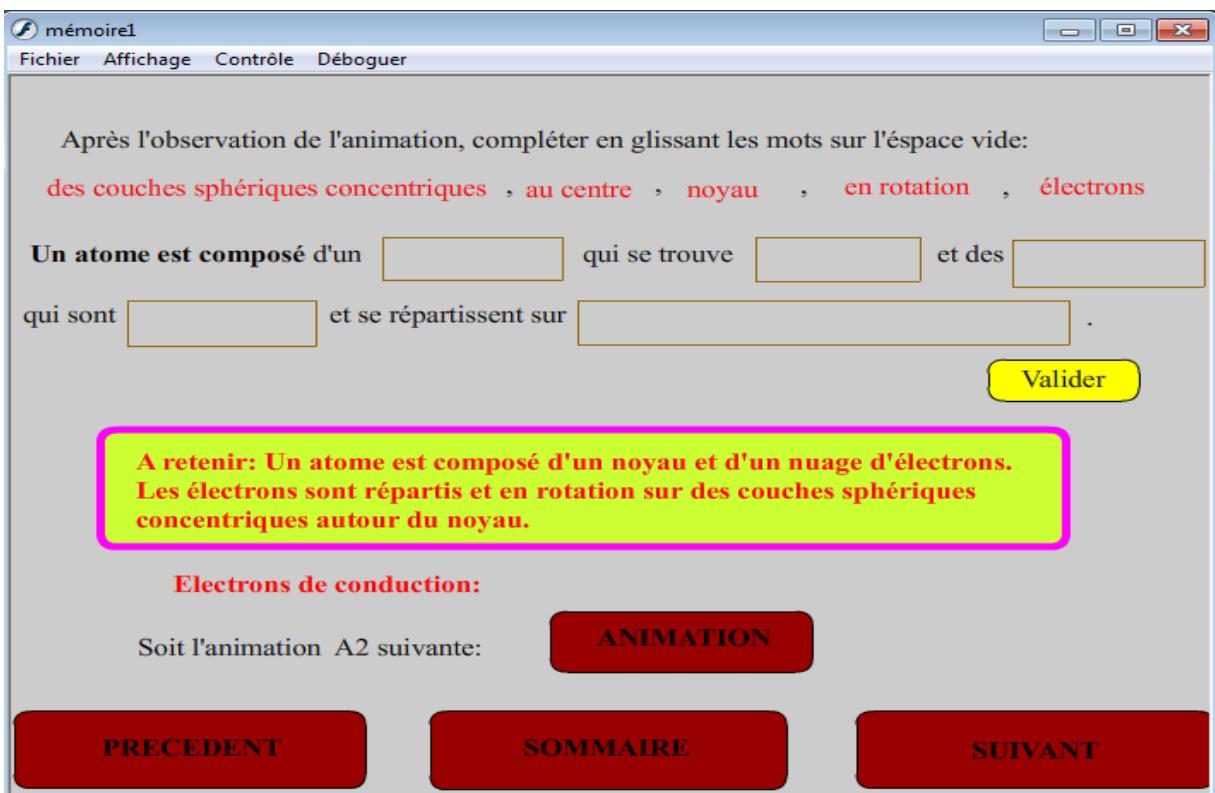
A la fin de ce module, l'élève doit être capable d'interpréter la conduction du courant électrique dans les métaux. Sur l'écran, il y a un bouton ANIMATION.

#### **Animation A1**

L'élève accède à l'animation A1 en appuyant sur le bouton animation. Alors, l'écran montre un schéma illustrant un atome de Lithium avec un noyau et 3 électrons qui y gravitent autour. A titre d'illustration, le noyau a été coloré en noir et les électrons en rouge pour pouvoir les différencier. Sur l'écran, l'apprenant peut voir les électrons tourner autour du noyau en appuyant sur le bouton play (bouton triangle). L'orbite que suit le mouvement de l'électron est appelé couche électronique. Une pause peut être ordonnée en cliquant sur le bouton « double barres ». S'il veut arrêter l'animation, il appuiera sur le bouton stop (bouton carré).



Après l'animation, il faut cliquer sur le bouton suivant pour entamer la question guide du module. Pour répondre à la question, il faut glisser les mots proposés aux espaces vides convenables suivant l'observation de l'animation A1.



Après la validation de la réponse, un résumé (c'est-à-dire ce qu'il faut retenir) apparaît ensuite puis on peut passer à la deuxième animation.

mémoire1

Fichier Affichage Contrôle Déboguer

Après l'observation de l'animation, compléter en glissant les mots sur l'espace vide:

Un atome est composé d'un **noyau** qui se trouve **au centre** et des **électrons** qui sont **en rotation** et se répartissent sur **des couches sphériques concentriques**.

**Valider**

**A retenir: Un atome est composé d'un noyau et d'un nuage d'électrons. Les électrons sont répartis et en rotation sur des couches sphériques concentriques autour du noyau.**

**Electrons de conduction:**

Soit l'animation A2 suivante:

**ANIMATION**

**PRECEDENT** **SOMMAIRE** **SUIVANT**

### Animation A2

L'animation A1 concerne l'atome en général mais l'animation A2 consiste à l'étude des électrons de conduction. Ainsi, en cliquant sur le bouton animation A2, une fenêtre qui illustre le mouvement des électrons sur les couches interne et externe s'ouvre.

mémoire1\_Séquence 6

Fichier Affichage Contrôle Déboguer

Pour distinguer le mouvement des électrons de la couche interne et de la couche externe:

- électron de la couche interne
- électron de la couche externe

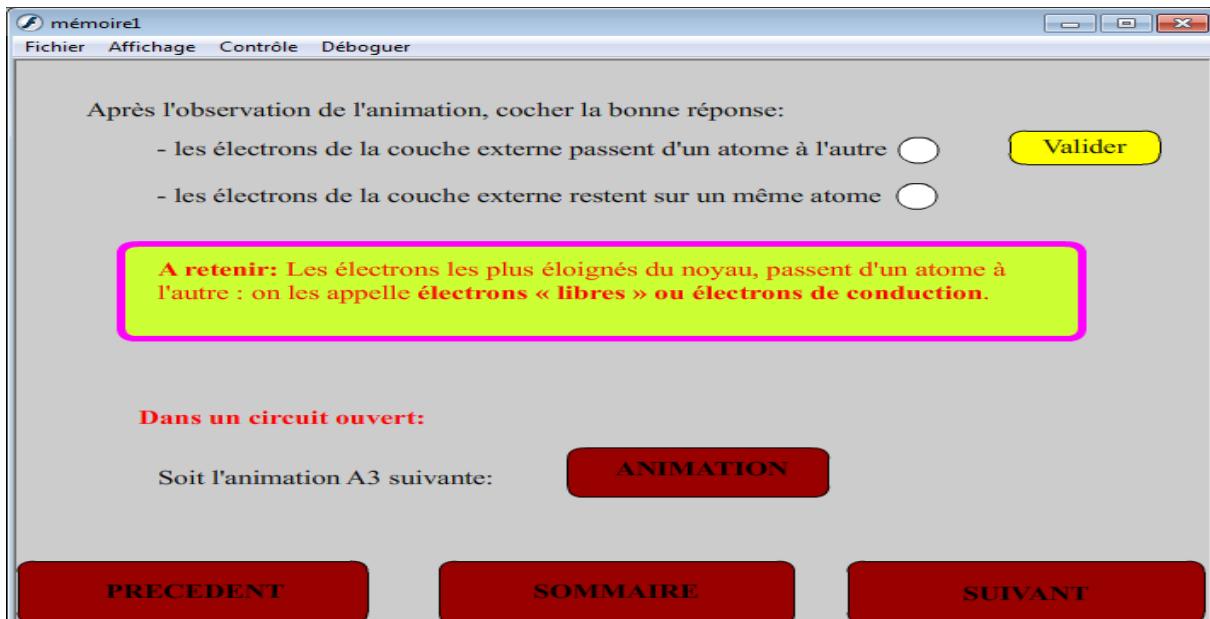
**Couche interne** **Couche externe**

▶ || □

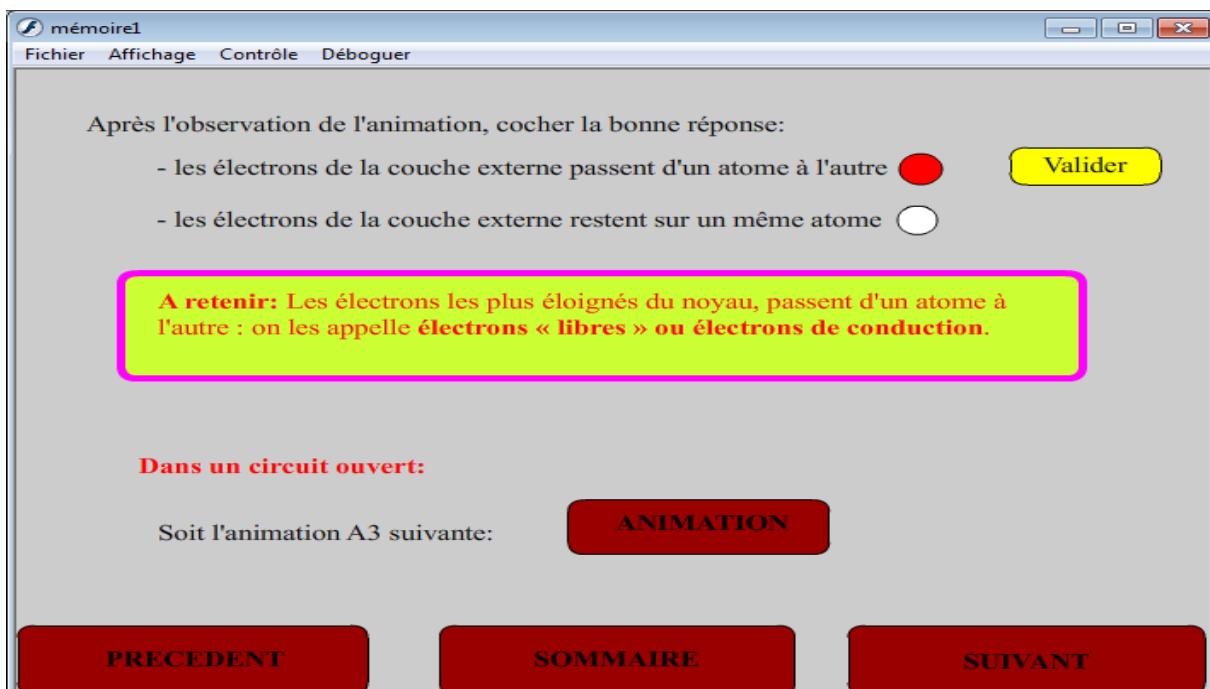
**SOMMAIRE** **SUIVANT**

Sur l'écran, il est possible de distinguer le mouvement des électrons de la couche interne et de la couche externe. Sur l'illustration, ils ont été colorés différemment pour faciliter leur identification. L'élève peut observer l'animation à l'aide des boutons play, pause et stop.

Pour revenir à la leçon, il faut cliquer sur le bouton suivant.

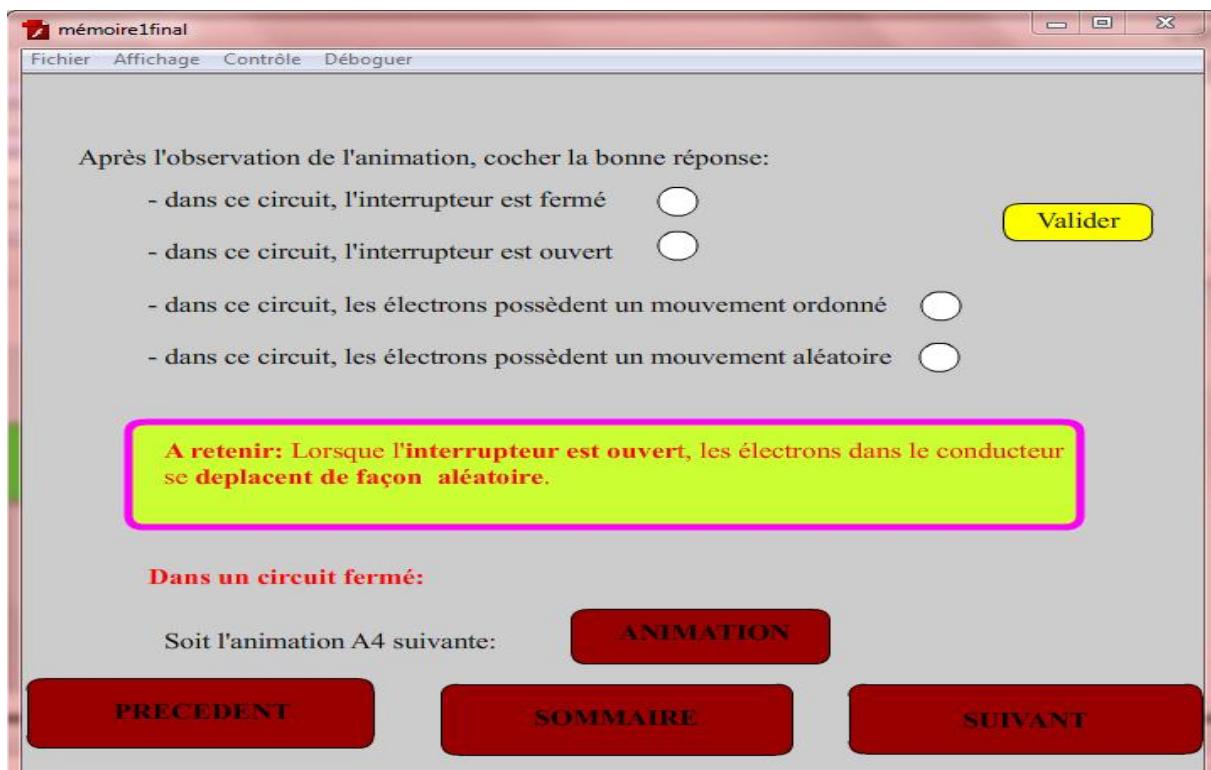
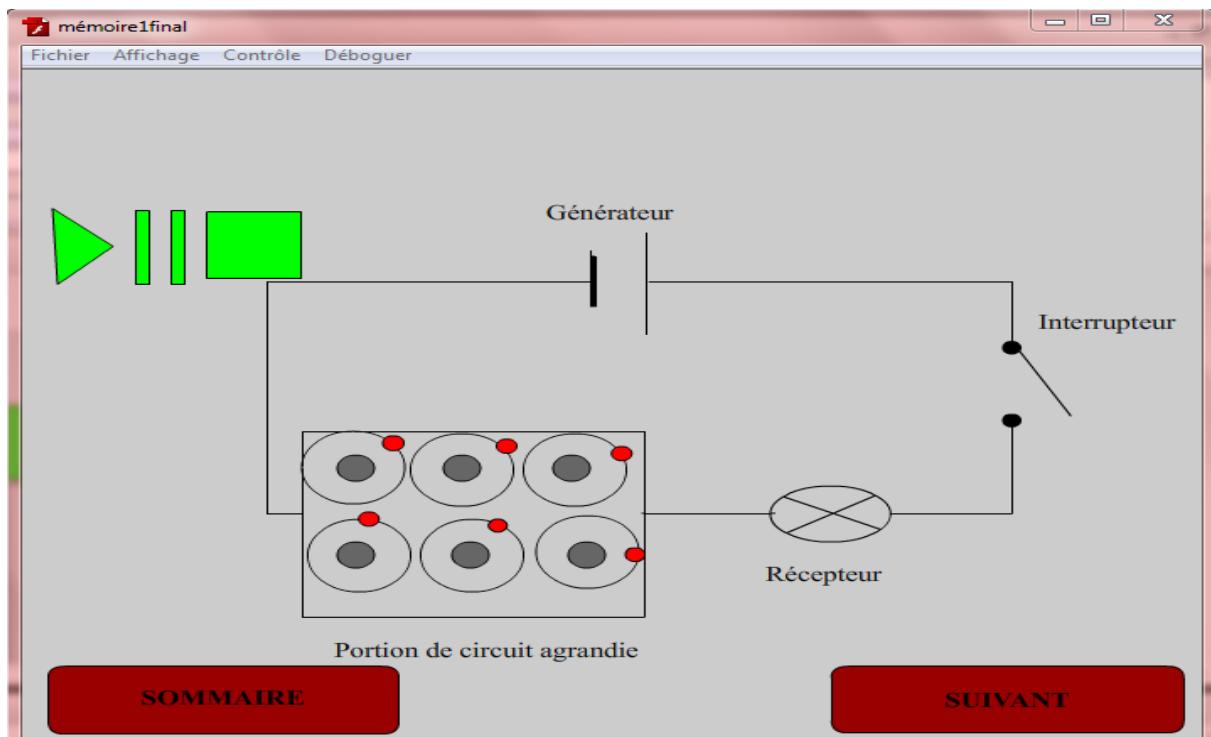


Après la validation de la réponse, la solution de la question guide est toujours colorée en rouge par le didacticiel. Il rappelle toujours les leçons à retenir après l'application ou question guide.



### Animation A3

L'animation A3 concerne l'étude du mouvement des électrons dans un circuit ouvert. En cliquant sur ANIMATION, l'écran montre un circuit ouvert présentant un générateur, un interrupteur ouvert, un récepteur, une portion de circuit agrandie avec le mouvement des électrons dans cette portion. Les fenêtres qui suivent se rapportent à cette animation.



Après l'observation de l'animation, cocher la bonne réponse:

- dans ce circuit, l'interrupteur est fermé
- dans ce circuit, l'interrupteur est ouvert
- dans ce circuit, les électrons possèdent un mouvement ordonné
- dans ce circuit, les électrons possèdent un mouvement aléatoire

**Valider**

**A retenir:** Lorsque l'interrupteur est ouvert, les électrons dans le conducteur se déplacent de façon aléatoire.

**Dans un circuit fermé:**

Soit l'animation A4 suivante:

**ANIMATION**

**PRECEDENT**      **SOMMAIRE**      **SUIVANT**

### Animation A4

L'animation A4 suivante correspond à l'étude des mouvements des électrons lorsque le circuit est fermé. Ainsi, l'élève peut observer ce qui se passe surtout sur la portion du circuit agrandie. Les fenêtres y afférentes sont reproduites ci-après.

The diagram shows a basic electrical circuit. On the left, there is a green play button icon. Next to it are two green rectangular bars. The circuit consists of a vertical line from the top to a horizontal line. On the top line, there is a vertical line segment labeled "Générateur" (Generator). On the right side of the horizontal line, there is a vertical line segment labeled "Interrupteur" (Switch). The bottom part of the circuit is a horizontal line with a rectangular box labeled "Récepteur" (Receiver) at the end. Inside this box, there are eight small circles representing electrons, arranged in two rows of four. Below this box, the text "Portion de circuit agrandie" (Magnified part of the circuit) is written. At the bottom of the screen, there are two red buttons: "SOMMAIRE" (Summary) on the left and "SUIVANT" (Next) on the right.

Après l'observation de l'animation, cocher la bonne réponse:

- dans ce circuit, l'interrupteur est fermé

- dans ce circuit, l'interrupteur est ouvert

- dans ce circuit, les électrons possèdent un mouvement ordonné

- dans ce circuit, les électrons possèdent un mouvement aléatoire

**Valider**

**A retenir:** Lorsque l'interrupteur est ouvert, les électrons dans le conducteur se déplacent de façon aléatoire.

**Dans un circuit fermé:**

Soit l'animation A4 suivante:

**ANIMATION**

**PRECEDENT**      **SOMMAIRE**      **SUIVANT**

Après l'observation de l'animation, cocher la bonne réponse:

- dans ce circuit, l'interrupteur est fermé

- dans ce circuit, l'interrupteur est ouvert

- dans ce circuit, les électrons possèdent un mouvement ordonné

- dans ce circuit, les électrons possèdent un mouvement aléatoire

**Valider**

**A retenir:** Lorsque l'interrupteur est ouvert, les électrons dans le conducteur se déplacent de façon aléatoire.

**Dans un circuit fermé:**

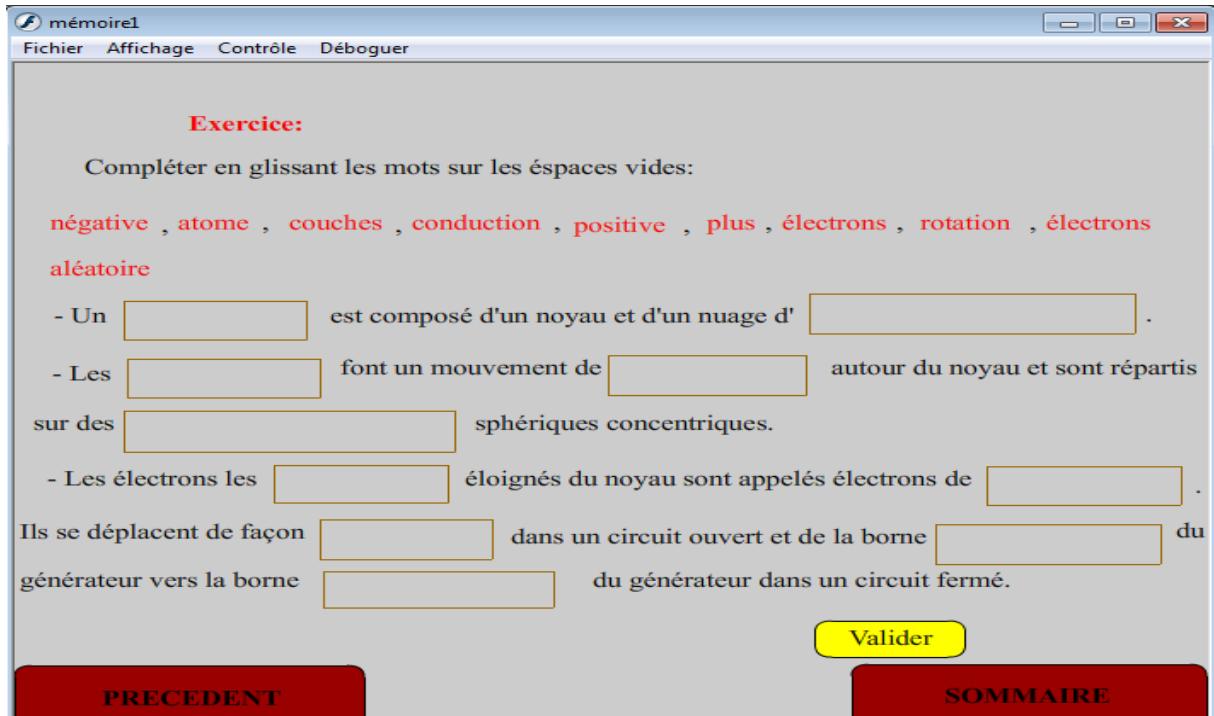
Soit l'animation A4 suivante:

**ANIMATION**

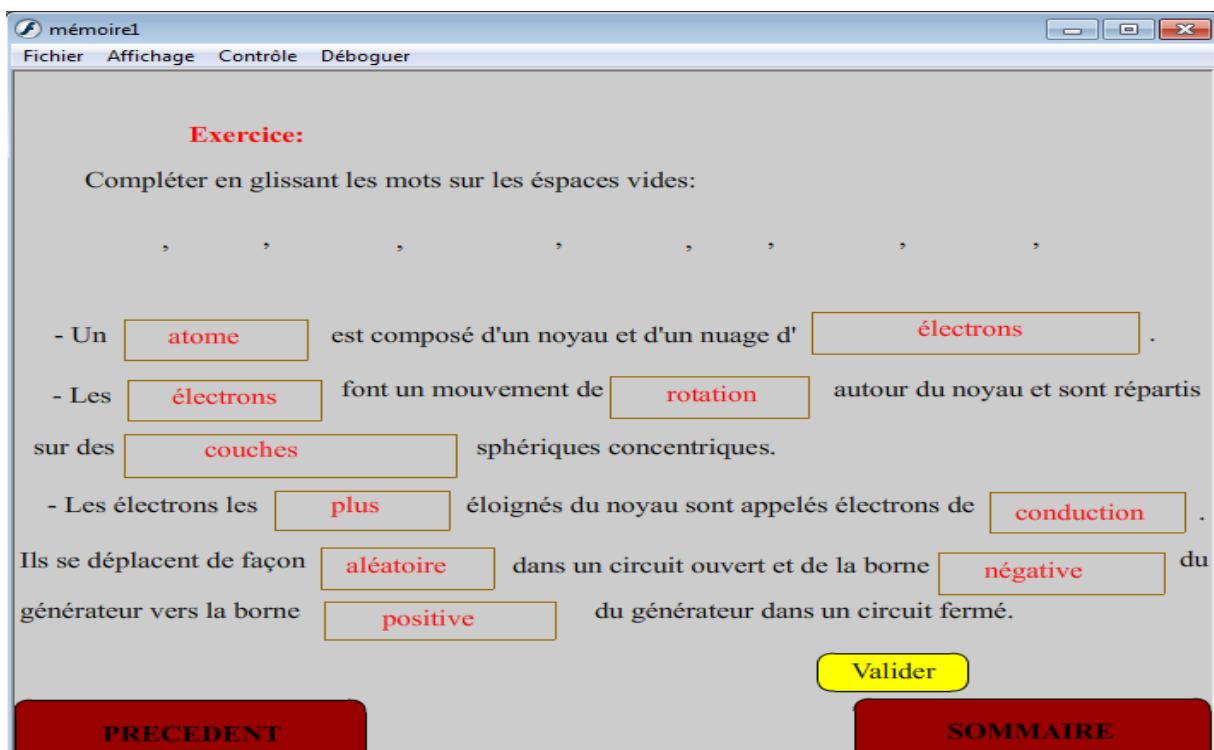
**PRECEDENT**      **SOMMAIRE**      **SUIVANT**

- **Evaluation**

A la fin de ce module « électricité dans les métaux », une évaluation de ce qui a été présenté est donnée à l'élève. Il s'agit d'un exercice qui consiste à compléter les cases vides de chaque phrase présentée en glissant les mots proposés en rouge.



En cliquant sur le bouton valider, l'apprenant vérifiera ses réponses.



## Module 2 : Courant continu

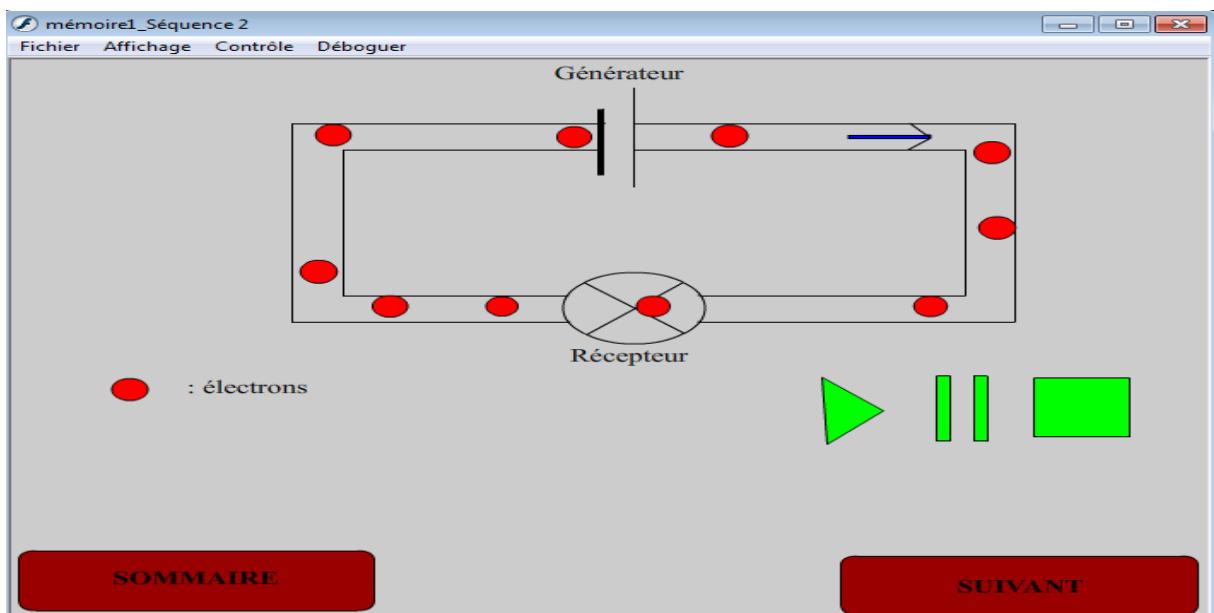
Le deuxième module correspond à l'étude du courant continu. L'objectif consiste à indiquer le sens conventionnel du courant électrique et de symboliser un générateur de courant continu. Les fenêtres qui suivent correspondent à ce module sont reproduites ci-après.

- **Objectifs**



### Animation A5

L'animation A5 présente ce qui se passe à l'intérieur du circuit en agrandissant le fil conducteur et en présentant la circulation des électrons.



- **Question guide et ce qu'il faut retenir**

C'est toujours après l'observation de l'animation que l'apprenant pourrait aborder la question guide correspondant.

Après l'observation de l'animation, cocher la bonne réponse:

- dans ce circuit, les électrons circulent continuellement dans un seul sens.

- dans ce circuit, les électrons changent de sens à un certain moment

- le générateur est symbolisé par 

- le générateur est symbolisé par 

**Valider**

**A retenir:** Un courant est dit continu lorsque le courant circule à chaque instant dans le même sens, le déplacement des électrons se fait toujours dans le même sens. C'est un courant **unidirectionnel**.

**PRECEDENT** **SOMMAIRE** **SUIVANT**

La première et la troisième réponse correspondent aux solutions exactes de l'application. Elles sont colorées en rouges après la validation des réponses de l'apprenant.

Après l'observation de l'animation, cocher la bonne réponse:

- dans ce circuit, les électrons circulent continuellement dans un seul sens.

- dans ce circuit, les électrons changent de sens à un certain moment

- le générateur est symbolisé par 

- le générateur est symbolisé par 

**Valider**

**A retenir:** Un courant est dit continu lorsque le courant circule à chaque instant dans le même sens, le déplacement des électrons se fait toujours dans le même sens. C'est un courant **unidirectionnel**.

**PRECEDENT** **SOMMAIRE** **SUIVANT**

Ensuite, en cliquant sur suivant, il apparaît à l'écran les leçons à retenir.

**mémoire1**

Fichier Affichage Contrôle Déboguer

**A retenir:** Contrairement au sens de déplacement des électrons, le courant circule de la borne (+) du générateur à la borne (-) du générateur, on appelle ce sens : **sens conventionnel du courant électrique** et symbolisé par une flèche.

**A retenir:** En courant continu, le générateur est symbolisé par



**Remarque:**

- Ce type de courant est produit par des **générateurs chimiques** tels que les piles et les batteries.

**PRECEDENT** **SOMMAIRE** **SUIVANT**

• **Evaluation**

A la fin du module « courant continu », l'élève doit passer par un exercice de récapitulation.

**mémoire1**

Fichier Affichage Contrôle Déboguer

**Exercice:**

Compléter en glissant les mots sur les espaces vides:

négative , sens conventionnel du courant électrique , flèche , positive , électrons , courant continu , unidirectionnel

- Le courant produit par des générateurs chimiques est appelé .

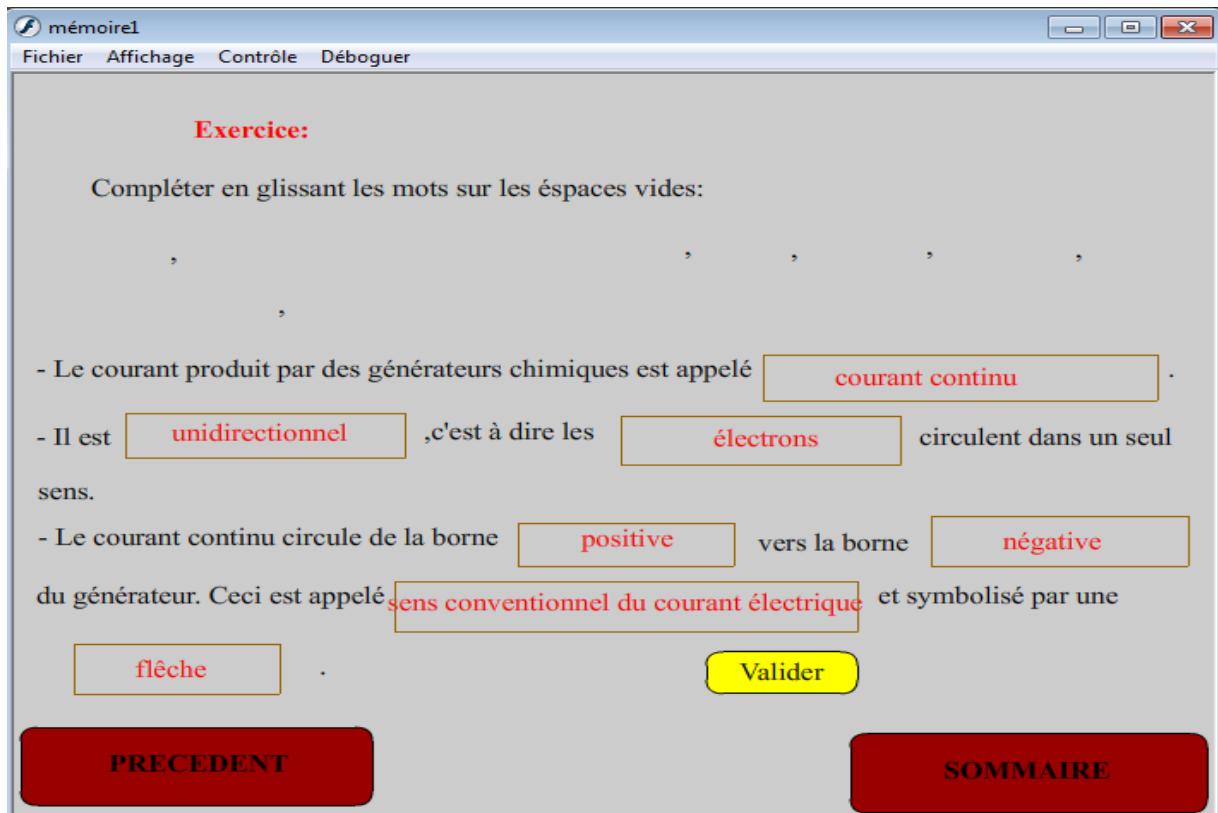
- Il est , c'est à dire les circulent dans un seul sens.

- Le courant continu circule de la borne vers la borne du générateur. Ceci est appelé et symbolisé par une .

**Valider**

**PRECEDENT** **SOMMAIRE**

En cliquant sur le bouton valider, l'apprenant vérifiera ses réponses.



### Module 3 : Intensité du courant électrique

Le troisième module correspond à l'étude de l'intensité du courant électrique. L'objectif consiste à définir l'intensité du courant électrique, de mesurer l'intensité du courant électrique à l'aide d'un ampèremètre et d'établir les lois de l'intensité électrique dans un circuit en série et dans un circuit en dérivation. Les différentes étapes du module sont présentées ci-après.

- **Objectifs**

**mémoire1**  
Fichier Affichage Contrôle Déboguer

**INTENSITE DU COURANT ELECTRIQUE**

**Objectifs:**  
A l'issue de l'apprentissage, l'élève doit être capable de:

- **Définir l'intensité du courant électrique.**
- **Mesurer l'intensité du courant électrique à l'aide d'un ampèremètre.**
- **Etablir les lois de l'intensité électrique dans un circuit en série et dans un circuit en dérivation.**

**Définition:**  
Soit l'animation A6 suivante:

**ANIMATION**

**SOMMAIRE** **SUIVANT**

#### Animation A6

En cliquant sur le bouton animation A6, l'écran affiche un circuit électrique composé d'un générateur et d'un récepteur et le fil de conduction est agrandi.

**mémoire1\_Séquence 7**  
Fichier Affichage Contrôle Déboguer

Générateur

Récepteur

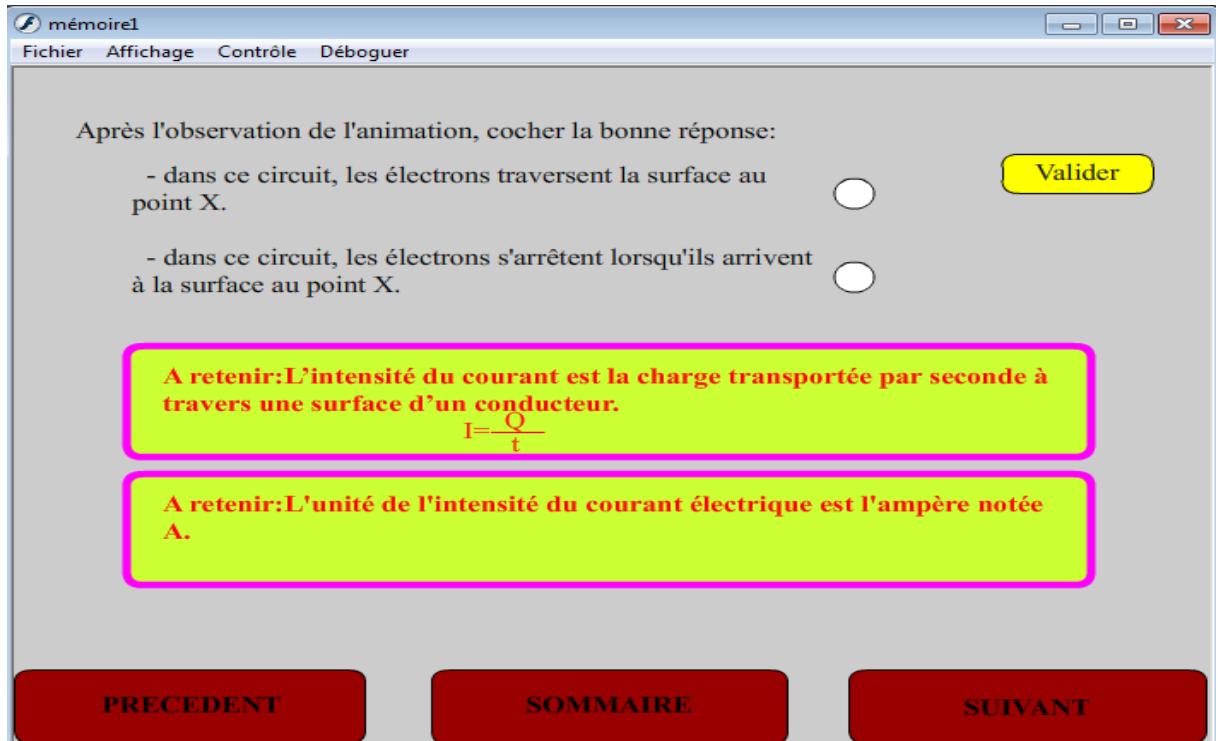
● :électrons  
— :petite surface du fil de conduction au point X

▶ || ■

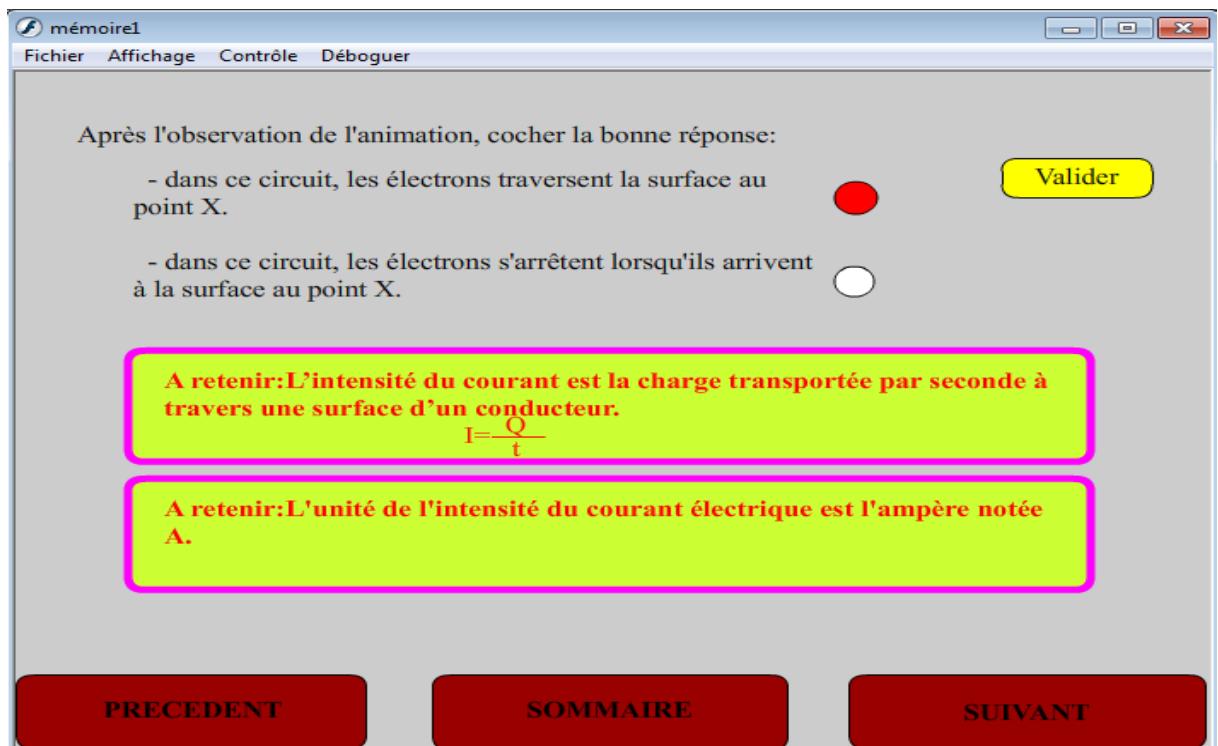
**SOMMAIRE** **SUIVANT**

- **Question guide et définition de l'intensité**

En cliquant sur suivant, la question guide correspondante à l'animation A6 apparait à l'écran.



Après la validation de la réponse de l'apprenti, il apparaît à l'écran la solution cochée en rouge.



## Présentation d'un ampèremètre et d'un multimètre

Ensuite, en cliquant sur suivant, un bouton schéma S1 apparaît.

**mémoire1**

Fichier Affichage Contrôle Déboguer

**Mesure de l'intensité du courant électrique :**  
 -Pour mesurer l'intensité du courant électrique on utilise **un ampèremètre**.

Soit le schéma S1 suivant:

**SCHEMA**

Après l'observation du schéma, cocher la bonne réponse:

- dans ce circuit, un ampèremètre est représenté par:   **Valider**

- dans ce circuit, un ampèremètre est représenté par: 

**A retenir: Dans un circuit électrique, un ampèremètre est représenté par:**



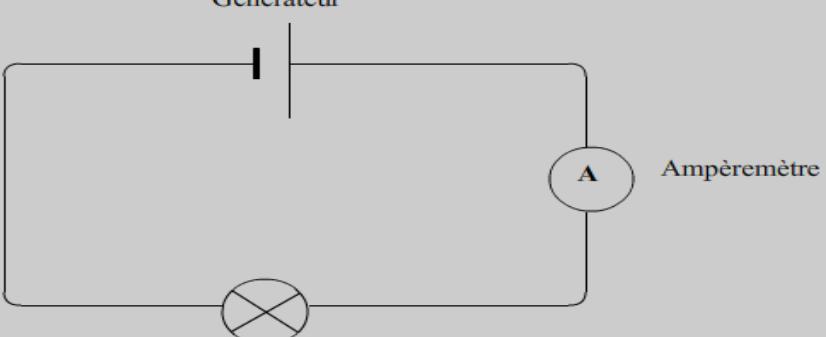
**PRECEDENT** **SOMMAIRE** **SUIVANT**

En cliquant sur schéma S1, l'écran affiche le schéma d'un circuit comprenant un générateur, un récepteur et un ampèremètre.

**mémoire1\_Séquence 8**

Fichier Affichage Contrôle Déboguer

Générateur



Ampèremètre

Récepteur

**SOMMAIRE** **SUIVANT**

Après l'observation, il faut cliquer sur suivant afin de revenir à la question guide correspondant au schéma S1.

**Mesure de l'intensité du courant électrique :**  
 -Pour mesurer l'intensité du courant électrique on utilise **un ampèremètre**.

Soit le schéma S1 suivant:

**SCHEMA**

Après l'observation du schéma, cocher la bonne réponse:

- dans ce circuit, un ampèremètre est représenté par:   **Valider**

- dans ce circuit, un ampèremètre est représenté par:

**A retenir: Dans un circuit électrique, un ampèremètre est représenté par:**

**PRECEDENT**      **SOMMAIRE**      **SUIVANT**

En cliquant sur suivant, l'écran affiche deux boutons schéma qui permettent de présenter un ampèremètre et le réglage du multimètre en ampèremètre.

**Présentation d'un ampèremètre :**

Soit le schéma S2 suivant:

**SCHEMA**

Il se nomme **multimètre** car il rassemble plusieurs appareils de mesure en un seul.

**Réglage du multimètre en ampèremètre:**

Nous allons utiliser la fonction ampèremètre du multimètre:

Soit le schéma S3 suivant:

**SCHEMA**

**PRECEDENT**      **SOMMAIRE**      **SUIVANT**

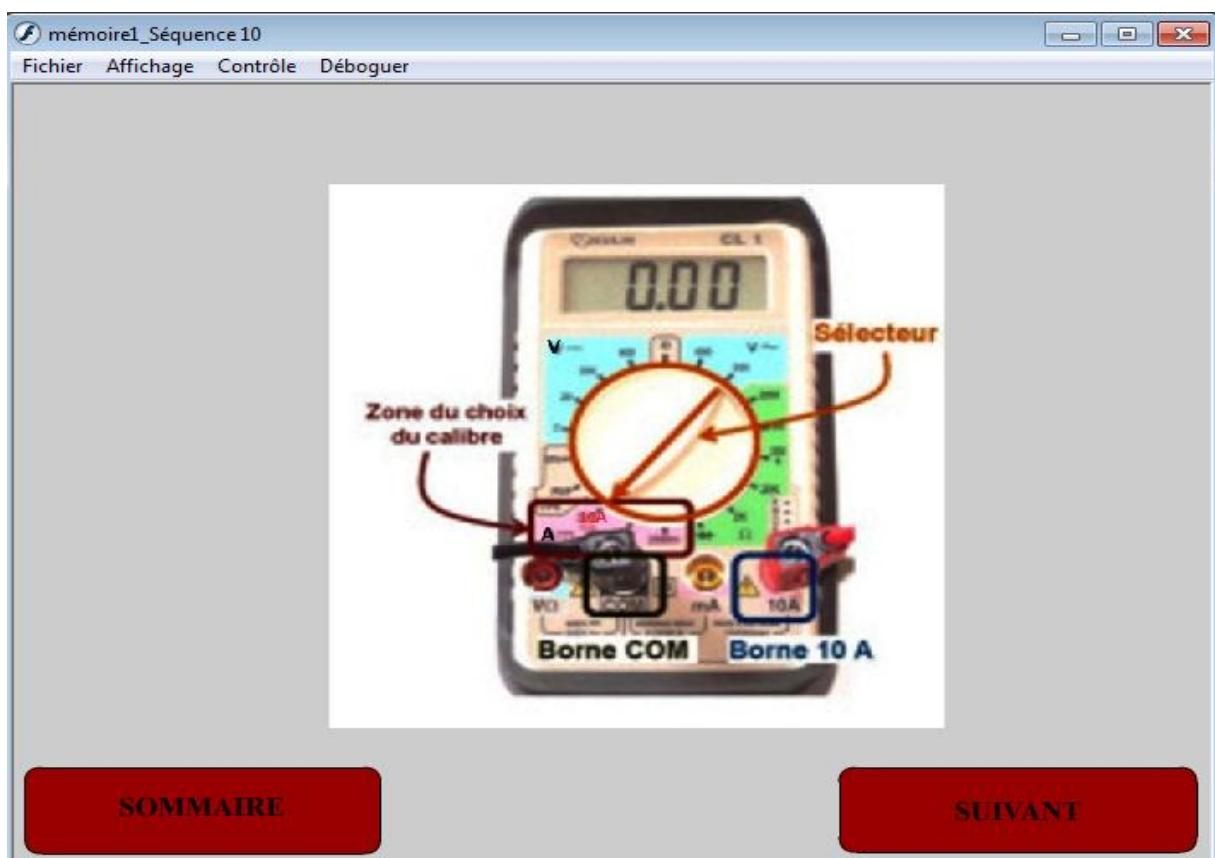
En cliquant sur le schéma S2, l'écran affiche un multimètre.



[SOMMAIRE](#)

[SUIVANT](#)

De même en cliquant sur le schéma S3, l'écran affiche un multimètre mais avec une indication permettant de l'utiliser comme ampèremètre.



[SOMMAIRE](#)

[SUIVANT](#)

Après l'observation de ces deux schémas, l'élève doit être capable de répondre à la question guide de ce module. L'activité consiste toujours à compléter les cases vides en utilisant les mots proposés.

**mémoire1**  
Fichier Affichage Contrôle Déboguer

Après l'observation du schéma, compléter en glissant les mots sur les espaces vides:

rouge , A , noire , ampèremètre , 10A

- Pour sélectionner la fonction  d'un multimètre on place le sélecteur sur la zone où figure  .

- Sur cette image, le sélecteur a été placé sur le calibre  .

- Le fil de connexion  est connecté sur la borne 10A de l'ampèremètre.

- Le fil de connexion  est connecté sur la borne COM de l'ampèremètre.

**Branchement:**

On réalise les deux circuits suivants tel que le courant entre par la borne 10A de l'ampèremètre et sort par la borne COM.

**Valider**

**PRECEDENT** **SOMMAIRE** **SUIVANT**

En cliquant sur valider, la solution à la question guide apparaît à l'écran.

**mémoire1**  
Fichier Affichage Contrôle Déboguer

Après l'observation du schéma, compléter en glissant les mots sur les espaces vides:

, , , ,

- Pour sélectionner la fonction  d'un multimètre on place le sélecteur sur la zone où figure  .

- Sur cette image, le sélecteur a été placé sur le calibre  .

- Le fil de connexion  rouge est connecté sur la borne 10A de l'ampèremètre.

- Le fil de connexion  noire est connecté sur la borne COM de l'ampèremètre.

**Valider**

**Branchement:**

On réalise les deux circuits suivants tel que le courant entre par la borne 10A de l'ampèremètre et sort par la borne COM.

**PRECEDENT** **SOMMAIRE** **SUIVANT**

Ensuite, après le calibrage de l'ampèremètre, il faut aussi étudier son branchement. En cliquant sur suivant, les deux circuits apparaissent avec la question guide correspondante à l'écran.

**mémoire1**

Fichier Affichage Contrôle Déboguer

Cocher les bonnes réponses:

Dans le premier circuit, l'ampèremètre et le récepteur sont branchés en SERIE

Dans le premier circuit, l'ampèremètre et le récepteur sont branchés en DERIVATION

Dans le deuxième circuit, l'ampèremètre et le récepteur sont branchés en SERIE

Dans le deuxième circuit, l'ampèremètre et le récepteur sont branchés en DERIVATION

**Valider**

**PRECEDENT**      **SOMMAIRE**      **SUIVANT**

Après avoir marqué ses réponses, l'élève peut les valider.

**mémoire1**

Fichier Affichage Contrôle Déboguer

Cocher les bonnes réponses:

Dans le premier circuit, l'ampèremètre et le récepteur sont branchés en SERIE

Dans le premier circuit, l'ampèremètre et le récepteur sont branchés en DERIVATION

Dans le deuxième circuit, l'ampèremètre et le récepteur sont branchés en SERIE

Dans le deuxième circuit, l'ampèremètre et le récepteur sont branchés en DERIVATION

**Valider**

**PRECEDENT**      **SOMMAIRE**      **SUIVANT**

### Illustration de branchement d'un ampèremètre

On a les deux résultats:



**PRECEDENT** **SOMMAIRE** **SUIVANT**

En cliquant sur suivant, une autre question guide est proposée dans le didacticiel.

Observer les deux résultats puis compléter par: **0,00A** , **0,20A**

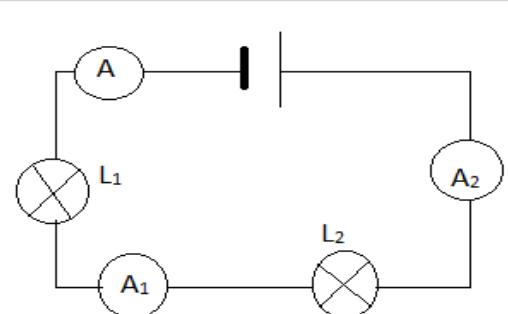
Dans le premier circuit, l'ampèremètre indique:  **Valider**

Dans le deuxième circuit, l'ampèremètre indique:

**A retenir: L'ampèremètre est l'appareil de mesure de l'intensité du courant électrique qui traverse un dipôle, il est branché en série avec le dipôle.**

**L'intensité dans un circuit en série:**

On réalise le circuit suivant:



**PRECEDENT** **SOMMAIRE** **SUIVANT**

Après la validation de ses réponses, l'écran affiche la fenêtre suivante.

mémoire1

Fichier Affichage Contrôle Déboguer

Observer les deux résultats puis compléter par: ,

Dans le premier circuit, l'ampèremètre indique:  Valider

Dans le deuxième circuit, l'ampèremètre indique:

**A retenir: L'ampèremètre est l'appareil de mesure de l'intensité du courant électrique qui traverse un dipôle, il est branché en série avec le dipôle.**

**L'intensité dans un circuit en série:**

On réalise le circuit suivant:

PRECEDENT SOMMAIRE SUIVANT

Ainsi, l'élève doit apprendre qu'un ampèremètre est un appareil de mesure de l'intensité du courant électrique qui traverse un dipôle et il est branché en série avec le dipôle.

- Intensité du courant dans un circuit en série**

Dans ce module, il est aussi important d'étudier l'intensité du courant dans un circuit en série.

En cliquant toujours sur suivant, on accède la première expérience correspondante.

mémoire1

Fichier Affichage Contrôle Déboguer

- A indique l'intensité du courant qui traverse le générateur.  
- A<sub>1</sub> indique l'intensité du courant qui traverse le récepteur L<sub>1</sub>.  
- A<sub>2</sub> indique l'intensité du courant qui traverse le récepteur L<sub>2</sub>.

Quelle remarque peut-on faire?

- Les trois ampèremètres indiquent la même valeur.

- Les trois ampèremètres n'indiquent pas la même valeur.  Valider

PRECEDENT SOMMAIRE SUIVANT

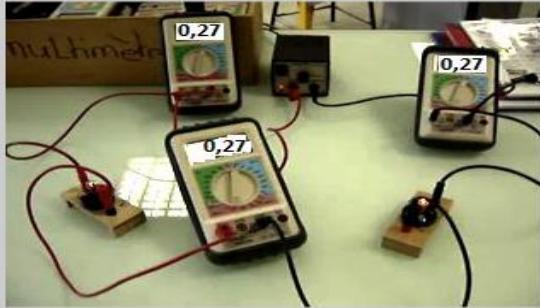
La première expérience indique la question guide qui consiste à déterminer si les trois ampèremètres donnent les mêmes indications.

Après validation de la réponse, l'écran affiche ainsi la solution correspondante.

**mémoire1**

Fichier Affichage Contrôle Déboguer

- A indique l'intensité du courant qui traverse le générateur.  
 - A<sub>1</sub> indique l'intensité du courant qui traverse le récepteur L<sub>1</sub>.  
 - A<sub>2</sub> indique l'intensité du courant qui traverse le récepteur L<sub>2</sub>.



Quelle remarque peut-on faire?

- Les trois ampèremètres indiquent la même valeur.  
 - Les trois ampèremètres n'indiquent pas la même valeur.

Valider

**PRECEDENT** **SOMMAIRE** **SUIVANT**

**Ce qu'il faut retenir : loi d'unicité de l'intensité dans un circuit en série**

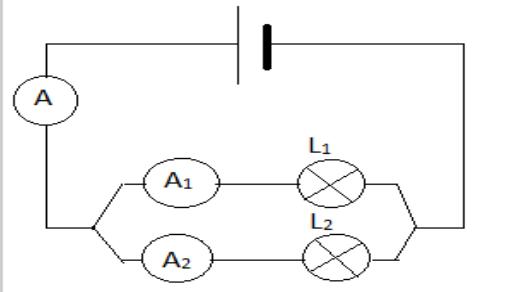
**mémoire1**

Fichier Affichage Contrôle Déboguer

**A retenir: Loi d'unicité de l'intensité dans un circuit en série :**  
**Dans un circuit en série, la valeur de l'intensité qui traverse chaque dipôle est la même.**

**L'intensité dans un circuit en dérivation:**

On réalise le circuit suivant:



- A indique l'intensité du courant qui traverse le générateur.  
 - A<sub>1</sub> indique l'intensité du courant qui traverse le récepteur L<sub>1</sub>.  
 - A<sub>2</sub> indique l'intensité du courant qui traverse le récepteur L<sub>2</sub>.

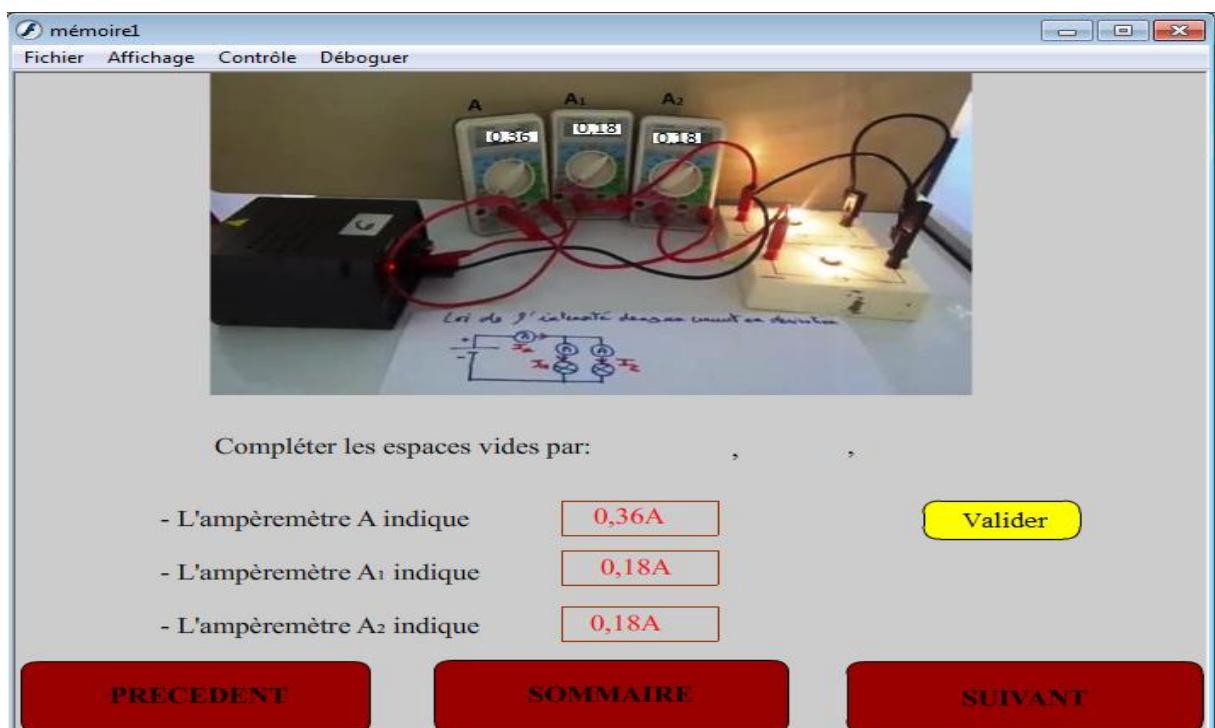
**PRECEDENT** **SOMMAIRE** **SUIVANT**

- **Intensité du courant dans un circuit en dérivation**

Ce module comprend aussi la mesure de l'intensité dans un circuit en dérivation. En cliquant sur le bouton suivant, le montage de l'expérience s'affiche avec la question guide correspondante.



La solution proposée par le didacticiel est affichée dans la fenêtre suivante :



**Question guide et ce qu'il faut retenir : loi d'additivité de l'intensité dans un circuit en dérivation**

**mémoire1final**

Fichier Affichage Contrôle Déboguer

Désignons par - I l'intensité mesurée par l'ampèremètre A.

- I<sub>1</sub> l'intensité mesurée par l'ampèremètre A<sub>1</sub>.
- I<sub>2</sub> l'intensité mesurée par l'ampèremètre A<sub>2</sub>

Quelle est l'égalité correcte ?

I<sub>1</sub> = I<sub>2</sub> + I

I = I<sub>2</sub> + I

I = I<sub>1</sub> + I<sub>2</sub>

**Valider**

**A retenir: Loi d'additivité de l'intensité dans un circuit en dérivation :  
Dans un circuit en dérivation, l'intensité principale est égale à la somme des intensités intermédiaires.**

**PRECEDENT** **SOMMAIRE** **SUIVANT**

**mémoire1final**

Fichier Affichage Contrôle Déboguer

Désignons par - I l'intensité mesurée par l'ampèremètre A.

- I<sub>1</sub> l'intensité mesurée par l'ampèremètre A<sub>1</sub>.
- I<sub>2</sub> l'intensité mesurée par l'ampèremètre A<sub>2</sub>

Quelle est l'égalité correcte ?

I<sub>1</sub> = I<sub>2</sub> + I

I = I<sub>2</sub> + I

I = I<sub>1</sub> + I<sub>2</sub>

**Valider**

**A retenir: Loi d'additivité de l'intensité dans un circuit en dérivation :  
Dans un circuit en dérivation, l'intensité principale est égale à la somme des intensités intermédiaires.**

**PRECEDENT** **SOMMAIRE** **SUIVANT**

• Evaluations

Pour terminer le module sur « l'intensité du courant électrique », un exercice récapitulatif est attribué à l'élève.

La première évaluation consiste à identifier l'appareil de mesure de l'intensité :

**Exercices:**

Cocher la bonne réponse:

1) Avec quel appareil mesure-t-on l'intensité qui passe à travers un dipôle ?

- On mesure l'intensité avec une règle.
- On mesure l'intensité avec un ampèremètre.
- On mesure l'intensité avec un voltmètre.

**Valider**

**PRÉCEDENT**      **SOMMAIRE**      **SUIVANT**

**Exercices:**

Cocher la bonne réponse:

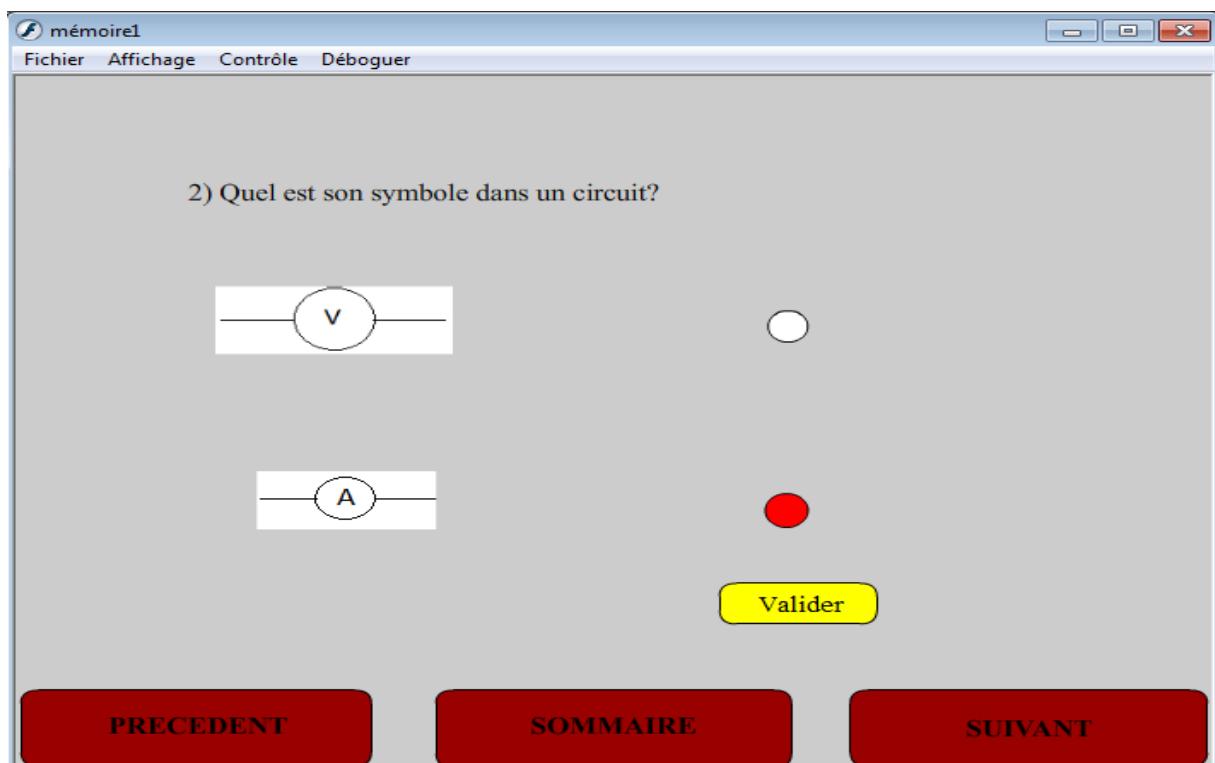
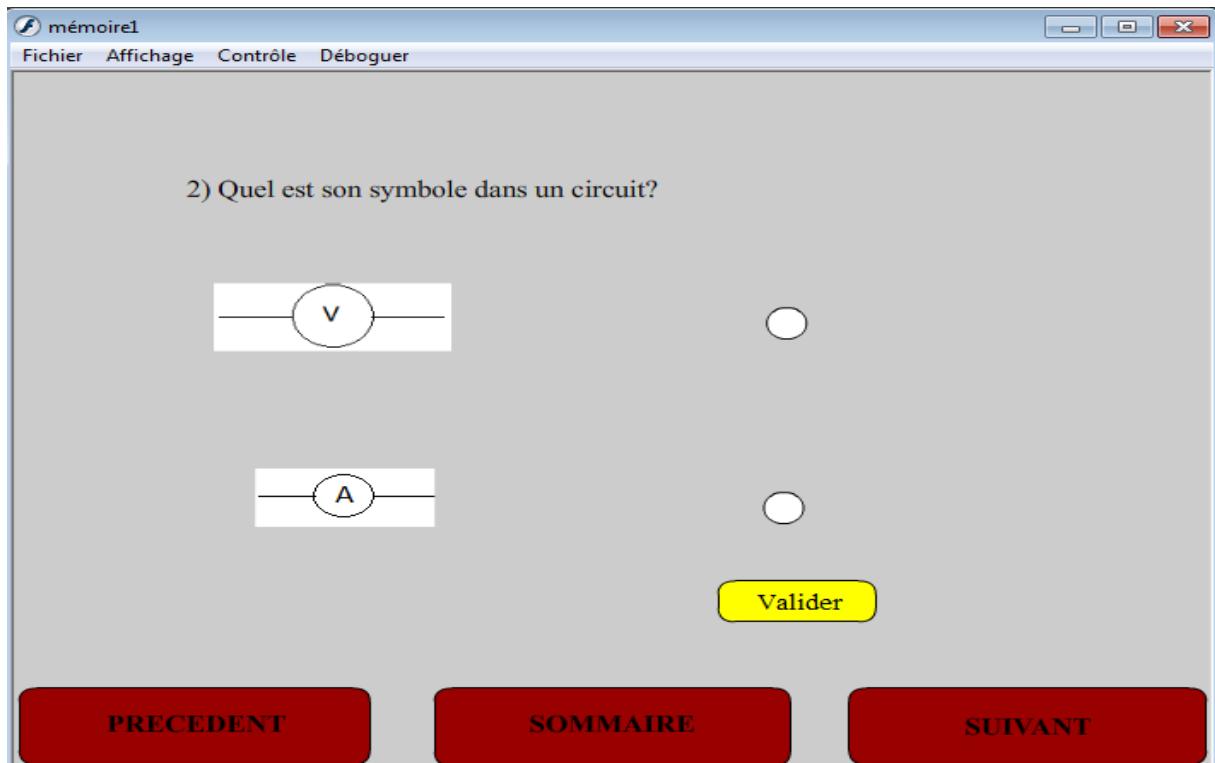
1) Avec quel appareil mesure-t-on l'intensité qui passe à travers un dipôle ?

- On mesure l'intensité avec une règle.
- On mesure l'intensité avec un ampèremètre.
- On mesure l'intensité avec un voltmètre.

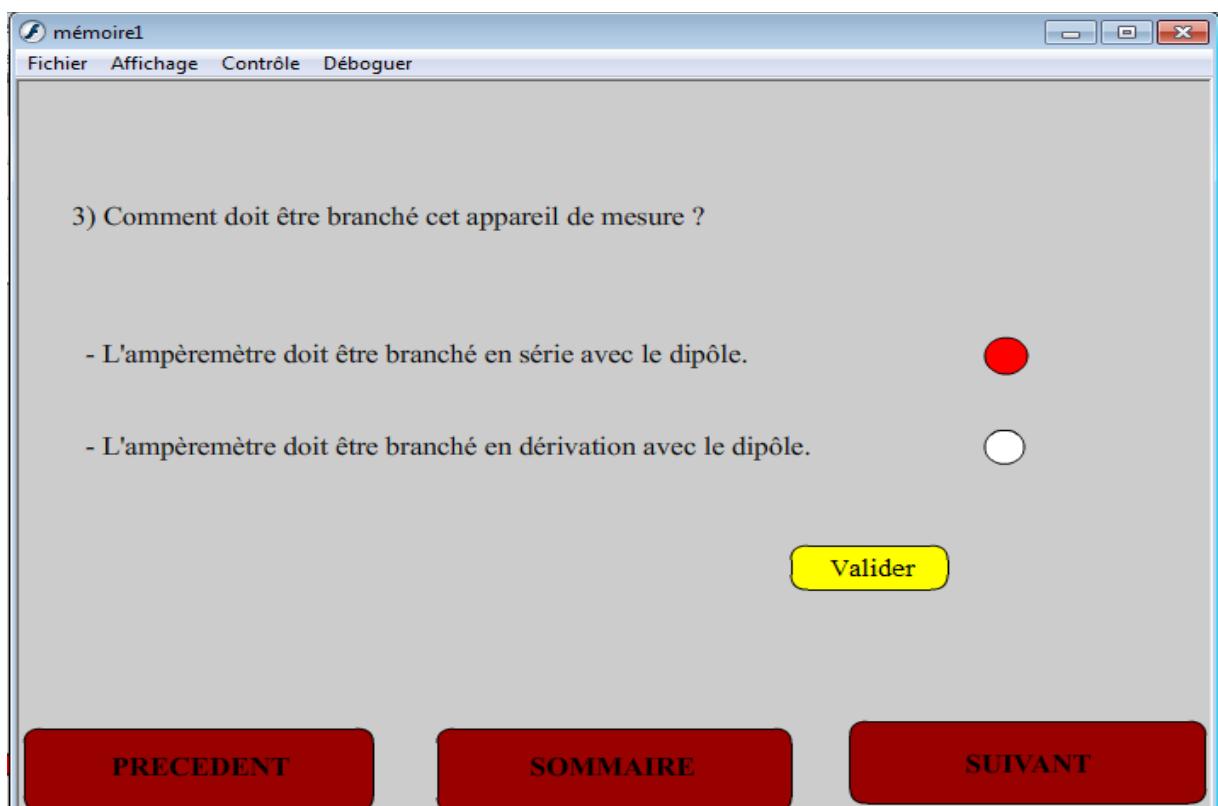
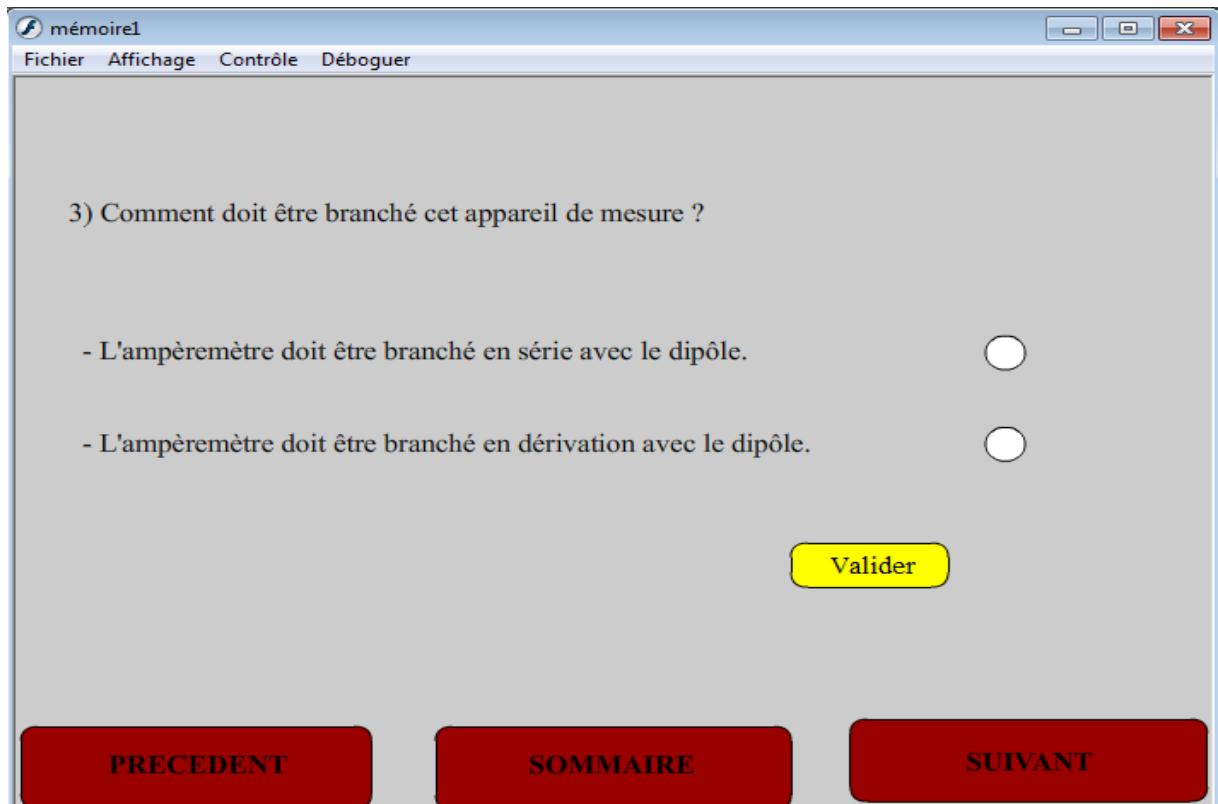
**Valider**

**PRÉCEDENT**      **SOMMAIRE**      **SUIVANT**

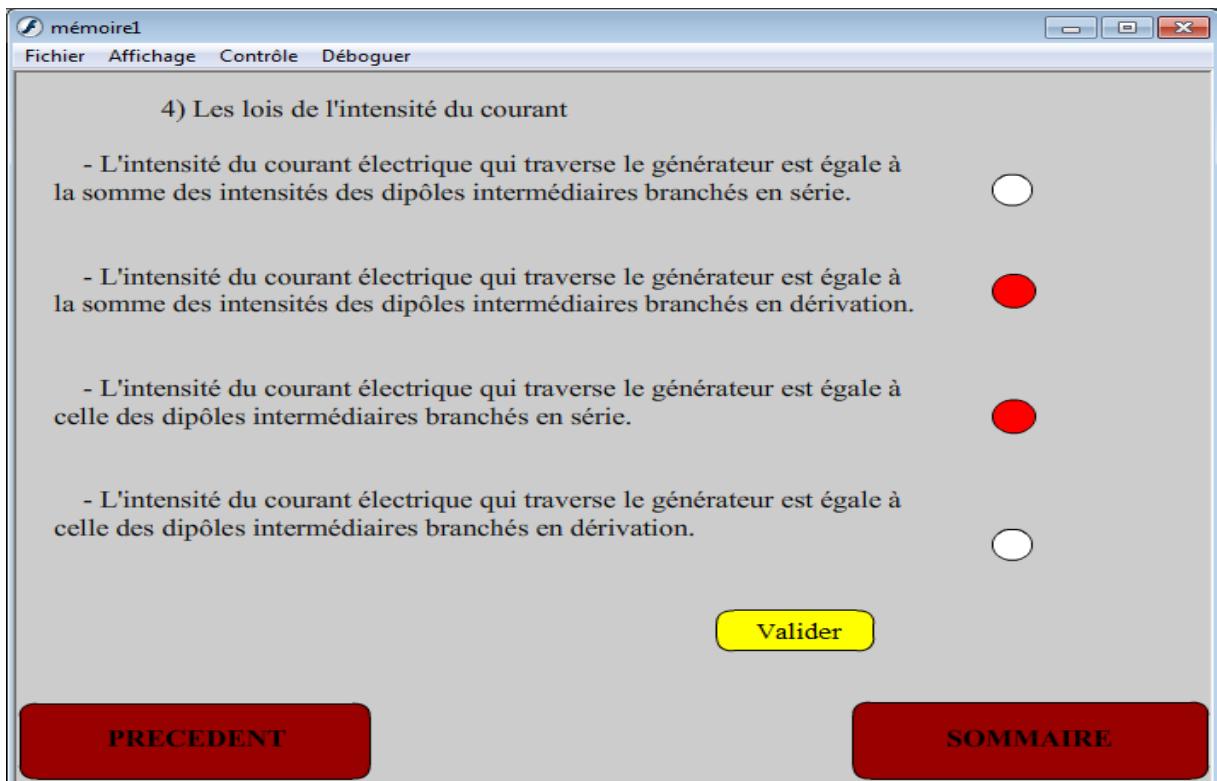
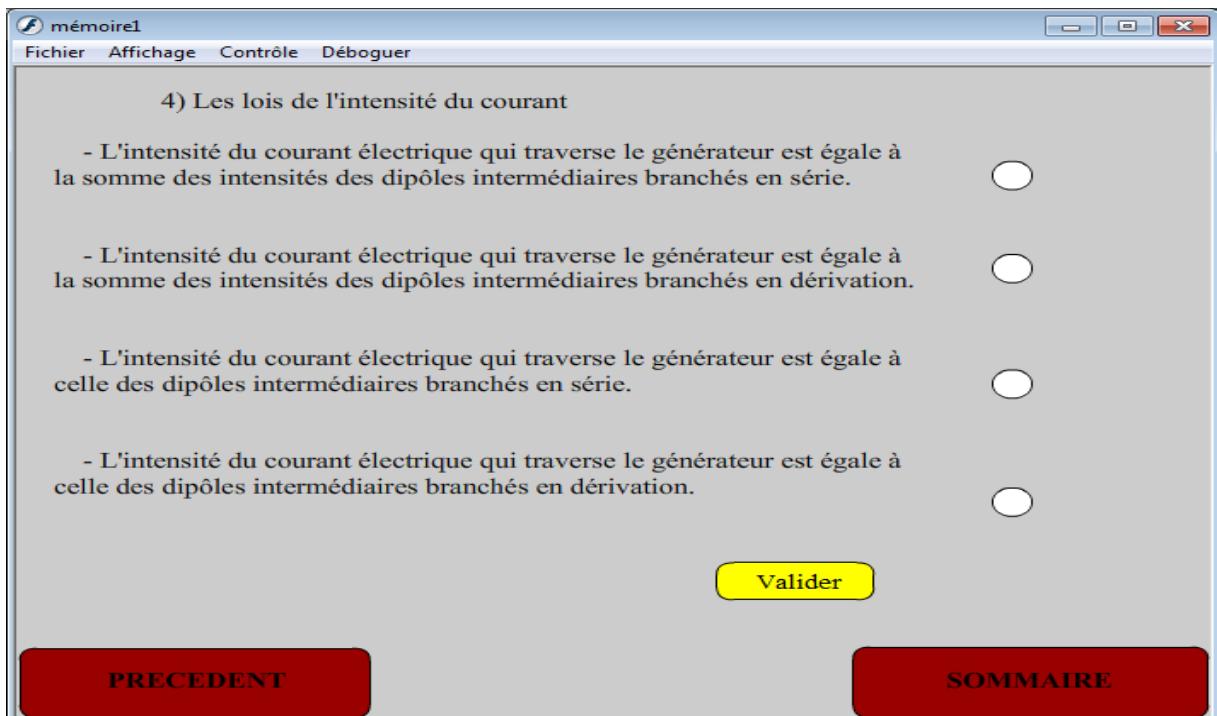
La seconde évaluation consiste à demander le symbole de l'ampèremètre :



La troisième évaluation consiste à demander la mode de branchement d'un ampèremètre :



La troisième évaluation concerne les lois de l'intensité dans un circuit en série et en dérivation :



#### **Module 4 : Tension du courant électrique**

Le dernier module de ce cours d'électricité concerne l'étude de la tension du courant électrique. Ce module a pour objectifs de définir la tension du courant électrique, de mesurer la tension du courant électrique à l'aide d'un voltmètre et d'établir les lois de la tension électrique dans un circuit en série et dans un circuit en dérivation.

On retrouve ici la même évolution des activités que dans les modules précédentes. Les objectifs à atteindre sont énoncés dans un premier temps puis l'apprenant visualise une animation ou un schéma statique. Des questions guides qui se rapportent à l'animation sont posées et l'élève répond aux questions, consulte ensuite les réponses proposées par le didacticiel. Un résumé ou ce que l'élève doit retenir est présentée et enfin une évaluation termine le module.

Les fenêtres successives relatives à ces activités sont reproduites ci-après.

- **Objectifs**

The screenshot shows a software window titled "TENSION ELECTRIQUE". The window has a menu bar with "Fichier", "Affichage", "Contrôle", and "Déboguer". The main content area displays the following text:

**Objectifs:**  
A l'issue de l'apprentissage, l'élève doit être capable de:

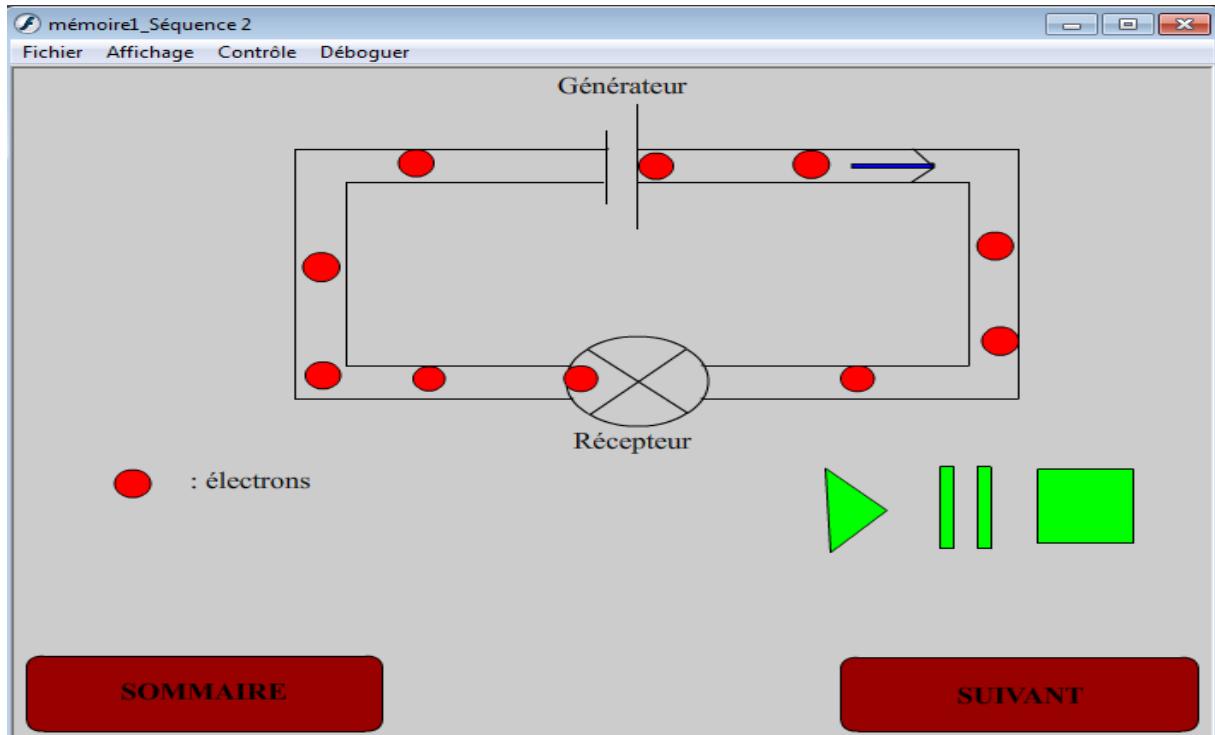
- **Définir tension électrique.**
- **Mesurer la tension électrique à l'aide d'un voltmètre.**
- **Etablir les lois de la tension électrique dans un circuit en série et dans un circuit en dérivation.**

**Définition:**  
Soit l'animation A7 suivante:

**ANIMATION**

**SOMMAIRE**      **SUIVANT**

- Animation



- Question guide et symboles des tensions entre les bornes d'un générateur et d'un récepteur

Après l'observation de l'animation, cocher la bonne réponse:

- dans ce circuit, les électrons sont immobiles.
- dans ce circuit, les électrons circulent le long du conducteur.

**A retenir: Les électrons ne peuvent circuler entre deux points A et B d'un circuit que s'il existe une différence de potentiel ou tension électrique noté  $U_{AB}$  entre ces 2 points. L'unité est le volt V.**

- La tension entre deux points se symbolise par une flèche qui relie ces deux points.

**Exemple:** pour un générateur: pour un récepteur:

PRECEDENT

SOMMAIRE

SUIVANT

- Réponse à la question guide

Après l'observation de l'animation, cocher la bonne réponse:

- dans ce circuit, les électrons sont immobiles.
- dans ce circuit, les électrons circulent le long du conducteur.

**A retenir: Les électrons ne peuvent circuler entre deux points A et B d'un circuit que s'il existe une différence de potentiel ou tension électrique noté  $U_{AB}$  entre ces 2 points. L'unité est le volt V.**

- La tension entre deux points se symbolise par une flèche qui relie ces deux points.

**Exemple:** pour un générateur: pour un récepteur:



**PRÉCEDENT** **SOMMAIRE** **SUIVANT**

- Mesure de la tension électrique

### Schéma statique et question guide

L'élève apprend ici le symbole d'un voltmètre. Il découvre un multimètre utilisé en voltmètre et son réglage. Il apprend comment on branche un voltmètre pour mesurer une tension, la loi de l'additivité des tensions dans les circuits montés en série et la loi de l'unicité des tensions dans les circuits montés en dérivation.

**Mesure de la tension électrique:**

- Pour mesurer la tension électrique on utilise **un voltmètre**.

Soit le schéma S4 suivant:

**SCHEMA**

Après l'observation du schéma, cocher la bonne réponse:

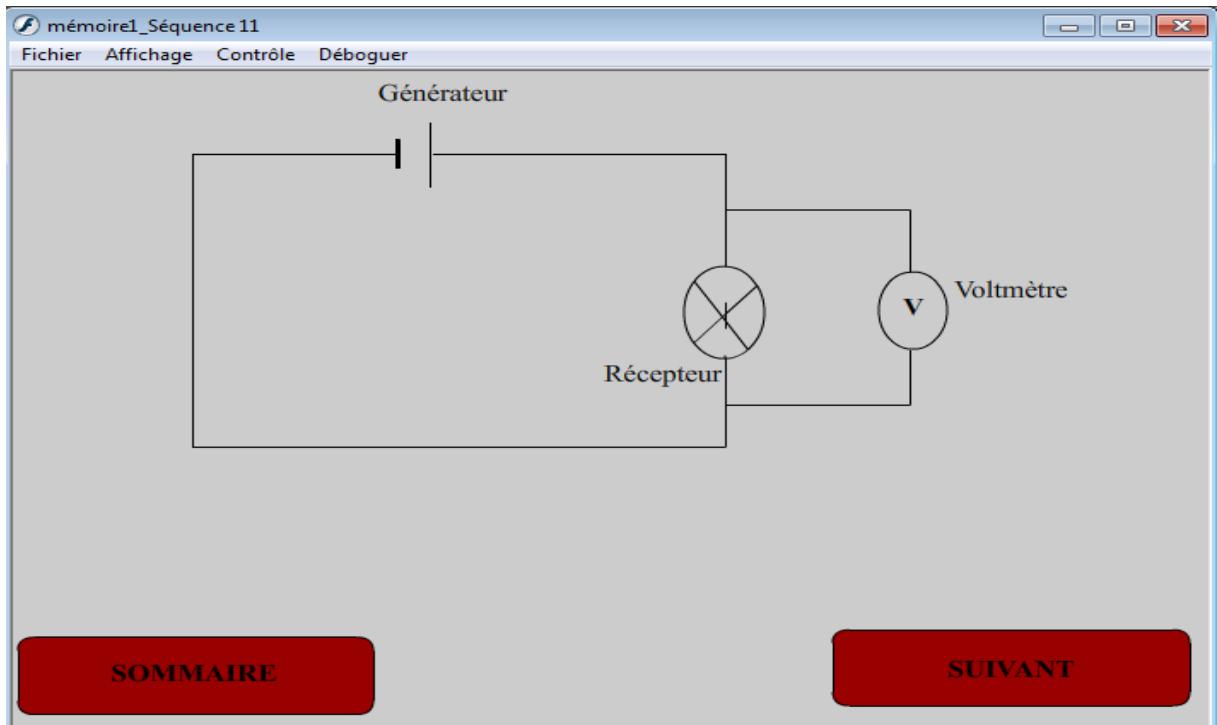
- dans ce circuit, un voltmètre est représenté par:
- dans ce circuit, un voltmètre est représenté par:

**A retenir: Dans un circuit électrique, un voltmètre est représenté par:**



**PRÉCEDENT** **SOMMAIRE** **SUIVANT**

On appui sur le bouton « schéma 4 » et un circuit comportant un générateur un récepteur et un voltmètre apparaît à l'écran.



**SOMMAIRE**

**SUIVANT**

• **Réponse à la question guide**

**Mesure de la tension électrique:**

- Pour mesurer la tension électrique on utilise **un voltmètre**.

Soit le schéma S4 suivant:

**SCHEMA**

Après l'observation du schéma, cocher la bonne réponse:

- dans ce circuit, un voltmètre est représenté par:   **Valider**

- dans ce circuit, un voltmètre est représenté par:

**A retenir: Dans un circuit électrique, un voltmètre est représenté par:**

**PRECEDENT** **SOMMAIRE** **SUIVANT**

## Présentation d'un multimètre

Quand on clique sur les boutons de schémas S5 et S6, un multimètre et son réglage pour sa fonction voltmètre sont présentés.

**mémoire1**  
Fichier Affichage Contrôle Déboguer

**Présentation du voltmètre :**

Soit le schéma S5 suivant:

**SCHEMA**

Il se nomme **multimètre** car il rassemble plusieurs appareils de mesure en un seul.

**Réglage du multimètre en voltmètre :**

Nous allons utiliser la fonction voltmètre du multimètre:

Soit le schéma S6 suivant:

**SCHEMA**

Après l'observation du schéma, compléter en glissant les mots sur les espaces vides:

**PRECEDENT**      **SOMMAIRE**      **SUIVANT**

**mémoire1\_Séquence 9**  
Fichier Affichage Contrôle Déboguer



**UN MULTIMETRE**

**SOMMAIRE**      **SUIVANT**

## Multimètre utilisé en voltmètre

- **Question guide**

Après avoir observé les deux schémas S5 et S6, l'élève peut aborder la question. Il remplit ainsi les cases vides par les mots proposés.

rouge , V , noire , voltmètre , 20V

- Pour sélectionner la fonction  d'un multimètre on place le sélecteur sur la zone où figure  .

- Sur cette image, le sélecteur a été placé sur le calibre  .

- Le fil de connexion  est connecté sur la borne 20V du voltmètre.

- Le fil de connexion  est connecté sur la borne COM du voltmètre.

**Branchement :**

On réalise les deux circuits tel que le courant entre par la borne V du voltmètre et sort par la borne COM.

**Valider**

**PRECEDENT** **SOMMAIRE** **SUIVANT**

- Réponse à la question guide

**mémoire1**

Fichier Affichage Contrôle Déboguer

- Pour sélectionner la fonction **voltmètre** d'un multimètre on place le sélecteur sur la zone où figure **V**.

- Sur cette image, le sélecteur a été placé sur le calibre **20V**.

- Le fil de connexion **rouge** est connecté sur la borne 20V du voltmètre.

- Le fil de connexion **noire** est connecté sur la borne COM du voltmètre.

**Valider**

**Branchement :**

On réalise les deux circuits tel que le courant entre par la borne V du voltmètre et sort par la borne COM.

**PRECEDENT** **SOMMAIRE** **SUIVANT**

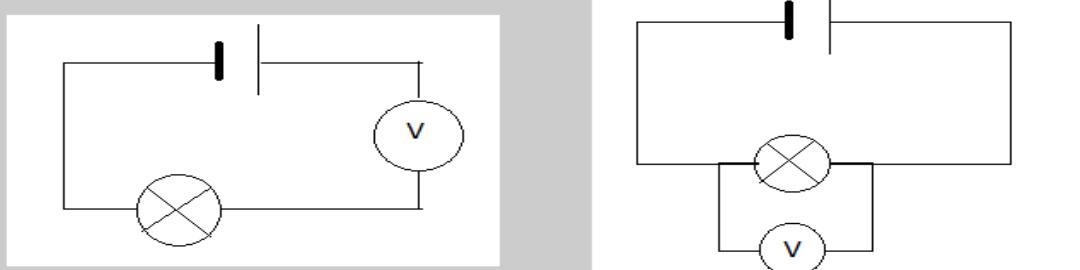
### Branchement d'un voltmètre dans un circuit

On étudie ici le branchement du voltmètre dans un circuit électrique.

- Question guide

**mémoire1**

Fichier Affichage Contrôle Déboguer



Cocher les bonnes réponses:

Dans le premier circuit, le voltmètre et le récepteur sont branchés en SERIE

Dans le premier circuit, le voltmètre et le récepteur sont branchés en DERIATION

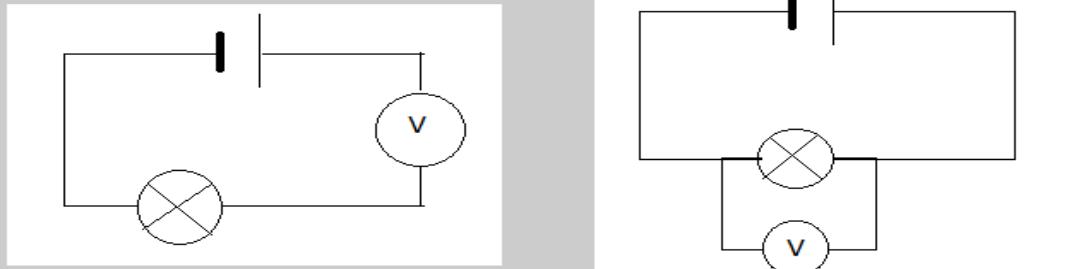
Dans le deuxième circuit, le voltmètre et le récepteur sont branchés en SERIE

Dans le deuxième circuit, le voltmètre et le récepteur sont branchés en DERIVATION

**Valider**

**PRECEDENT** **SOMMAIRE** **SUIVANT**

- Réponse à la question guide



Cocher les bonnes réponses:

Dans le premier circuit, le voltmètre et le récepteur sont branchés en SERIE

Dans le premier circuit, le voltmètre et le récepteur sont branchés en DERIATION

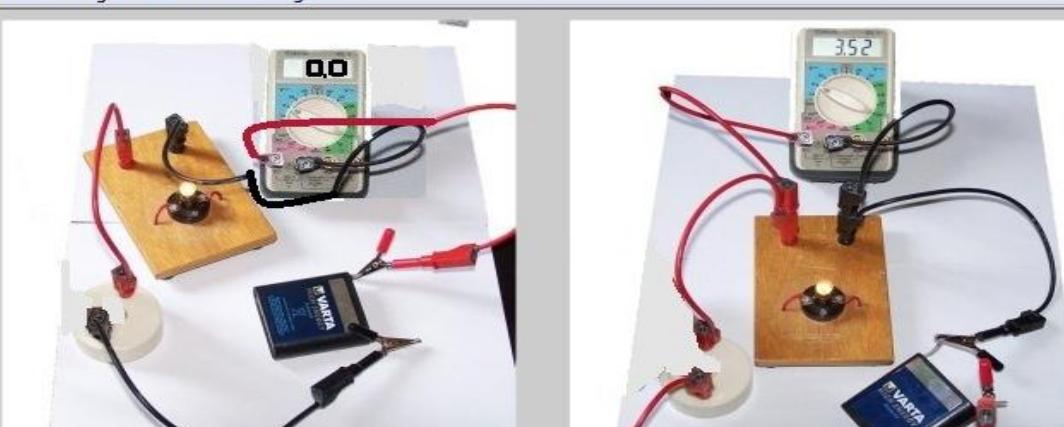
Dans le deuxième circuit, le voltmètre et le récepteur sont branchés en SERIE

Dans le deuxième circuit, le voltmètre et le récepteur sont branchés en DERIVATION

**Valider**

**PRECEDENT** **SOMMAIRE** **SUIVANT**

### Expérience virtuelle et ses résultats



Cocher les bonnes réponses:

Dans le premier circuit, le voltmètre indique 4,00V

Dans le premier circuit, le voltmètre indique 0,00V

Dans le deuxième circuit, le voltmètre indique 3,52V

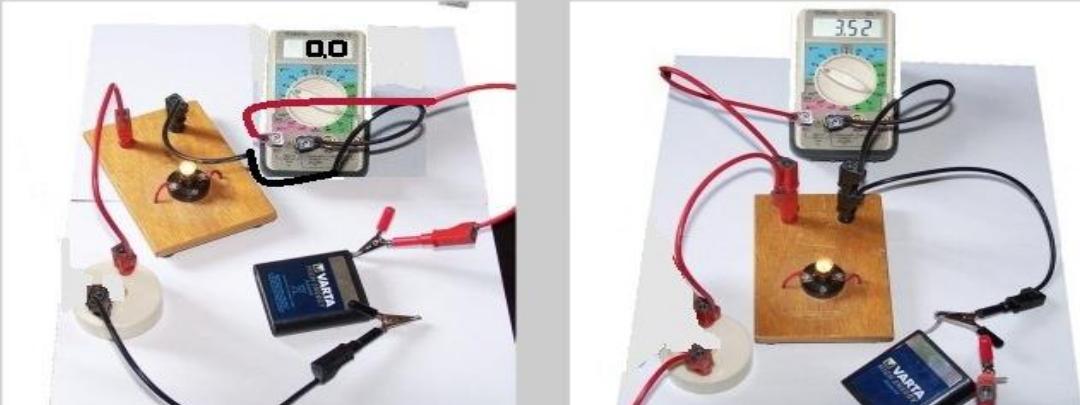
Dans le deuxième circuit, le voltmètre indique 0,00V

**Valider**

**PRECEDENT** **SOMMAIRE** **SUIVANT**

**mémoire1**

Fichier Affichage Contrôle Déboguer



Cocher les bonnes réponses:

Dans le premier circuit, le voltmètre indique 4,00V

Dans le premier circuit, le voltmètre indique 0,00V

Dans le deuxième circuit, le voltmètre indique 3,52V

Dans le deuxième circuit, le voltmètre indique 0,00V

**Valider**

**PRECEDENT** **SOMMAIRE** **SUIVANT**

### Ce qu'il faut retenir concernant le branchement d'un voltmètre

**A retenir: Le voltmètre est l'appareil de mesure de la tension du courant électrique qui traverse un dipôle, il est branché en dérivation avec le dipôle.**

**Les tensions dans un circuit en série:**

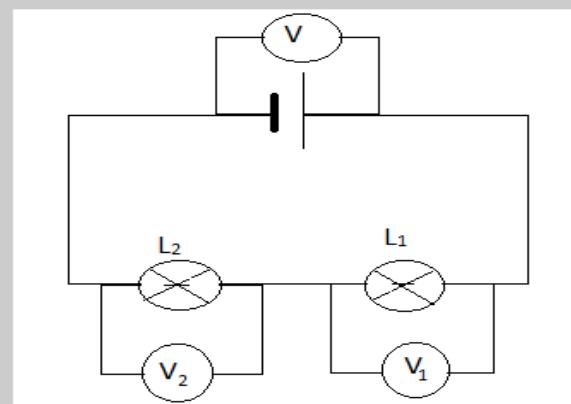
On réalise le circuit suivant tel que:

- $V$  indique la tension aux bornes du générateur.
- $V_1$  indique la tension aux bornes du récepteur  $L_1$ .
- $V_2$  indique la tension aux bornes du récepteur  $L_2$ .

**PRECEDENT** **SOMMAIRE** **SUIVANT**

- Tension électrique dans un circuit monté en série

Schéma du montage



Le schéma montre un circuit en série. Une source de tension  $V$  est branchée en haut. Ensuite, il y a un interrupteur. Puis, deux lampes  $L_1$  et  $L_2$  sont branchées en parallèle. Enfin, deux voltmètres sont branchés :  $V_1$  mesure la tension à l'entrée de la lampe  $L_1$ , et  $V_2$  mesure la tension à l'entrée de la lampe  $L_2$ .

On a le résultat suivant:

**PRECEDENT**      **SOMMAIRE**      **SUIVANT**

On obtient la photo du montage quand on appuie sur le bouton suivant.



La photo montre le circuit physique correspondant au schéma. Il y a une source de tension, un interrupteur, deux lampes et deux voltmètres numériques. Les voltmètres indiquent les valeurs suivantes : 2,63V, 4,61V et 1,98V.

Compléter les espaces vides par: 1,98V , 4,61V , 2,63V

- Le voltmètre  $V$  indique  **Valider**

- Le voltmètre  $V_1$  indique

- Le voltmètre  $V_2$  indique

**PRECEDENT**      **SOMMAIRE**      **SUIVANT**

- Questions guides



Compléter les espaces vides par: , , ,

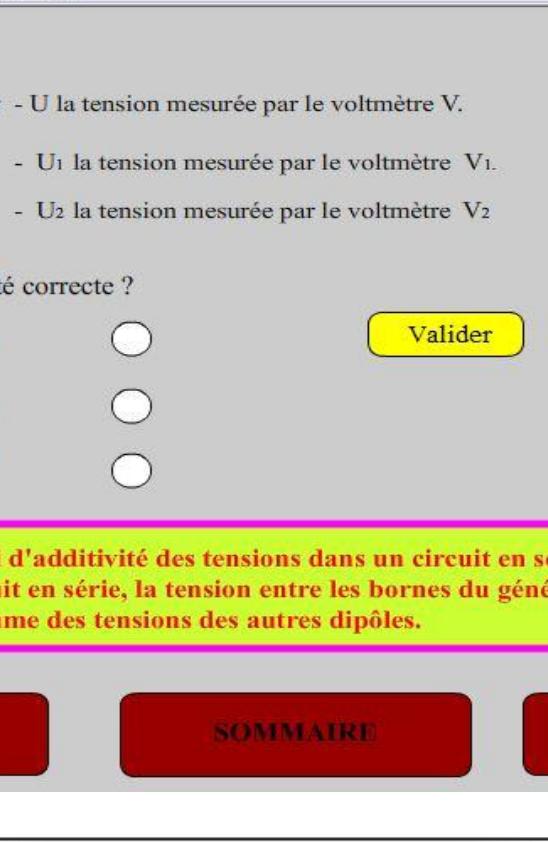
- Le voltmètre V indique 4,61V Valider

- Le voltmètre V<sub>1</sub> indique 2,63V

- Le voltmètre V<sub>2</sub> indique 1,98V

PRÉCEDENT SOMMAIRE SUIVANT

- Ce qu'il faut retenir



Désignons par - U la tension mesurée par le voltmètre V.

- U<sub>1</sub> la tension mesurée par le voltmètre V<sub>1</sub>.  
- U<sub>2</sub> la tension mesurée par le voltmètre V<sub>2</sub>

Quelle est l'égalité correcte ?

U = U<sub>2</sub> + U<sub>1</sub> Valider

U<sub>2</sub> = U + U<sub>1</sub>

U<sub>1</sub> = U<sub>2</sub> + U

**A retenir: Loi d'additivité des tensions dans un circuit en série :**  
**Dans un circuit en série, la tension entre les bornes du générateur est égale à la somme des tensions des autres dipôles.**

PRÉCEDENT SOMMAIRE SUIVANT

Désignons par - U la tension mesurée par le voltmètre V.

- $U_1$  la tension mesurée par le voltmètre  $V_1$ .
- $U_2$  la tension mesurée par le voltmètre  $V_2$

Quelle est l'égalité correcte ?

$U = U_2 + U_1$

$U_2 = U + U_1$

$U_1 = U_2 + U$

**Valider**

**A retenir: Loi d'additivité des tensions dans un circuit en série :**  
**Dans un circuit en série, la tension entre les bornes du générateur est égale à la somme des tensions des autres dipôles.**

**PRECEDENT**      **SOMMAIRE**      **SUIVANT**

• Circuits montés en dérivation

**Les tensions dans un circuit en dérivation:**

On réalise le circuit suivant:

- V indique la tension aux bornes du générateur.
- $V_1$  indique la tension aux bornes du récepteur  $L_1$ .
- $V_2$  indique la tension aux bornes du récepteur  $L_2$ .

**PRECEDENT**      **SOMMAIRE**      **SUIVANT**

### Photo du montage et question guide

mémoire1

Fichier Affichage Contrôle Déboguer

On a le résultat suivant:



Quelle remarque peut-on faire? Cocher la bonne réponse:

- les 3 voltmètres indiquent la même valeur.

- les 3 voltmètres indiquent des valeurs différentes.

**Valider**

**PRECEDENT** **SOMMAIRE** **SUIVANT**

mémoire1

Fichier Affichage Contrôle Déboguer

On a le résultat suivant:



Quelle remarque peut-on faire? Cocher la bonne réponse:

- les 3 voltmètres indiquent la même valeur.

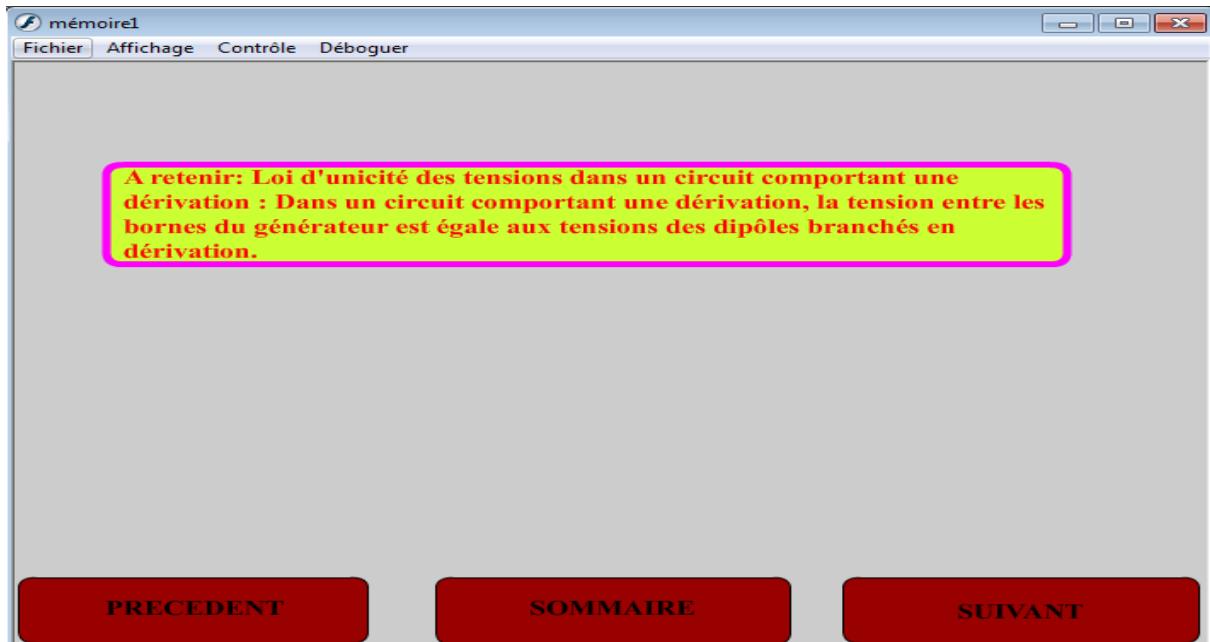
- les 3 voltmètres indiquent des valeurs différentes.

**Valider**

**PRECEDENT** **SOMMAIRE** **SUIVANT**

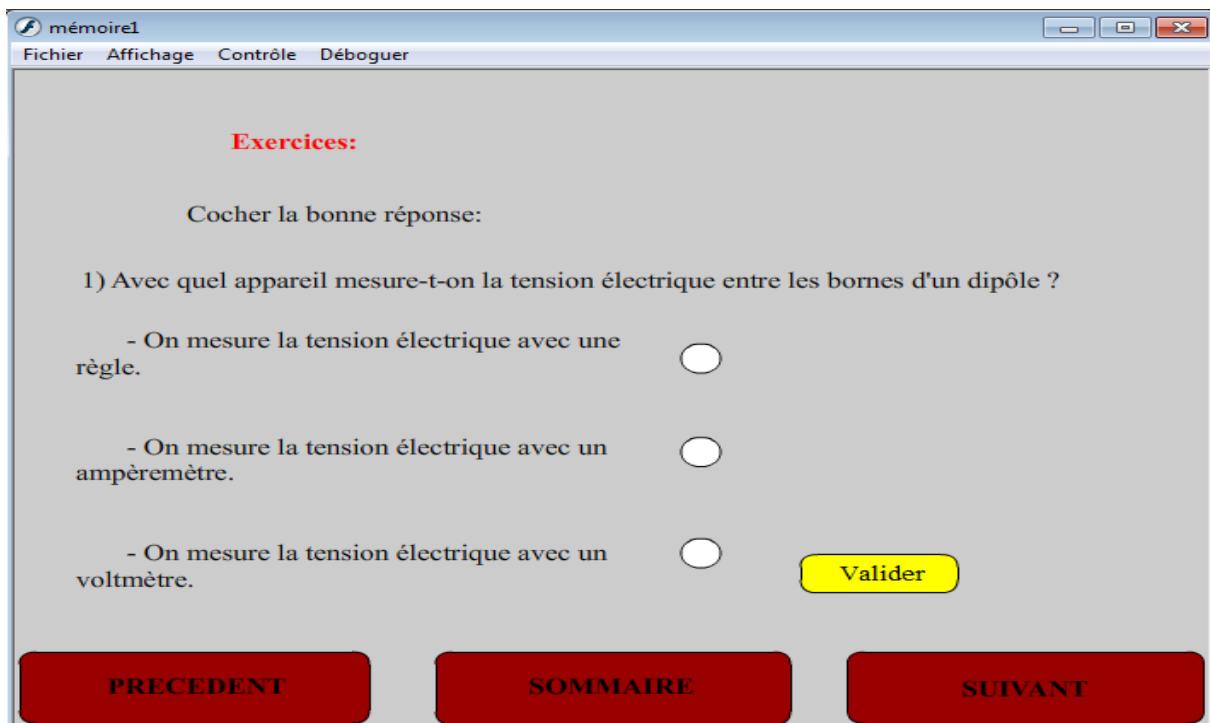
- **Ce qu'il faut retenir**

Une nouvelle fenêtre montre la loi d'unicité des tensions dans un circuit comportant une dérivation.



- **Evaluation**

### Première question



**mémoire1**

Fichier Affichage Contrôle Déboguer

**Exercices:**

Cocher la bonne réponse:

1) Avec quel appareil mesure-t-on la tension électrique entre les bornes d'un dipôle ?

- On mesure la tension électrique avec une règle.

- On mesure la tension électrique avec un ampèremètre.

- On mesure la tension électrique avec un voltmètre.

**Valider**

**PRECEDENT** **SOMMAIRE** **SUIVANT**

### Deuxième question

**mémoire1**

Fichier Affichage Contrôle Déboguer

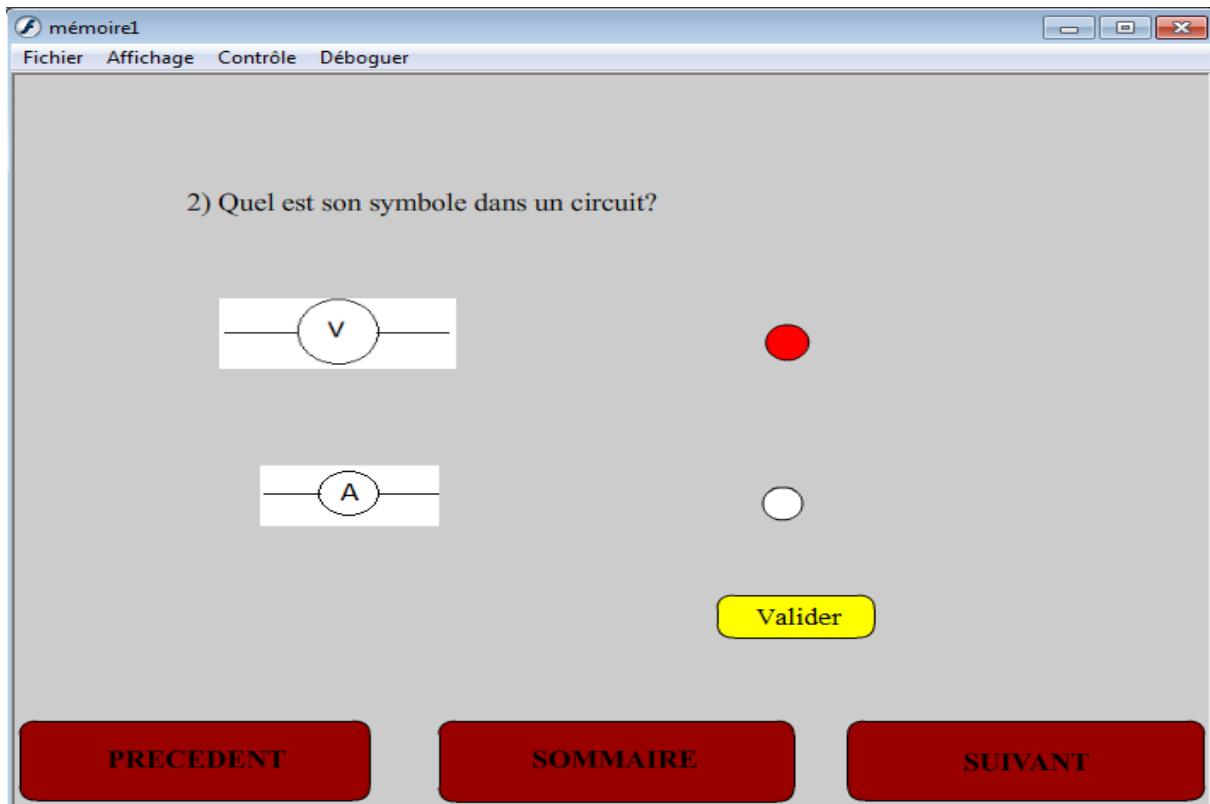
2) Quel est son symbole dans un circuit?



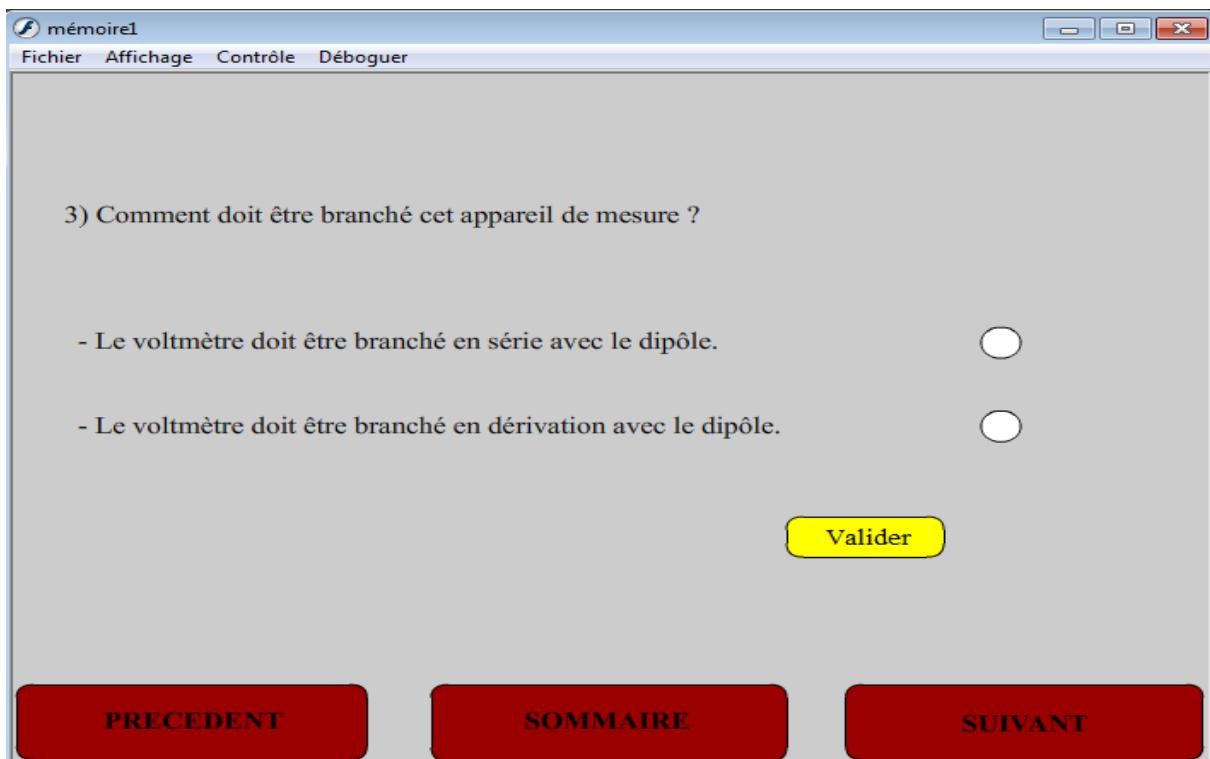


**Valider**

**PRECEDENT** **SOMMAIRE** **SUIVANT**



### Troisième question



3) Comment doit être branché cet appareil de mesure ?

- Le voltmètre doit être branché en série avec le dipôle.

- Le voltmètre doit être branché en dérivation avec le dipôle.

**Valider**

**PRECEDENT** **SOMMAIRE** **SUIVANT**

#### Quatrième question

4) Les lois de la tension du courant

- La tension du courant électrique du générateur est égale à la somme des tensions des dipôles intermédiaires branchés en série.

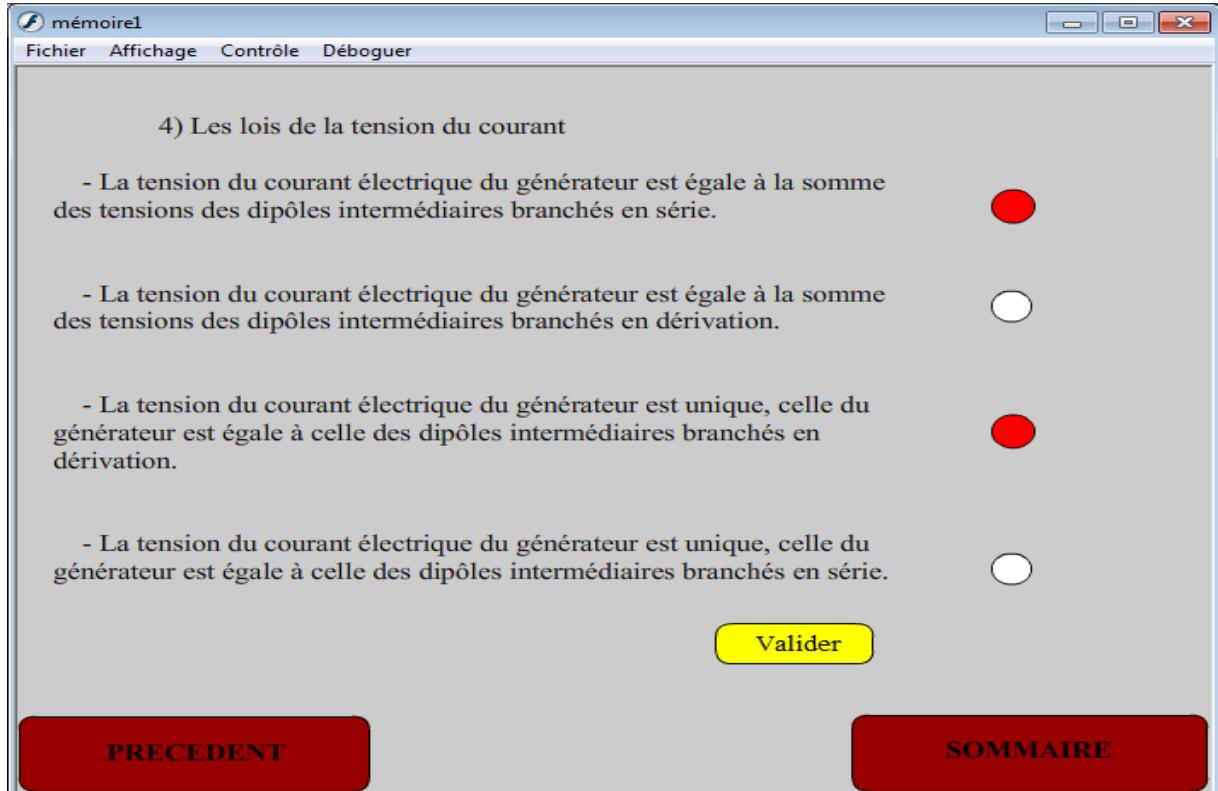
- La tension du courant électrique du générateur est égale à la somme des tensions des dipôles intermédiaires branchés en dérivation.

- La tension du courant électrique du générateur est unique, celle du générateur est égale à celle des dipôles intermédiaires branchés en dérivation.

- La tension du courant électrique du générateur est unique, celle du générateur est égale à celle des dipôles intermédiaires branchés en série.

**Valider**

**PRECEDENT** **SOMMAIRE**



## CONCLUSION

De nos jours, l'exploitation des outils informatiques dans l'enseignement est indéniable. Ils sont utilisés pour le saisi de texte, le traitement de texte, traitement de données ainsi que les conceptions d'animation à but pédagogique à partir de différents logiciels.

Notre mémoire intitulé « **Didacticiel d'électricité pour la classe de quatrième** » est orienté dans ce sens. Nous avons réalisé un outil didactique multimédia destiné aux élèves de la classe de quatrième. Cet outil va permettre aux élèves de bien assimiler le cours et comprendre les phénomènes physiques étudiés.

Ce didacticiel comporte deux grandes parties. La première est basée sur des repères théoriques conçus à partir des recherches bibliographiques et webographiques en rapport avec le programme scolaire malgache d'électricité au niveau collège.

La deuxième partie est consacrée sur la conception et l'exploitation des contenus du didacticiel, toujours se référant au programme d'électricité en classe de quatrième. Elle comporte des modules d'apprentissage constitués par l'électricité dans les métaux, la notion de courant continu, la notion d'intensité du courant électrique et sa mesure et la notion de tension électrique et sa mesure. Chaque module se présente généralement en trois phases. La première phase concerne la présentation d'illustration des objectifs à atteindre. La deuxième comprend la leçon correspondant au module et au programme de la classe de quatrième. Elle contient aussi une ou plusieurs applications directes pour susciter la compréhension de l'élève. La troisième phase est l'évaluation de la compréhension de l'élève du module dispensé. Elle comprend surtout des exercices et des rappels. Chaque leçon est composée d'animation et ou de schéma statique d'illustration. Les questions guides sont des formes d'application directe de la compréhension des illustrations dispensées. Par ailleurs, après chaque question guide, les leçons à retenir ont été toujours encadrées pour que l'apprenti puisse le mémoriser rapidement.

En bref, notre préoccupation est de mobiliser le sens d'observation, de susciter le sens d'analyse et d'inculquer à l'apprenant le travail de synthèse au cours de la construction de ses savoirs en utilisant le présent didacticiel. Par ailleurs, le présent didacticiel se veut être adapté au contexte actuel de l'éducation qui se penche de plus en plus sur l'utilisation des outils informatiques. L'insertion d'un tel outil est donc un autre devoir à entreprendre dans le futur.

## BIBLIOGRAPHIE

- 1- Cornelius, J. P. (1953). *L'électricité selon le système Giorgi rationalisé* (A. Fouillé & M. Denis-Papin, Trans.). Paris, MI : Rue Bonaparte.
- 2- Hetzel, J. & Cie (1870). *Vingt mille lieues sous les mers*. Paris.
- 3- Joyal, M. & Provost, P. (1969). *Electricité en classe de mathématiques spéciales*. France.
- 4- Raherinjatovo, F. (2013). *Conception d'un outil didactique numérique destiné à l'apprentissage de l'électricité pour le programme de sixième à Madagascar*. Antananarivo : Ecole Normale Supérieure.
- 5- Ranaivoarisoa, Z. N., (2013). *Didacticiel sur l'action d'un champ magnétique sur un circuit et son application au moteur à courant continu*. Antananarivo : Ecole Normale Supérieure.
- 6- Rocard, P .C. (1956). *Electricité*. Paris : Boulevard Saint Germain.

## WEBOGRAPHIE

- 1- Chantal, M. (2010). *Electricité*. Récupéré dans [https://www.google.fr/?gws\\_rd=ssl#q=ELECTRICITE1+pdf](https://www.google.fr/?gws_rd=ssl#q=ELECTRICITE1+pdf) (Consulté le 18 Novembre 2015).
- 2- Gwenaelm (2009) .*Chapitre 3 : les lois de la tension et de l'intensité électrique*. Récupéré dans [http://gwenaelm.free.fr/2008-9/file/4/C-E03-Lois-Tension-Intensite\\_2009.pdf](http://gwenaelm.free.fr/2008-9/file/4/C-E03-Lois-Tension-Intensite_2009.pdf) (Consulté le 18 Novembre 2015)
- 3- Institut Don Bosco (2010). *Histoire de l'électricité : de l'antiquité à gramme 2010*. Récupéré dans <http://www.donboscotournai.be/expodb/www/ExposPrecedentes/Expo/Expo%20Elec/Fichiers%20Elec/Histoire.pdf> (Consulté le 25 Novembre 2015)
- 4- *Les lois du courant continu*. Récupéré dans <http://x.heuretbise.free.fr> (Consulté le 18 Novembre 2015).
- 5- Ministère de l'Education Nationale (2015). *Système éducatif: Madagascar entre dans l'ère des technologies éducatives*. Récupéré dans

<http://www.education.gov.mg/?s=CEG+qui+poss%C3%A8de+de+labo+de+physique>  
(Consulté le 02 Décembre 2015)

- 6- Techno-Science (2015). *Définition : courant continu.* Récupéré dans <http://Techno-Science.net> (Consulté le 25 Novembre 2015)
- 7- Université de Québec (2007). *Guide pédagogique 2007.* Récupéré dans <http://pdci.quebec.ca/> (Consulté le 18 Novembre 2015).
- 8- Wallon (2012). *Electricité quatrième.* Récupéré dans [http://physique.wallon.free.fr/tic/simulation\\_opale\\_electricite\\_quatrieme\\_2012/co/electricite\\_quatrieme\\_web.html](http://physique.wallon.free.fr/tic/simulation_opale_electricite_quatrieme_2012/co/electricite_quatrieme_web.html) (Consulté le 12 Aout 2016).
- 9- United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization. (2011). *World Data on Education 2010-2011.* Récupéré dans [http://www.ibe.unesco.org/fileadmin/user\\_upload/Publications/WDE/2010/pdf-versions/Madagascar.pdf](http://www.ibe.unesco.org/fileadmin/user_upload/Publications/WDE/2010/pdf-versions/Madagascar.pdf) (Consulté le 02 Décembre 2015)

## ANNEXES

### Annexe 1: Loi d'Ohm locale

Considérons un conducteur dans lequel les charges se déplacent sous l'effet d'un champ électrostatique. Une charge mobile  $dq = \rho \cdot dV$  contenue dans l'élément de volume  $dV$  subissant l'action du champ  $\vec{E}$  est soumise à la force électrostatique  $\vec{df} = dq \cdot \vec{E} = \rho \cdot \vec{E} \cdot dV$ .

Nous admettrons que cette charge subit aussi de la part du milieu conducteur dans lequel elle se déplace, une force résistante qui s'oppose à son mouvement, du type des forces de frottement proportionnelles à la vitesse de déplacement et au volume  $dV$

$$\vec{df'} = -k\vec{v} \cdot dV$$

Si nous désignons par  $\mu$  la masse volumique des charges mobiles, l'application du principe fondamental de la dynamique permet d'écrire :  $\mu \cdot dV \cdot \frac{\vec{dv}}{dt} = \vec{df'} + \vec{df}$

$$\text{Soit } \mu \cdot dV \cdot \frac{\vec{dv}}{dt} = -k\vec{v} \cdot dV + \rho \cdot \vec{E} \cdot dV$$

$$\text{Après simplification } \mu \cdot \frac{\vec{dv}}{dt} + k\vec{v} = \rho \cdot \vec{E}$$

$$\text{En introduisant le vecteur courant } \vec{J} = \rho \cdot \vec{v} \text{ on a } \frac{\mu}{\rho} \cdot \frac{\vec{dJ}}{dt} + \frac{k}{\rho} \vec{J} = \rho \cdot \vec{E}$$

$$\text{En divisant le tout par } k \text{ on a } \frac{\mu}{k} \cdot \frac{\vec{dJ}}{dt} + \vec{J} = \frac{\rho^2}{k} \cdot \vec{E}$$

Dans le cas où le courant est permanent  $\vec{J}$  est indépendant du temps donc  $\vec{J} = \frac{\rho^2}{k} \cdot \vec{E}$ . En

posant  $\frac{\rho^2}{k} = \gamma$ , il vient  $\vec{J} = \gamma \vec{E}$  : c'est la **loi d'Ohm locale** et  $\gamma$  est appelé « conductivité » du conducteur

## Annexe 2 : Résistance d'un conducteur cylindrique

Considérons un conducteur cylindrique de conductivité  $\gamma$  (ou de résistivité  $\rho = \frac{1}{\gamma}$ ), de longueur  $l$  et de section droite  $S$ . les sections extrêmes  $S_1$  et  $S_2$  sont portées aux potentiels respectifs  $V_1$  et  $V_2$  tels que  $V_1 > V_2$ .

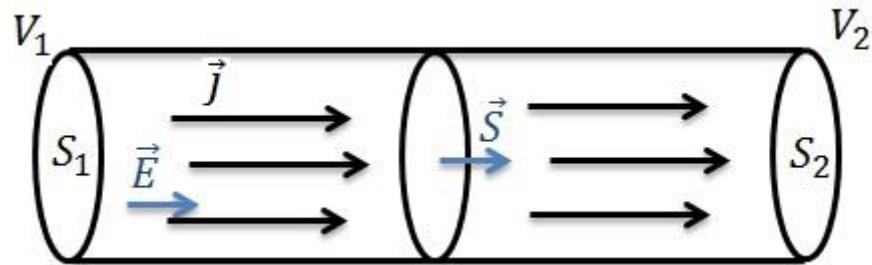


Figure 17 : Conducteur cylindrique

Les lignes de champ et par conséquent les lignes de courant sont des droites parallèles aux génératrices du cylindre.

On a :

$$\vec{J} = \gamma \vec{E} = \frac{\vec{E}}{\rho} \quad (1)$$

$$V_1 - V_2 = \int_1^2 \vec{E} \cdot d\vec{l} = E l \quad (2)$$

$$I = J S = \frac{E S}{\rho} \quad (3)$$

L'équation(3) donne  $E = \frac{\rho I}{S}$  et en portant cette relation dans l'équation (2), on obtient :

$$V_1 - V_2 = \frac{\rho l}{S} I = R I$$

La résistance de ce conducteur est donc  $R = \frac{\rho l}{S}$

**Auteur :** ANDRIANAONITSOA Norantovina Sendrahasina

**Adresse :** Lot VS 52 K Avaratr'Ankatso

**Téléphone :** 0344322260

**Email :** [rantonitsoa1@gmail.com](mailto:rantonitsoa1@gmail.com)

## **DIDACTICIEL D'ELECTRICITE POUR LA CLASSE DE QUATRIEME**

### **RESUME**

Le présent mémoire propose un didacticiel d'électricité pour la classe de quatrième.

Il est conçu à partir du logiciel Macromedia Flash 8 sous forme de texte statique et d'animation à 2 dimensions.

Ce mémoire comporte deux parties :

La première partie présente un repère théorique sur le courant électrique, les conducteurs, les générateurs et les récepteurs.

La deuxième partie développe les modules d'apprentissage qui s'adressent aux élèves de classe de quatrième. Les informations sont présentées par des images, des animations virtuelles 2D accompagnées de commentaires. Des évaluations sont proposées pour contrôler et consolider les acquis de l'apprenant.

Ces modules traitent essentiellement l'électricité dans les métaux, le courant continu, la tension électrique et l'intensité du courant électrique.

**Mots clés :** didacticiel, TIC, métaux, courant continu, tension, intensité.

**Nombre de pages :** 73

**Nombre de figures :** 17

**Encadreur: Dr RASOLONDRAMANITRA Henri**

**Ph.D et Maître de conférences**