



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

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. RANDRIANANDRAINANA Faneva, Ph.D et Maître de conférences
Juges : - Dr. RASOANAIVO René Yves, Ph.D et Maître de Conférences
- Mr. RAKOTONANAHARY Mamy Lalao, Assistant d'enseignement et de recherche
Rapporteur : Dr RASOLONDRAMANITRA 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 RANDRIANANDRAINANA 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 RASOANAIVO René Yves Ph.D et Maître de conférences qui, malgré ses innombrables occupations, a accepté de siéger parmi les membres du jury.
- Monsieur RAKOTONANAHARY 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** » (Hetztl 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 » (Andrianiana 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^{ème} ?** »

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

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

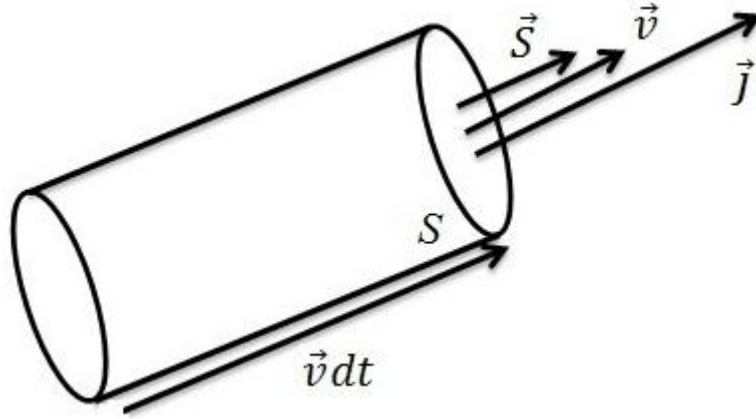


Figure 1: Vecteur densité de courant (Boutigny, 1990).

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 ρ 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 .

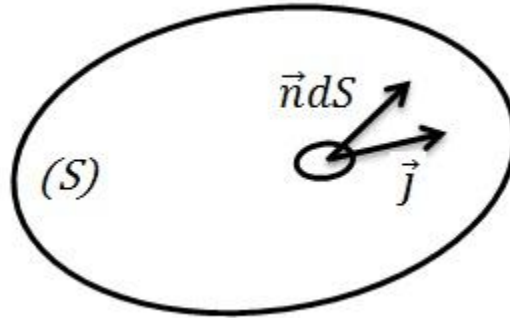


Figure 2: Vecteur densité de courant à travers une surface quelconque

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

$$d\vec{f} = i d\vec{l} \wedge \vec{B} \quad (8)$$

ou

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

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

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

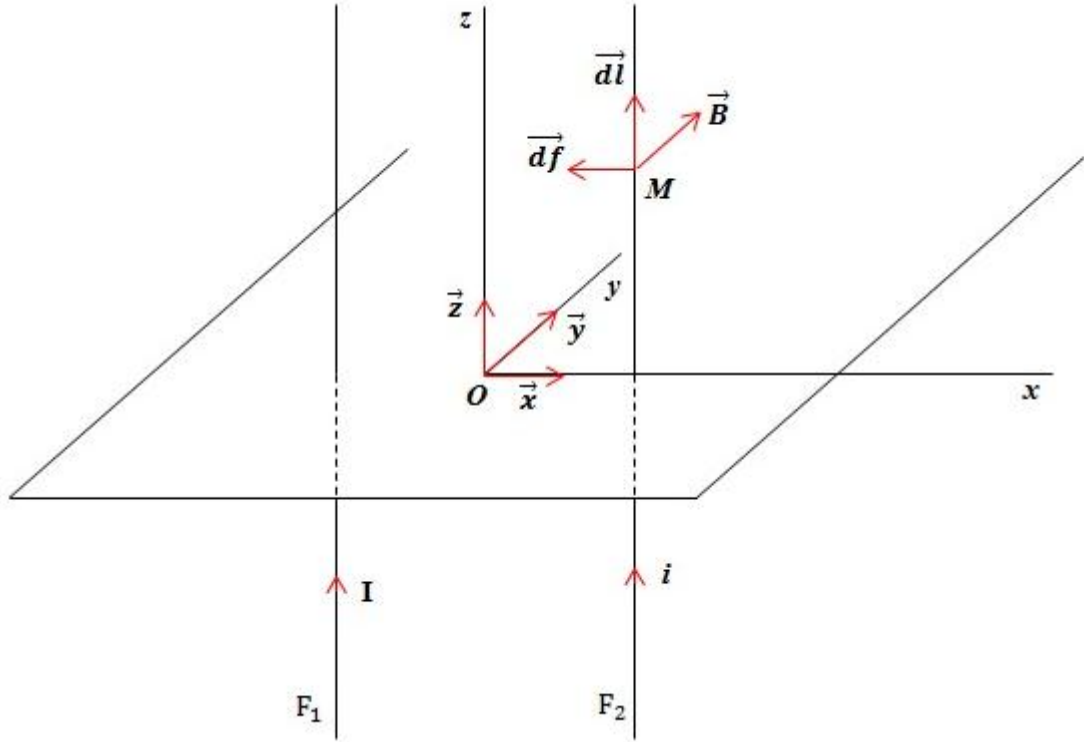


Figure 3: Interaction entre deux courants parallèles infiniment longs (Boutigny, 1990).

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

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

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).

1.3 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.

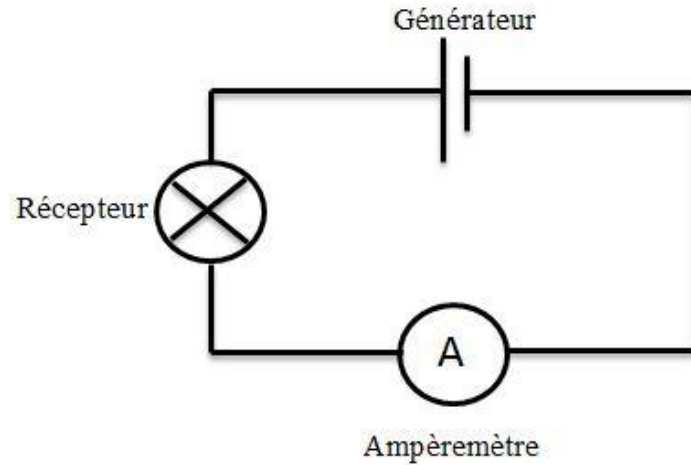


Figure 4: Ampèremètre dans un circuit

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 - .

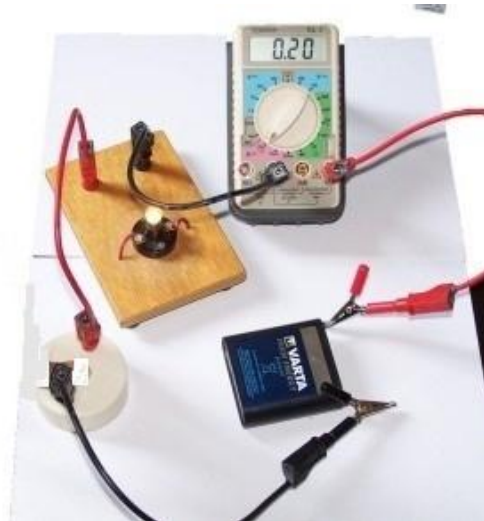


Figure 5: Branchement d'un ampèremètre numérique (Wallon, 2012).

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.

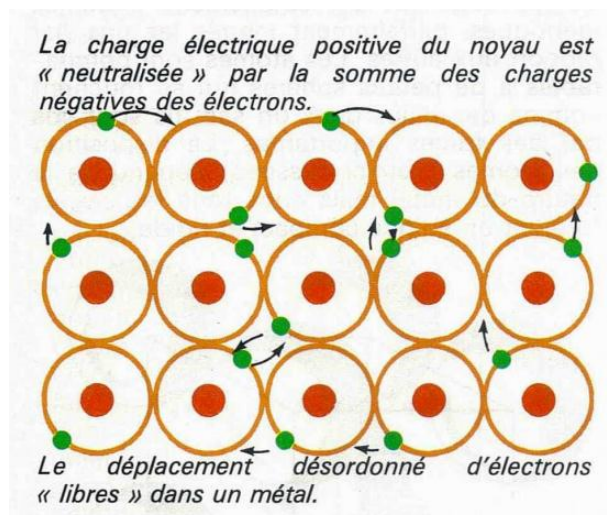


Figure 7: Mouvement des électrons libres dans un métal en l'absence de champ électrique (Chantal, 2010)

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).

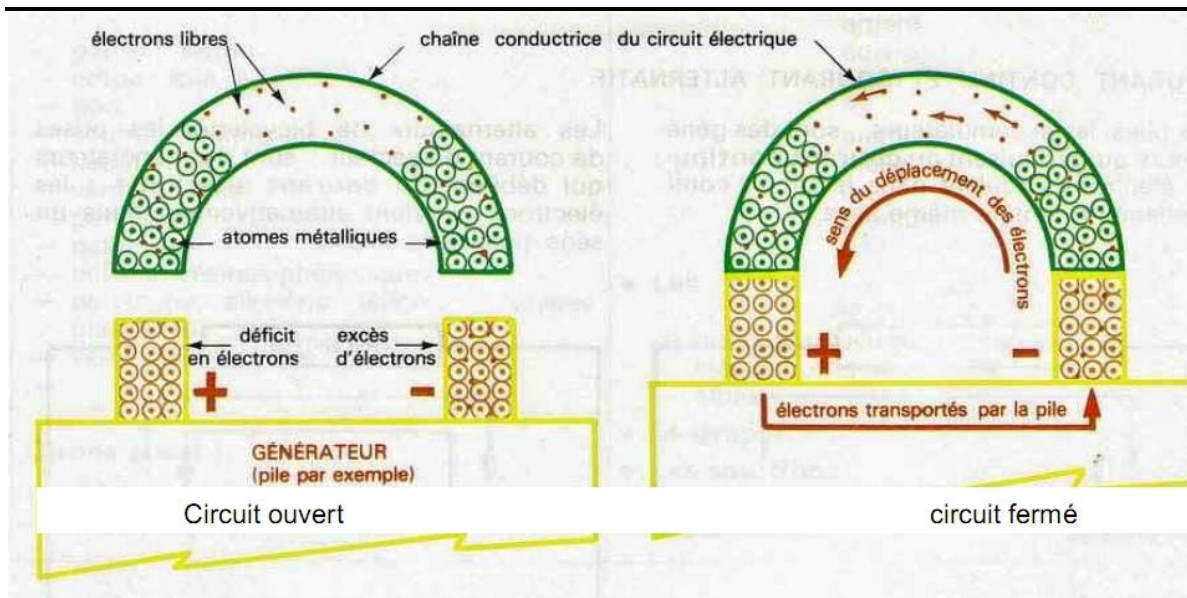


Figure 8: Mouvement des électrons libres dans un métal en présence d'un champ électrique (Chantal, 2010)

II.3 Sens conventionnel du courant électrique

La convention suivante a été adoptée : 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 :

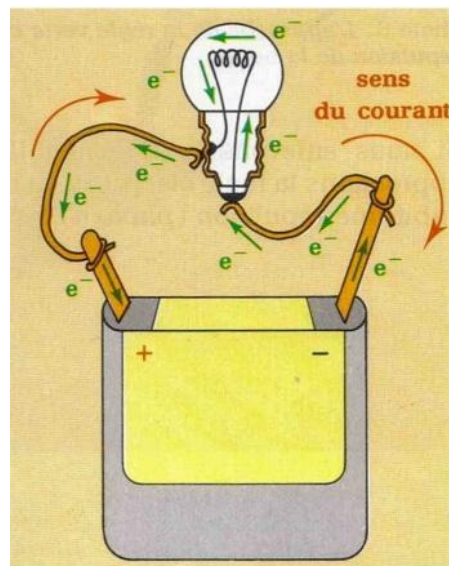


Figure 9 : Mouvement des électrons et sens du courant (Chantal, 2010)

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.é.m) est cependant indispensable pour qu'un courant circule. Cette f.é.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.

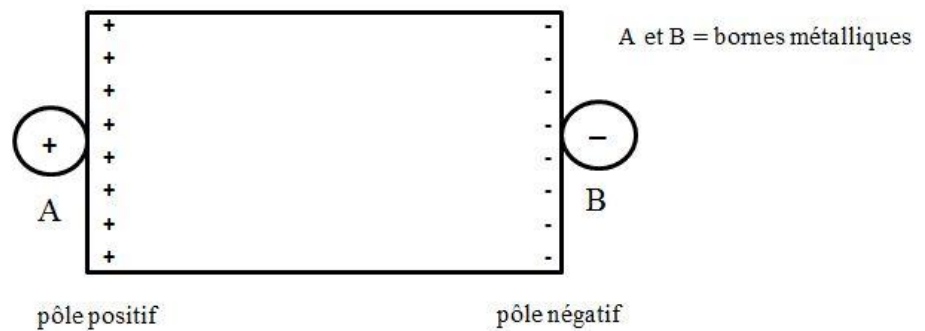


Figure 10 : Représentation simplifiée d'un générateur

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

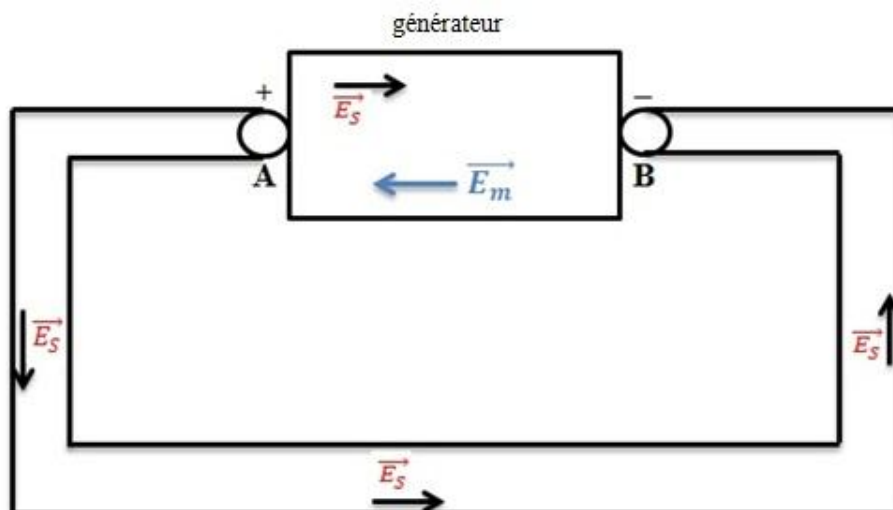


Figure 11 : Générateur dans un circuit fermé

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.é.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 γ la conductivité du conducteur. Les détails sont donnés dans l'*annexe 1*.

Assimilons l'intérieur du générateur à un conducteur cylindrique de longueur $l=AB$ et de section droite 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 :

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

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

En utilisant le courant $I = j S$ et les équations (14) et (15) on obtient :

$$\frac{l}{\gamma S} I = (V_B - V_A) + e \quad (22)$$

Mais $\frac{l}{\gamma S} = \rho \frac{l}{S} = r$ (annexe 2) est la résistance interne du générateur, ρ étant la

résistivité du conducteur. On a donc $rI = (V_B - V_A) + e$

$$\rightarrow (V_A - V_B) = e - rI \quad (23)$$

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 électrocinétique. 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 : $P = I(V_A - V_B)$

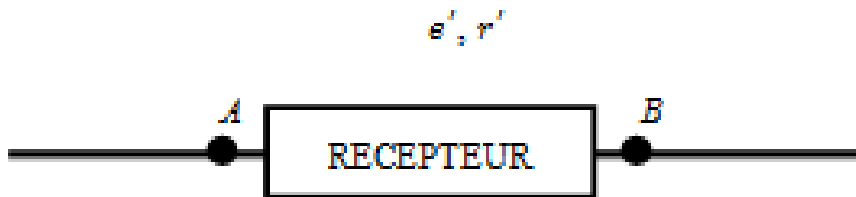


Figure 12 : Récepteur intercalé dans un circuit

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 $\frac{1}{r'}$.

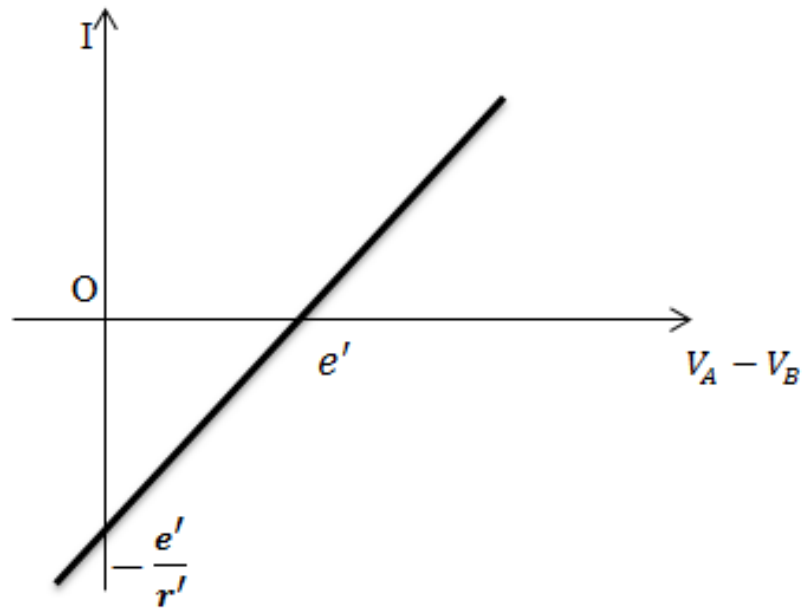


Figure 13 : Caractéristique d'un récepteur (e' et r' étant supposées indépendantes de I) (Maurice, 1964).

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

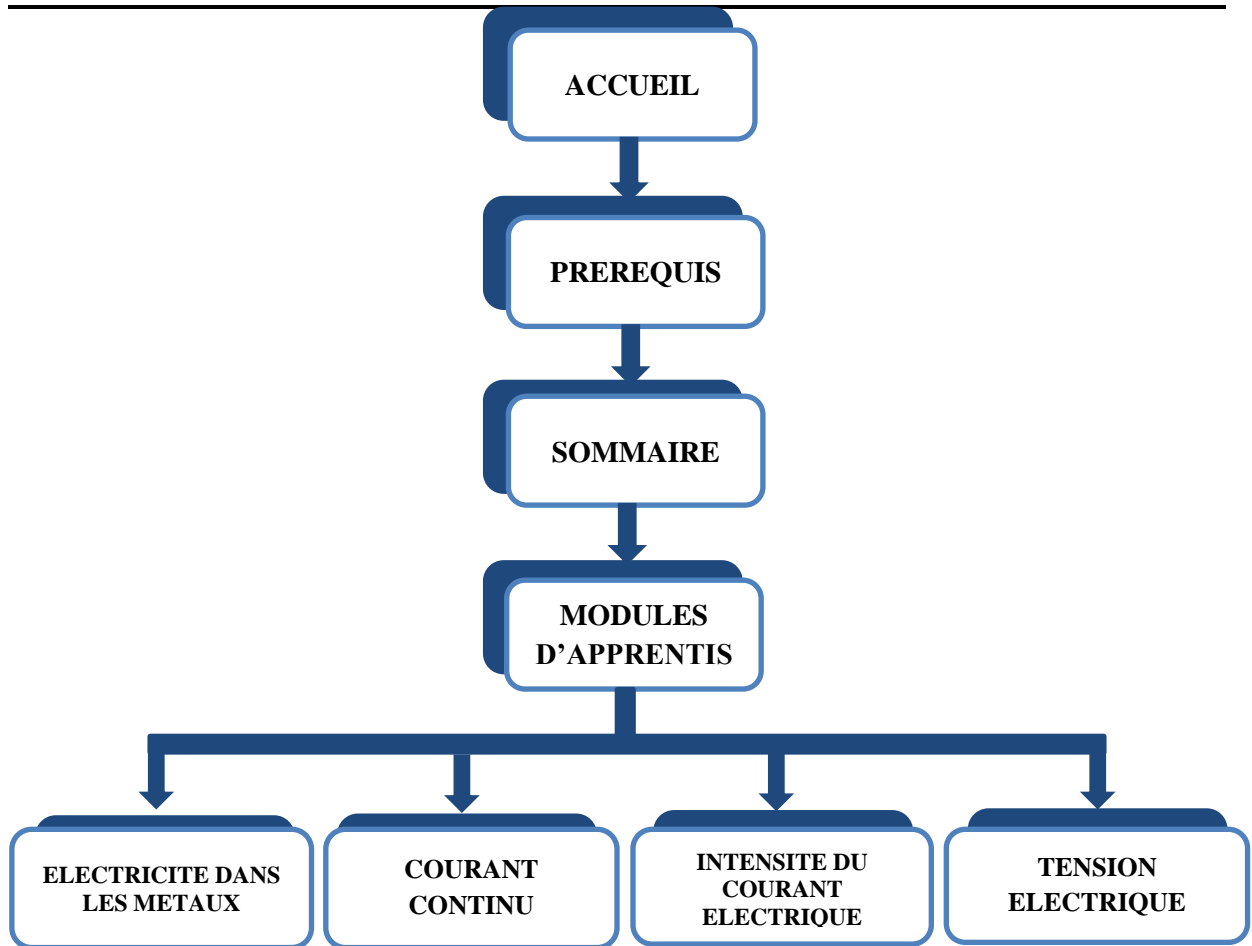


Figure 14: Organigramme des séquences d'apprentissage

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 :

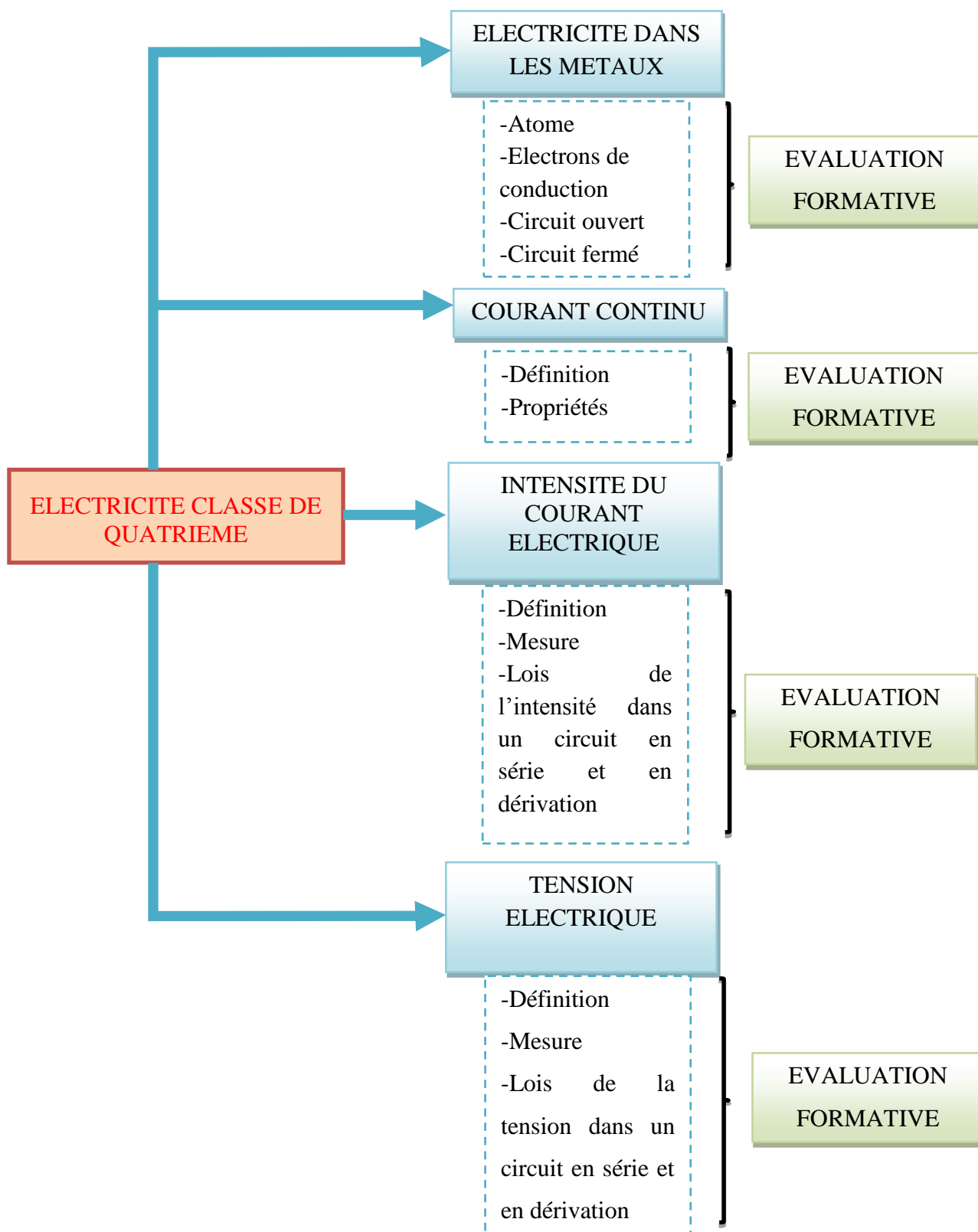


Figure 15: Structure des modules

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.

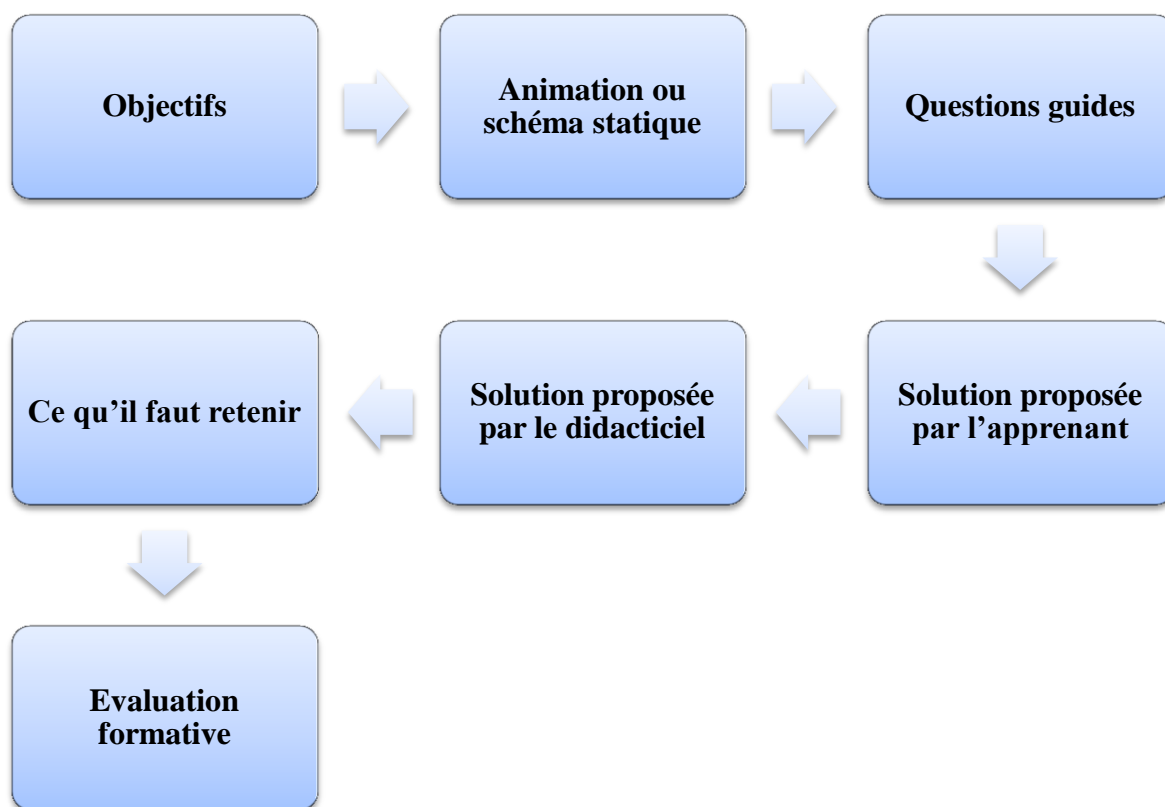


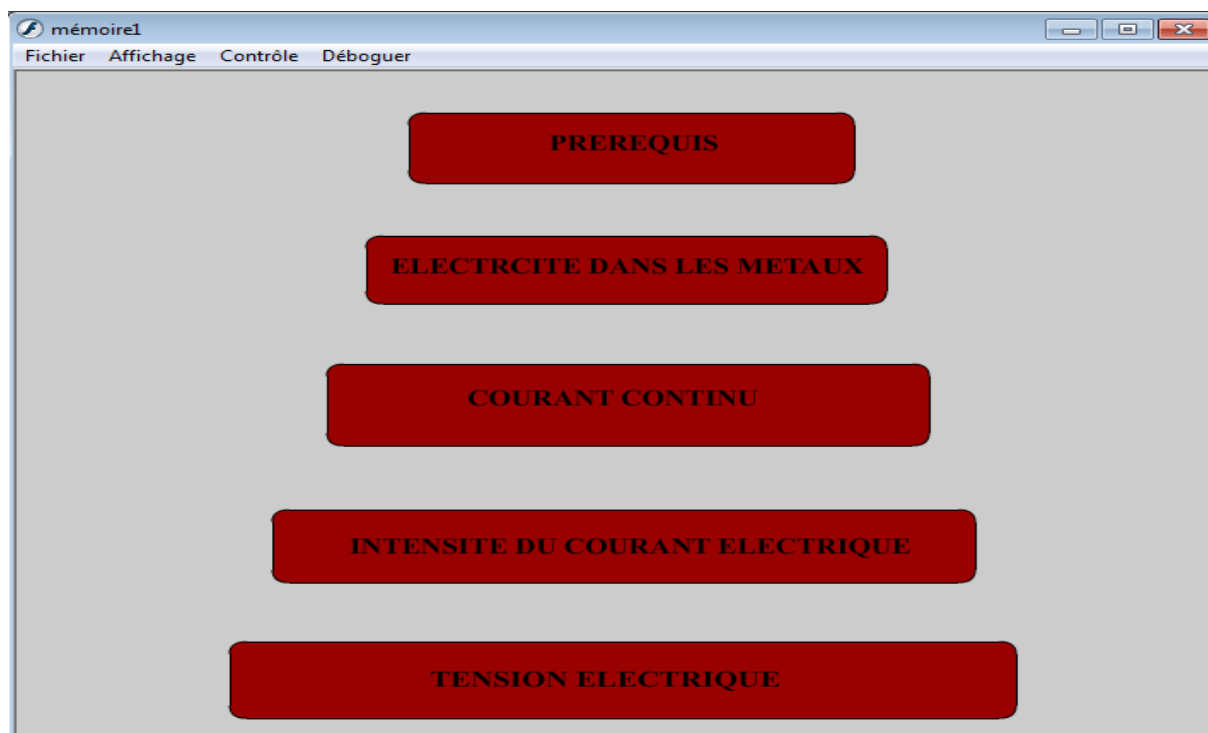
Figure 16: Evolution de chaque module

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.

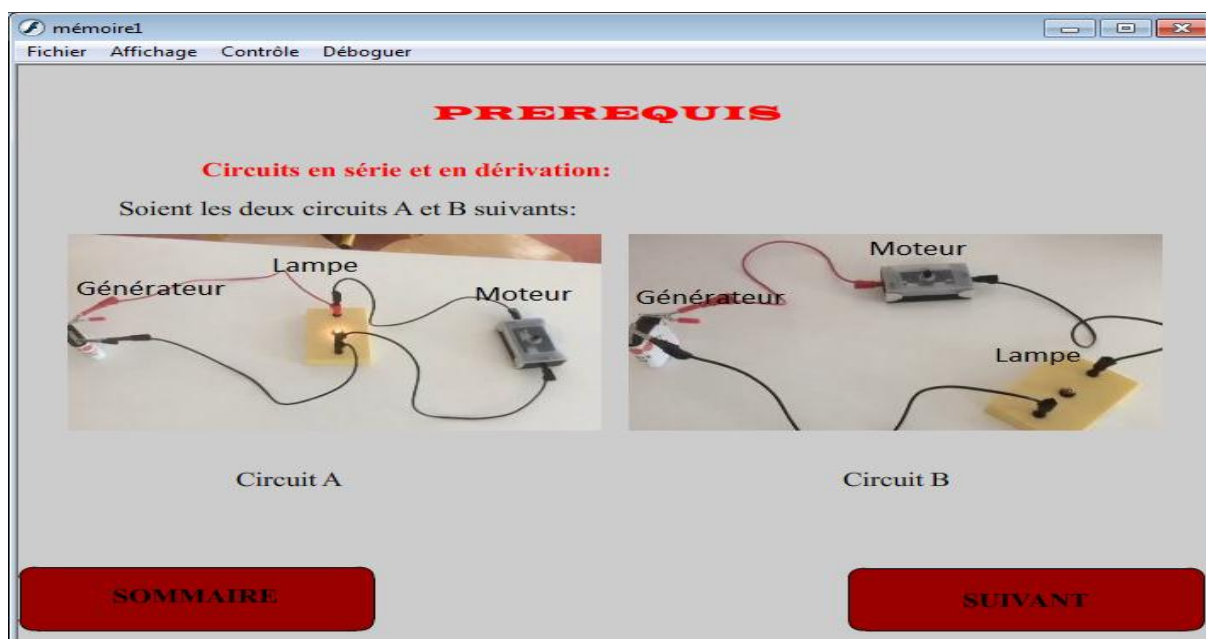


En cliquant sur SOMMAIRE, un menu apparaît et il contient les prérequis et les modules d'apprentissage.

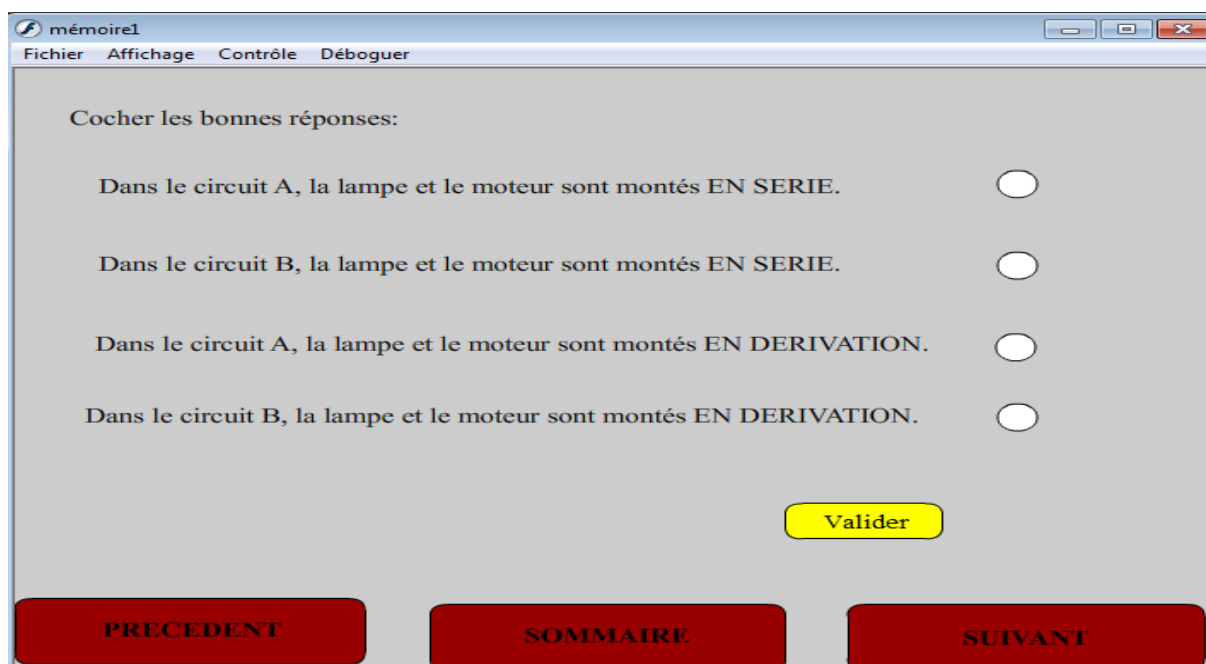


Contrôle des prérequis

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.

The screenshot shows a software window titled 'mémoire1' with a menu bar containing 'Fichier', 'Affichage', 'Contrôle', and 'Déboguer'. The main area has the instruction 'Cocher les bonnes réponses:'. Below this are four questions, each followed by a radio button:

- 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. ☐

At the bottom right is a yellow 'Valider' button. At the bottom are three red buttons: 'PRECEDENT', 'SOMMAIRE', and 'SUIVANT'.

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

The screenshot shows the same software window 'mémoire1'. The main area has the instruction 'Dipôles électriques: Identifier les dipôles électriques parmi la liste suivante:'. Below this are four items, each followed by a radio button:

- Eponge ☐
- Pile ☐
- Stylo ☐
- Lampe ☐

At the bottom right is a yellow 'Valider' button. At the bottom are two red buttons: 'PRECEDENT' and 'SOMMAIRE'.

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

Dipôles électriques:

Identifier les dipôles électriques parmi la liste suivante:

Eponge	<input type="radio"/>
Pile	<input checked="" type="radio"/>
Stylo	<input type="radio"/>
Lampe	<input checked="" type="radio"/>

Valider

PRECEDENT **SOMMAIRE**

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 :**



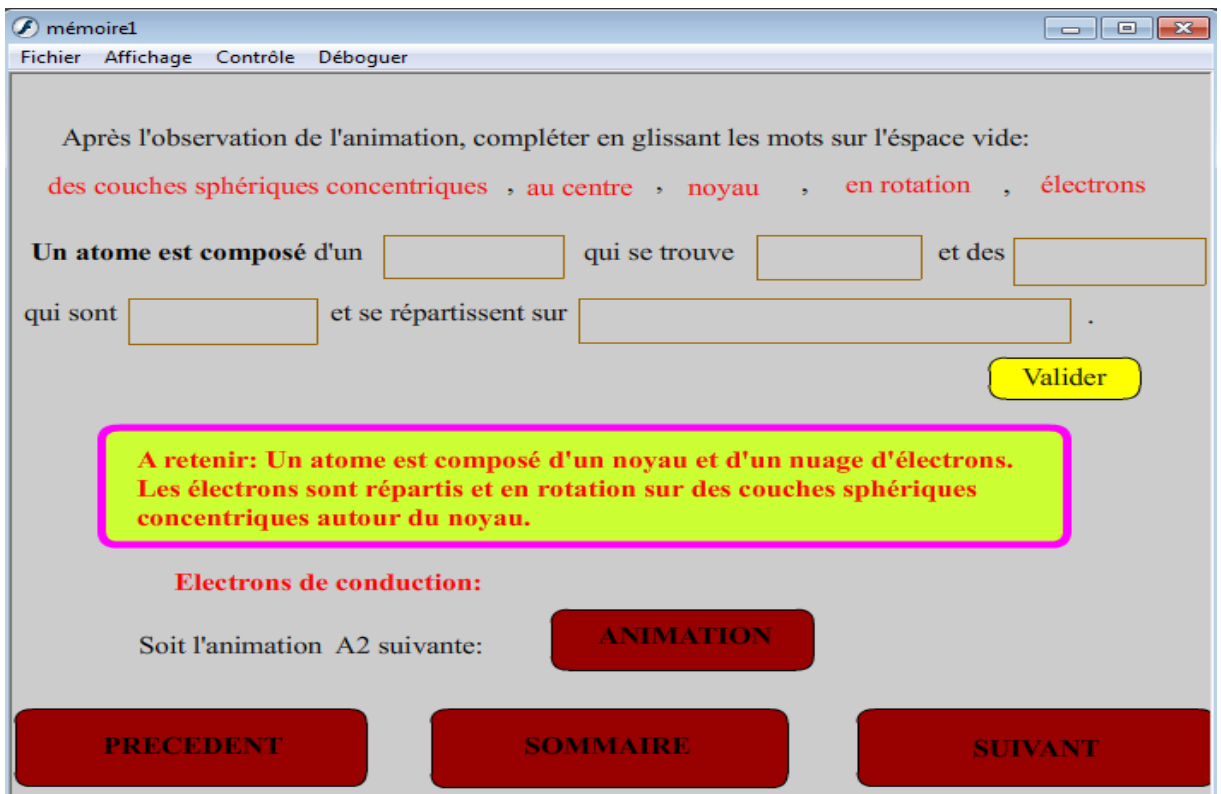
A la fin de ce module, l'élève doit être capable d'interpréter la conduction du courant électrique dans les métaux. Sur l'écran, il y a un bouton ANIMATION.

Animation A1

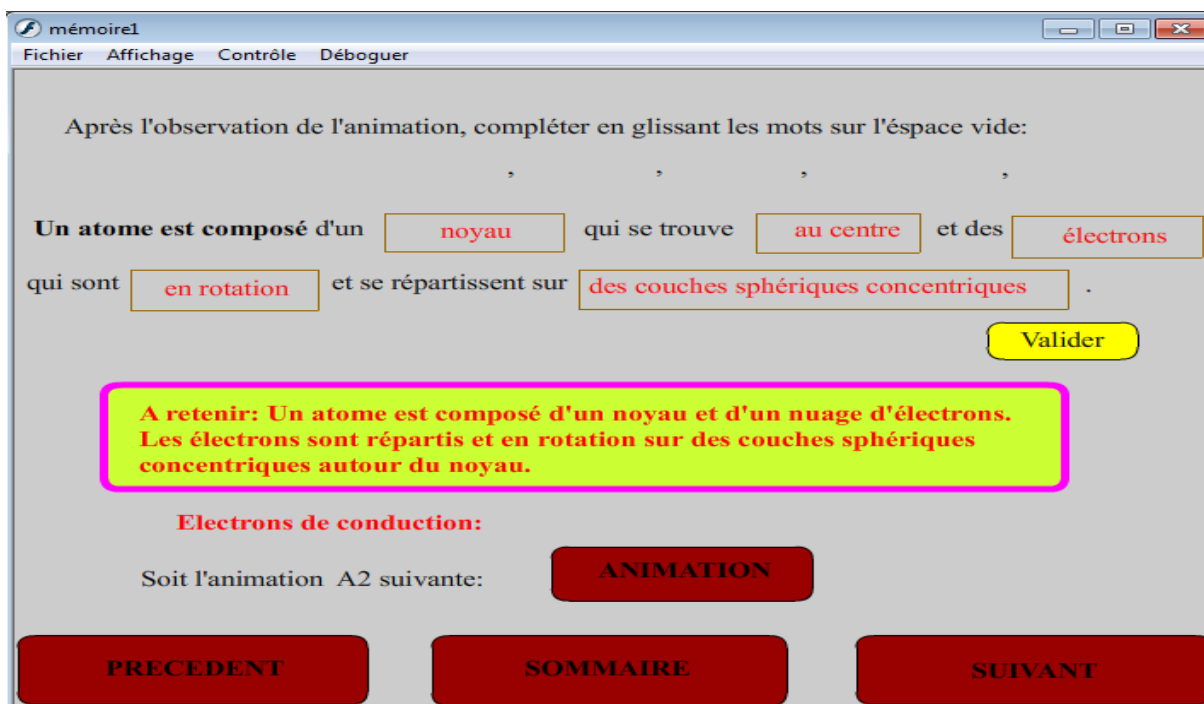
L'élève accède à l'animation A1 en appuyant sur le bouton animation. Alors, l'écran montre un schéma illustrant un atome de Lithium avec un noyau et 3 électrons qui y gravitent autour. A titre d'illustration, le noyau a été coloré en noir et les électrons en rouge pour pouvoir les différencier. Sur l'écran, 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.

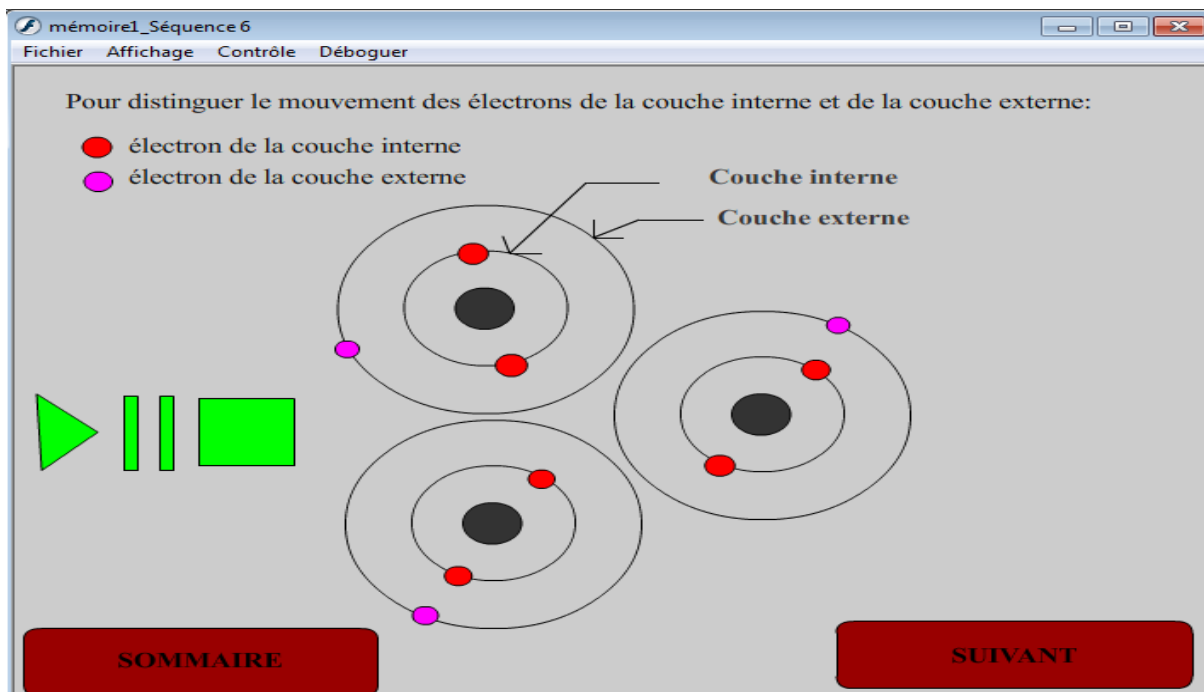


Après la validation de la réponse, un résumé (c'est-à-dire ce qu'il faut retenir) apparaît ensuite puis on peut passer à la deuxième animation.



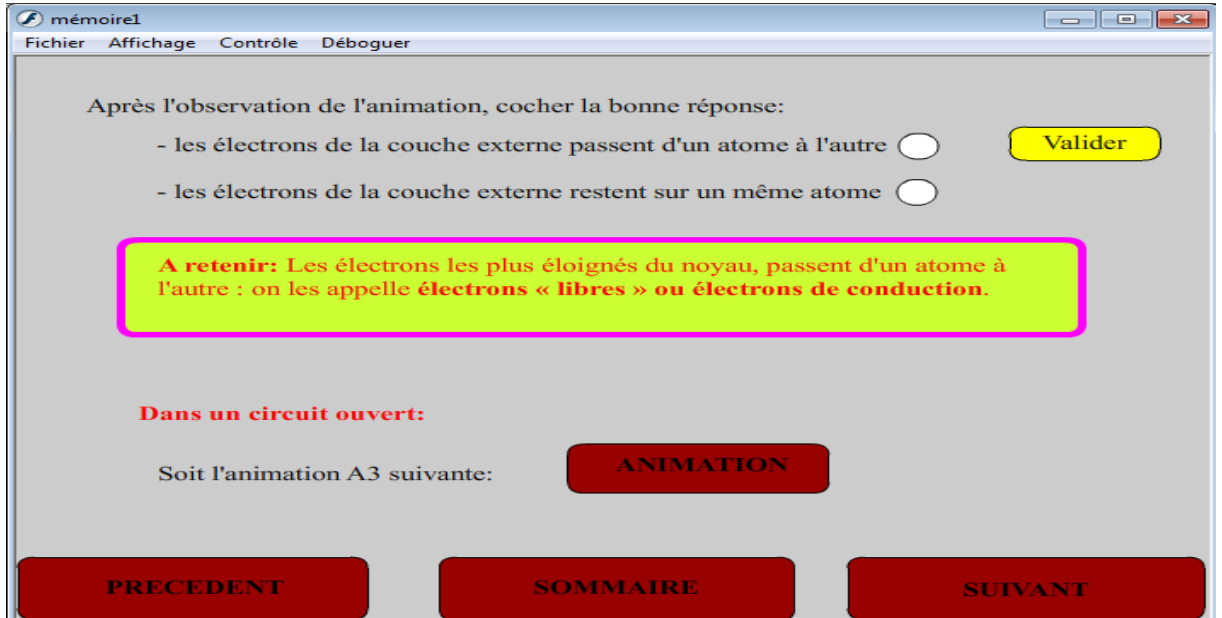
Animation A2

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.

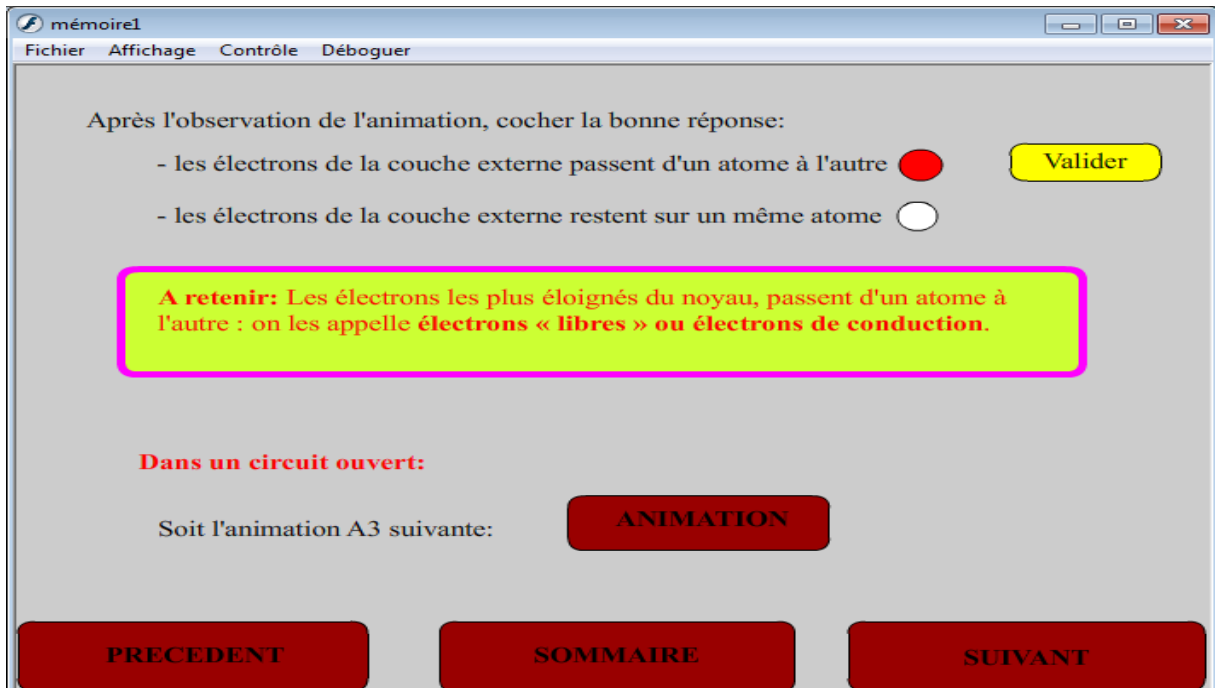


Sur l'écran, il est possible de distinguer le mouvement des électrons de la couche interne et de la couche externe. Sur l'illustration, ils ont été colorés différemment pour faciliter leur identification. L'élève peut observer l'animation à l'aide des boutons play, pause et stop.

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

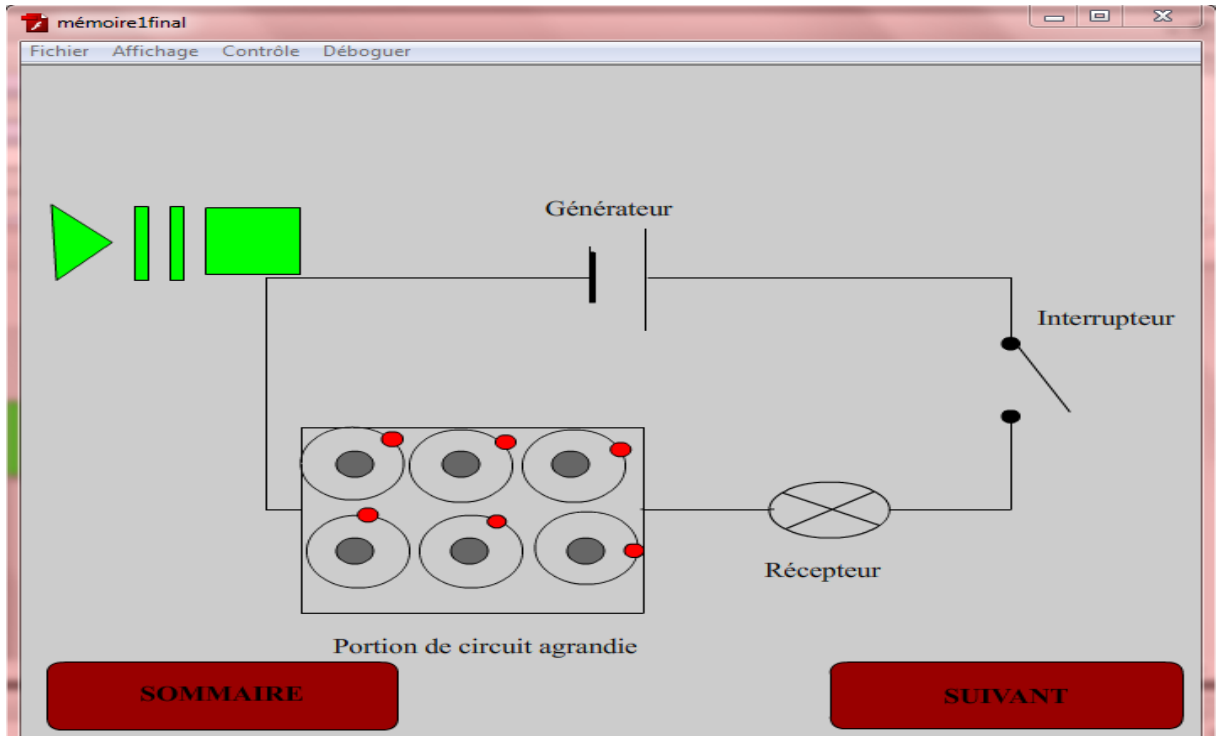


Après la validation de la réponse, la solution de la question guide est toujours colorée en rouge par le didacticiel. Il rappelle toujours les leçons à retenir après l'application ou question guide.



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 ☐

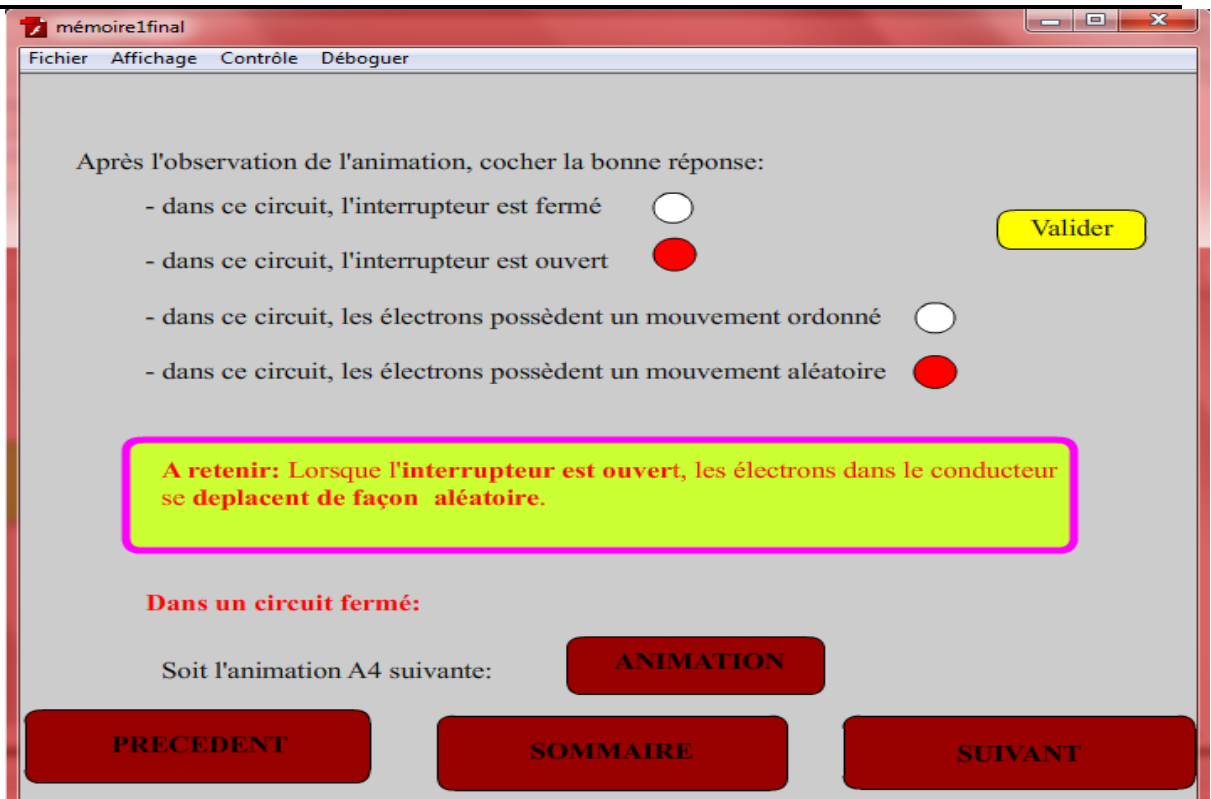
Valider

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

Dans un circuit fermé:

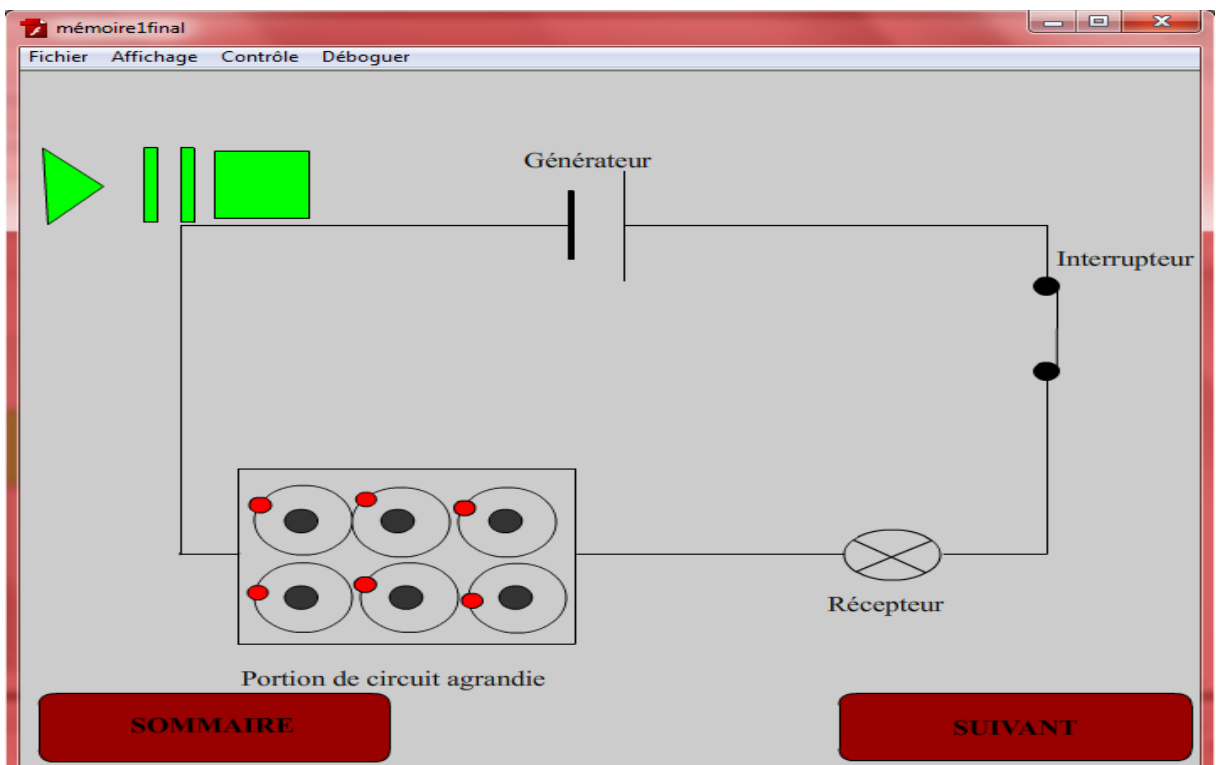
Soit l'animation A4 suivante: **ANIMATION**

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.



mémoire1final

Fichier Affichage Contrôle Débuguer

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**

mémoire1final

Fichier Affichage Contrôle Débuguer

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.

Exercice:
Compléter en glissant les mots sur les espaces vides:

négative , atome , couches , conduction , positive , plus , électrons , rotation , électrons aléatoire

- Un est composé d'un noyau et d'un nuage d' .

- Les font un mouvement de autour du noyau et sont répartis sur des sphériques concentriques.

- Les électrons les éloignés du noyau sont appelés électrons de .

Ils se déplacent de façon dans un circuit ouvert et de la borne du générateur vers la borne du générateur dans un circuit fermé.

Valider

PRECEDENT **SOMMAIRE**

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

Exercice:
Compléter en glissant les mots sur les espaces vides:

négative , atome , couches , conduction , positive , plus , électrons , rotation , électrons aléatoire

- Un est composé d'un noyau et d'un nuage d' .

- Les font un mouvement de autour du noyau et sont répartis sur des sphériques concentriques.

- Les électrons les éloignés du noyau sont appelés électrons de .

Ils se déplacent de façon dans un circuit ouvert et de la borne du générateur vers la borne du générateur dans un circuit fermé.

Valider

PRECEDENT **SOMMAIRE**

Module 2 : Courant continu

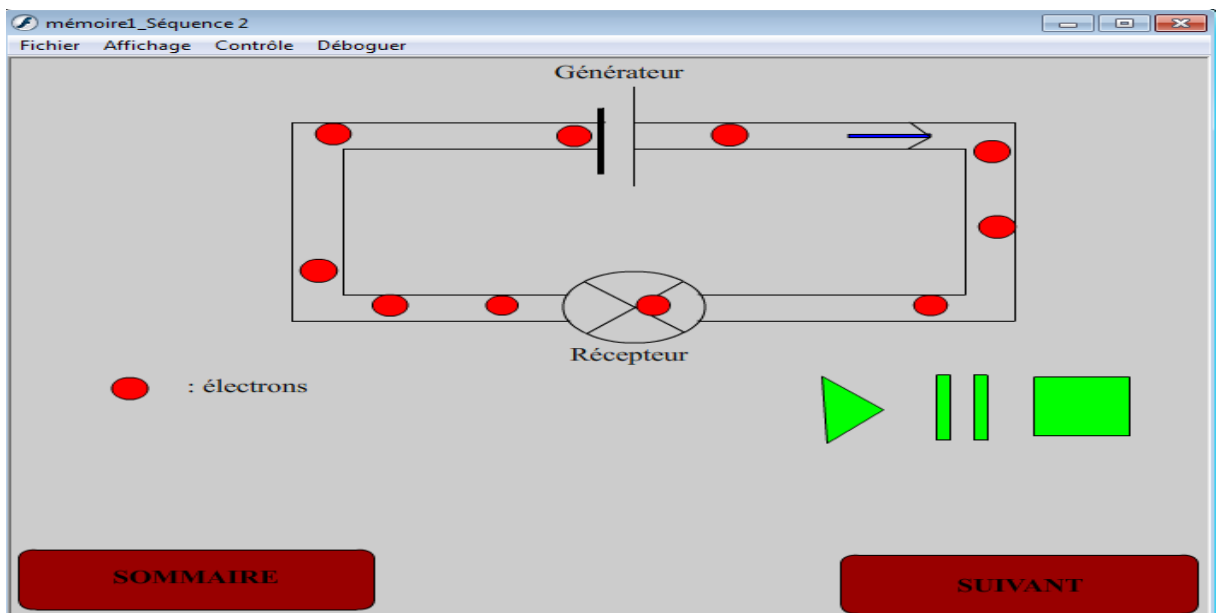
Le deuxième module correspond à l'étude du courant continu. L'objectif consiste à indiquer le sens conventionnel du courant électrique et de symboliser un générateur de courant continu. Les fenêtres qui suivent correspondent à ce module sont reproduites ci-après.

- **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  ☐

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.

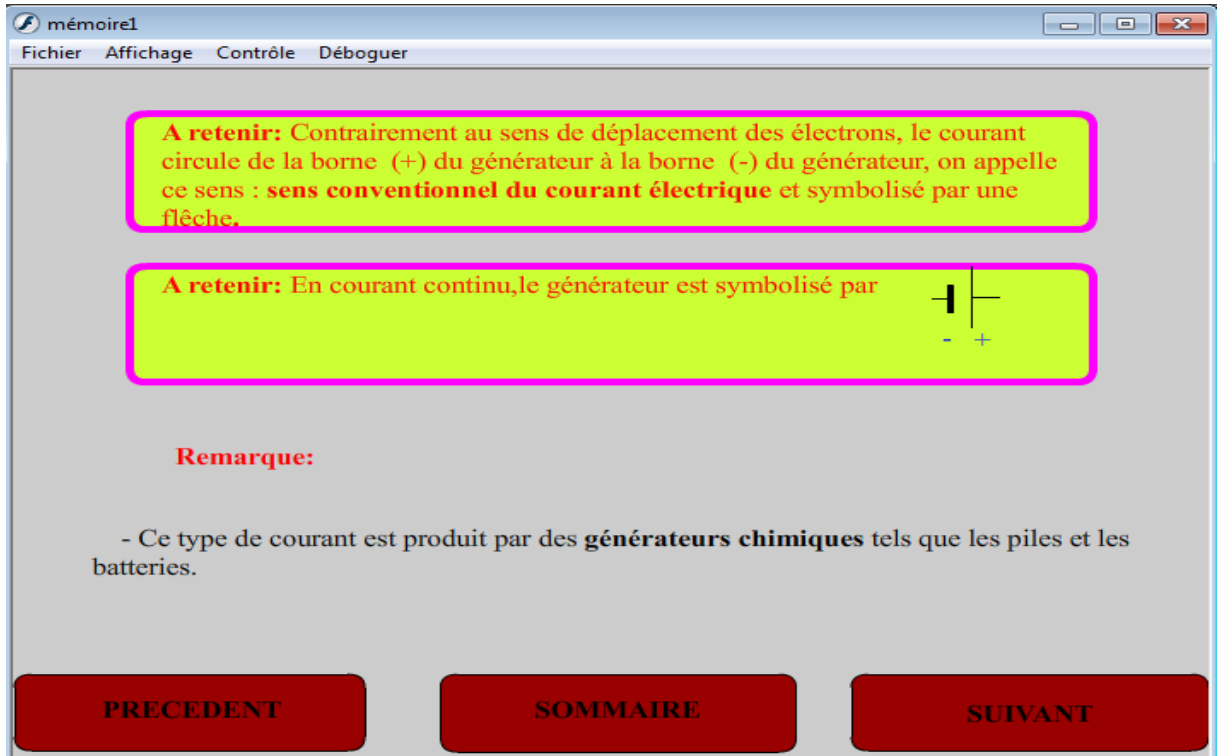
Après l'observation de l'animation, cocher la bonne réponse:

- 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  ☐

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**.

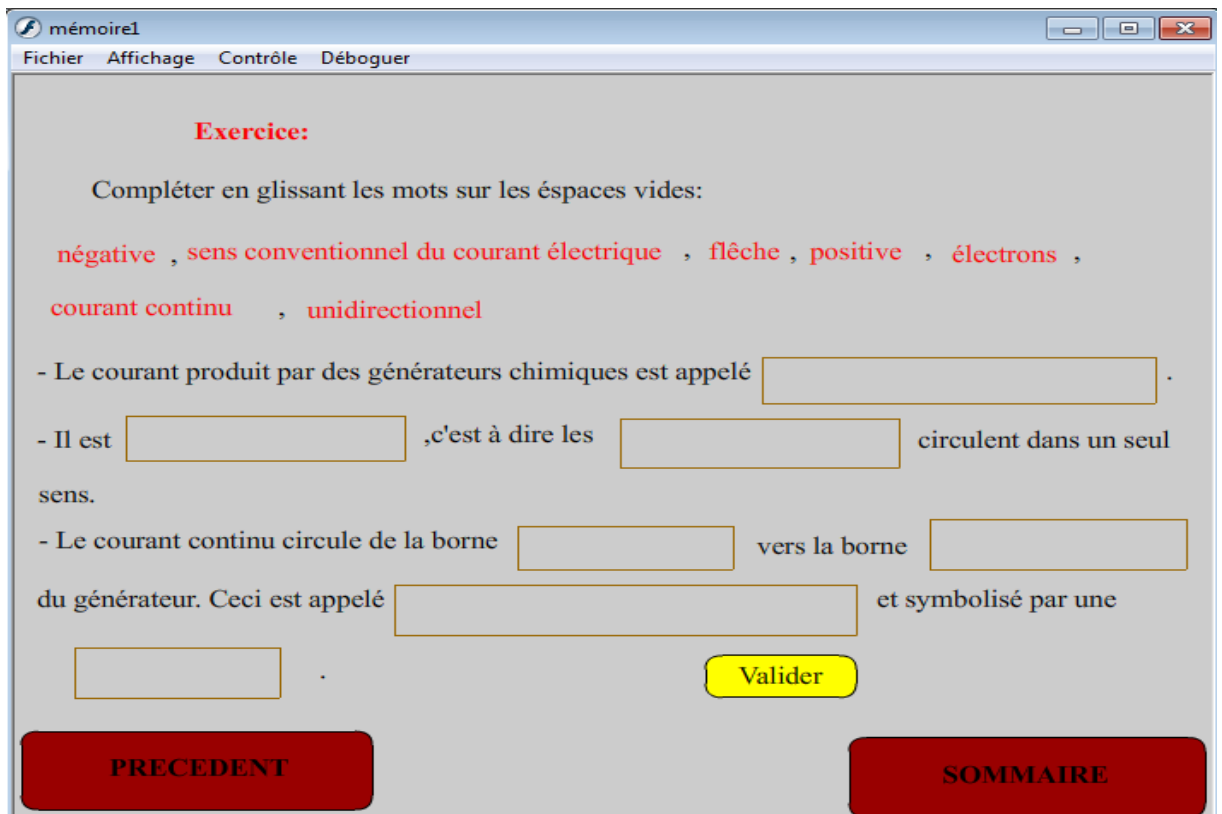
PRECEDENT SOMMAIRE SUIVANT

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



- **Evaluation**

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



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

Exercice:

Compléter en glissant les mots sur les espaces vides:

, , , , ,

- Le courant produit par des générateurs chimiques est appelé **courant continu** .

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

- Le courant continu circule de la borne **positive** vers la borne **négative** du générateur. Ceci est appelé **sens conventionnel du courant électrique** et symbolisé par une **flèche** .

Valider

PRECEDENT **SOMMAIRE**

Module 3 : Intensité du courant électrique

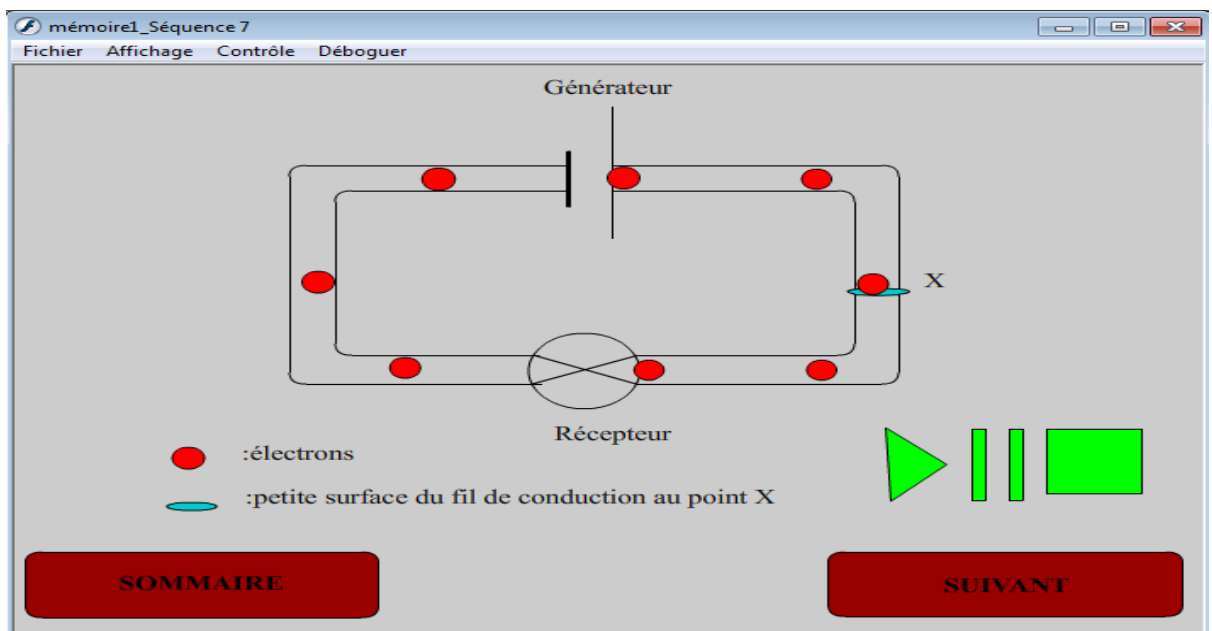
Le troisième module correspond à l'étude de l'intensité du courant électrique. L'objectif consiste à définir l'intensité du courant électrique, de mesurer l'intensité du courant électrique à l'aide d'un ampèremètre et d'établir les lois de l'intensité électrique dans un circuit en série et dans un circuit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

- **Objectifs**



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.



- Question guide et définition de l'intensité

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

The screenshot shows a window titled 'mémoire1' with a menu bar (Fichier, Affichage, Contrôle, Débuguer). The main area contains the text: 'Après l'observation de l'animation, cocher la bonne réponse:'. Below this are two radio button options:

- dans ce circuit, les électrons traversent la surface au point X. (radio button)
- dans ce circuit, les électrons s'arrêtent lorsqu'ils arrivent à la surface au point X. (radio button)

To the right of the options is a yellow 'Valider' button. Below the options are two yellow boxes with red text:

A retenir: L'intensité du courant est la charge transportée par seconde à travers une surface d'un conducteur.

$$I = \frac{Q}{t}$$

A retenir: L'unité de l'intensité du courant électrique est l'ampère notée A.

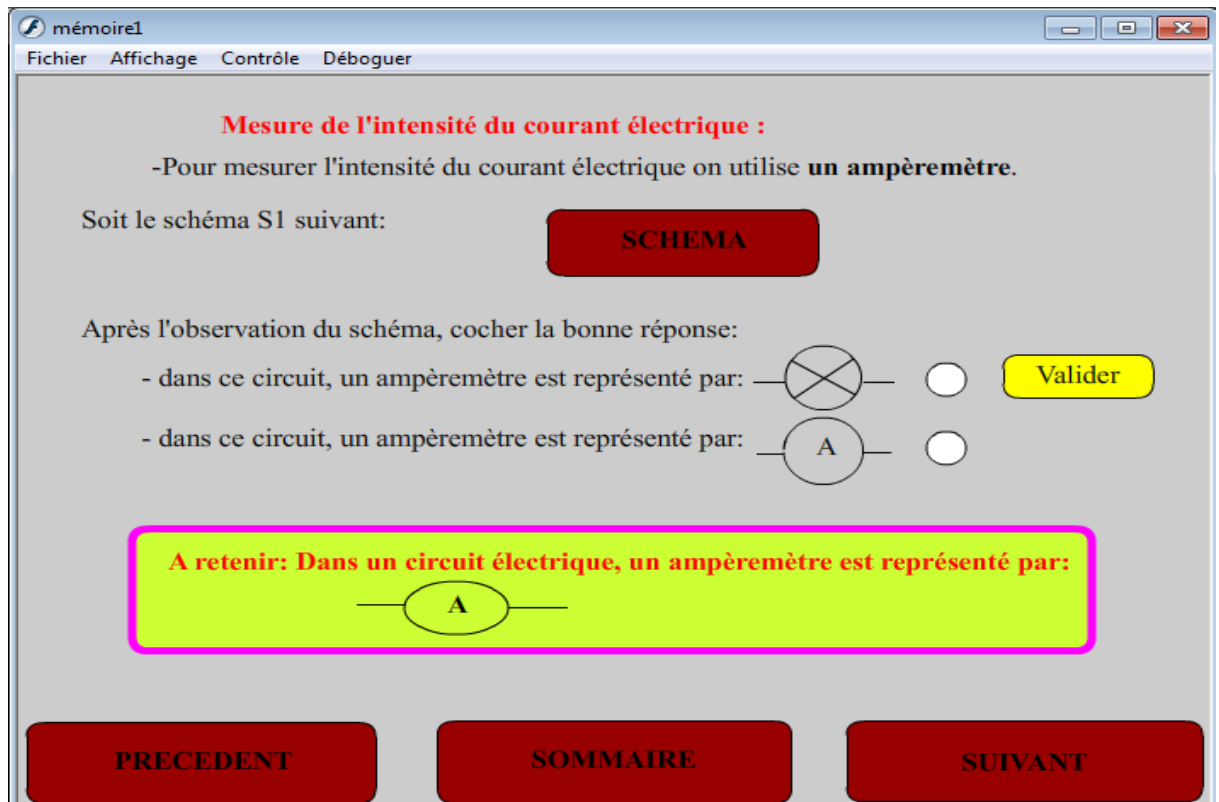
At the bottom are three red buttons: 'PRECEDENT', 'SOMMAIRE', and 'SUIVANT'.

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

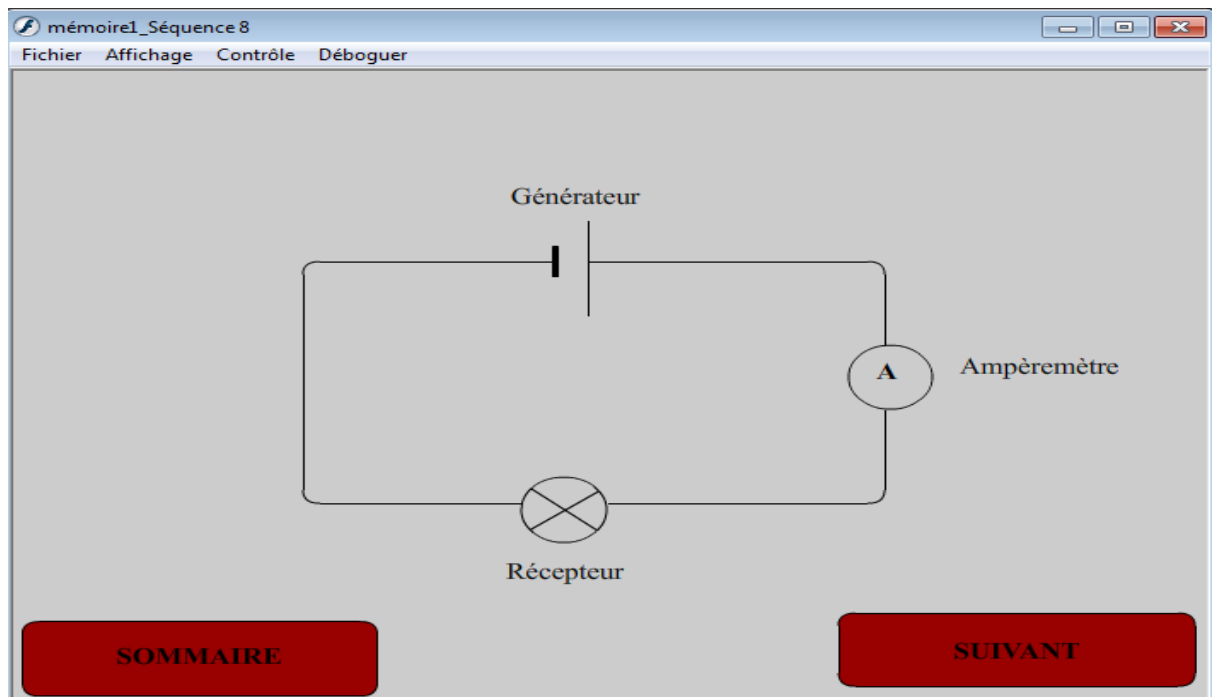
This screenshot is identical to the previous one, but the first radio button option is now filled with red, indicating it has been selected. The 'Valider' button remains yellow.

Présentation d'un ampèremètre et d'un multimètre

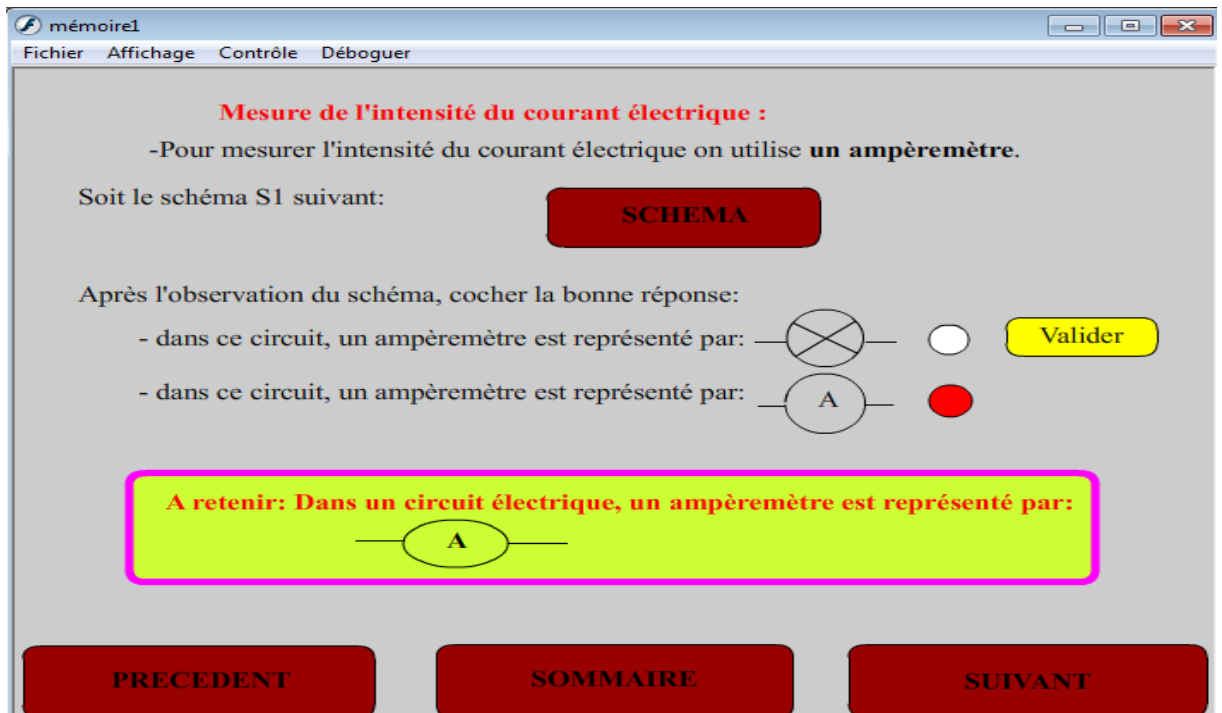
Ensuite, en cliquant sur suivant, un bouton schéma S1 apparaît.



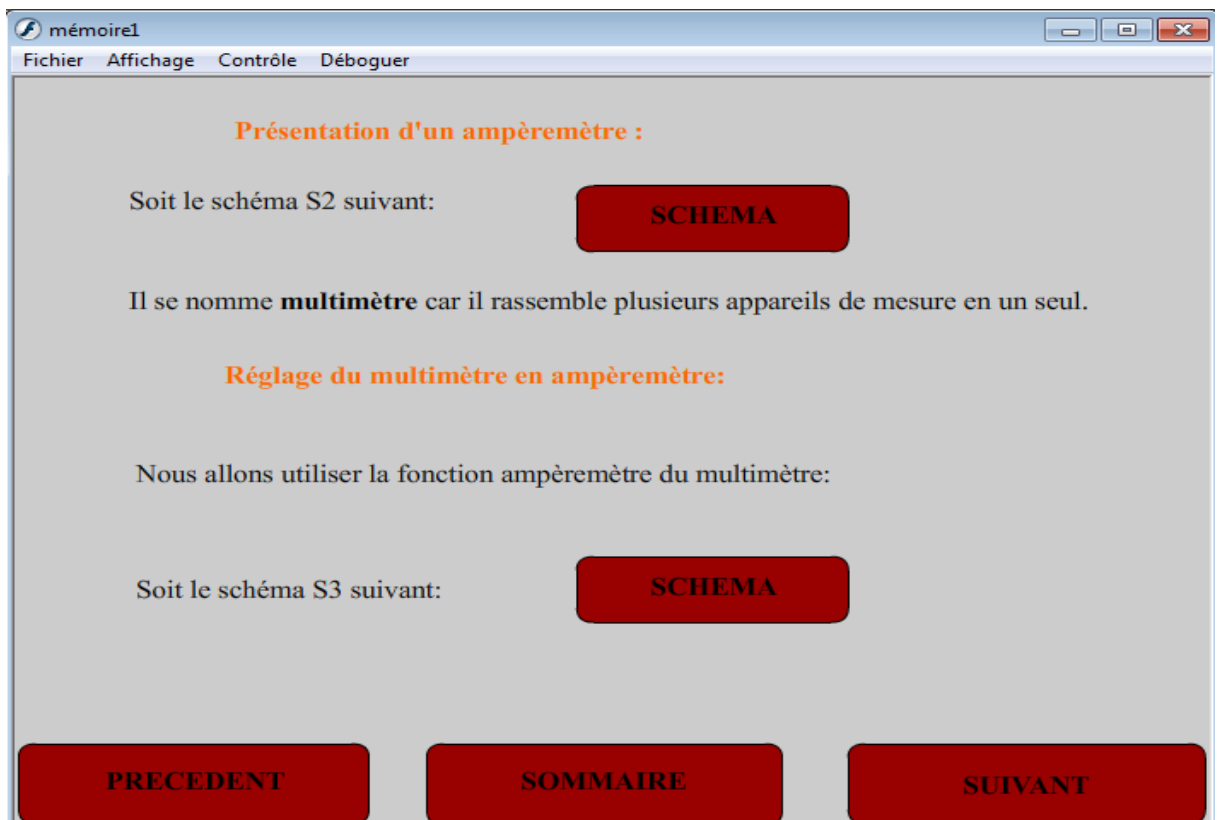
En cliquant sur schéma S1, l'écran affiche le schéma d'un circuit comprenant un générateur, un récepteur et un ampèremètre.



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



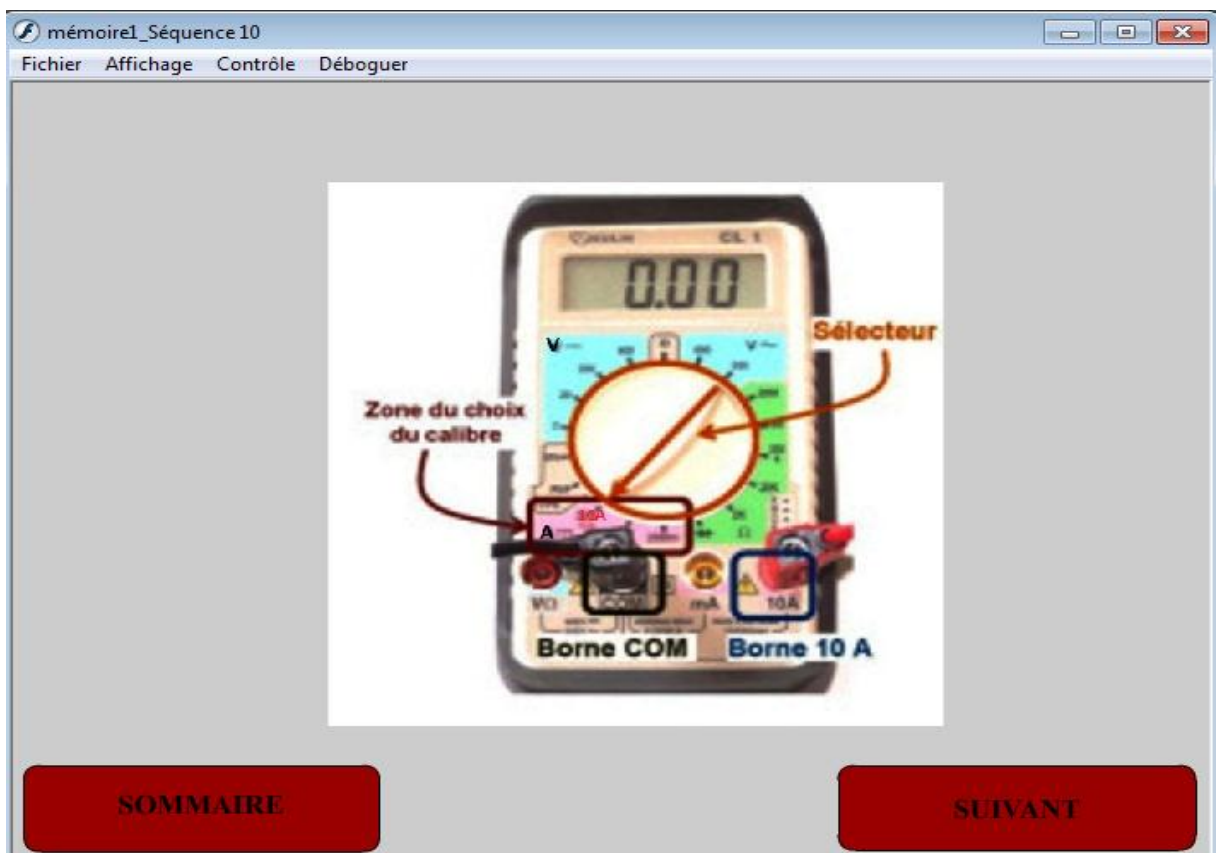
En cliquant sur suivant, l'écran affiche deux boutons schéma qui permettent de présenter un ampèremètre et le réglage du multimètre en ampèremètre.



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



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



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.

The screenshot shows a software window titled 'mémoire1' with a menu bar (Fichier, Affichage, Contrôle, Débuguer). The main area contains the following text:

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.

At the bottom, there are three red buttons: PRECEDENT, SOMMAIRE, and SUIVANT. A yellow 'Valider' button is also present.

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

This screenshot shows the same software window as the previous one, but with the solution applied to the blanks:

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

, , , ,

- Pour sélectionner la fonction **ampèremètre** d'un multimètre on place le sélecteur sur la zone où figure **A**.
- Sur cette image, le sélecteur a été placé sur le calibre **10A**.
- 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.

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.

The buttons (PRECEDENT, SOMMAIRE, SUIVANT, Valider) remain the same.

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.

The screenshot shows a software window titled 'mémoire1' with a menu bar (Fichier, Affichage, Contrôle, Débuguer). It displays two circuit diagrams side-by-side. The left diagram shows a battery, a lamp, and an ammeter (A) connected in series. The right diagram shows a battery connected to a parallel combination of a lamp and an ammeter (A). Below the diagrams, the text 'Cocher les bonnes réponses:' is followed by four statements, each with a radio button:

- 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 ☐

At the bottom, there is a yellow 'Valider' button and three red navigation buttons: 'PRECEDENT', 'SOMMAIRE', and 'SUIVANT'.

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

This screenshot shows the same software interface as the previous one, but with the quiz questions answered. The radio buttons for the first and fourth questions are now filled with red, indicating they are the selected correct answers:

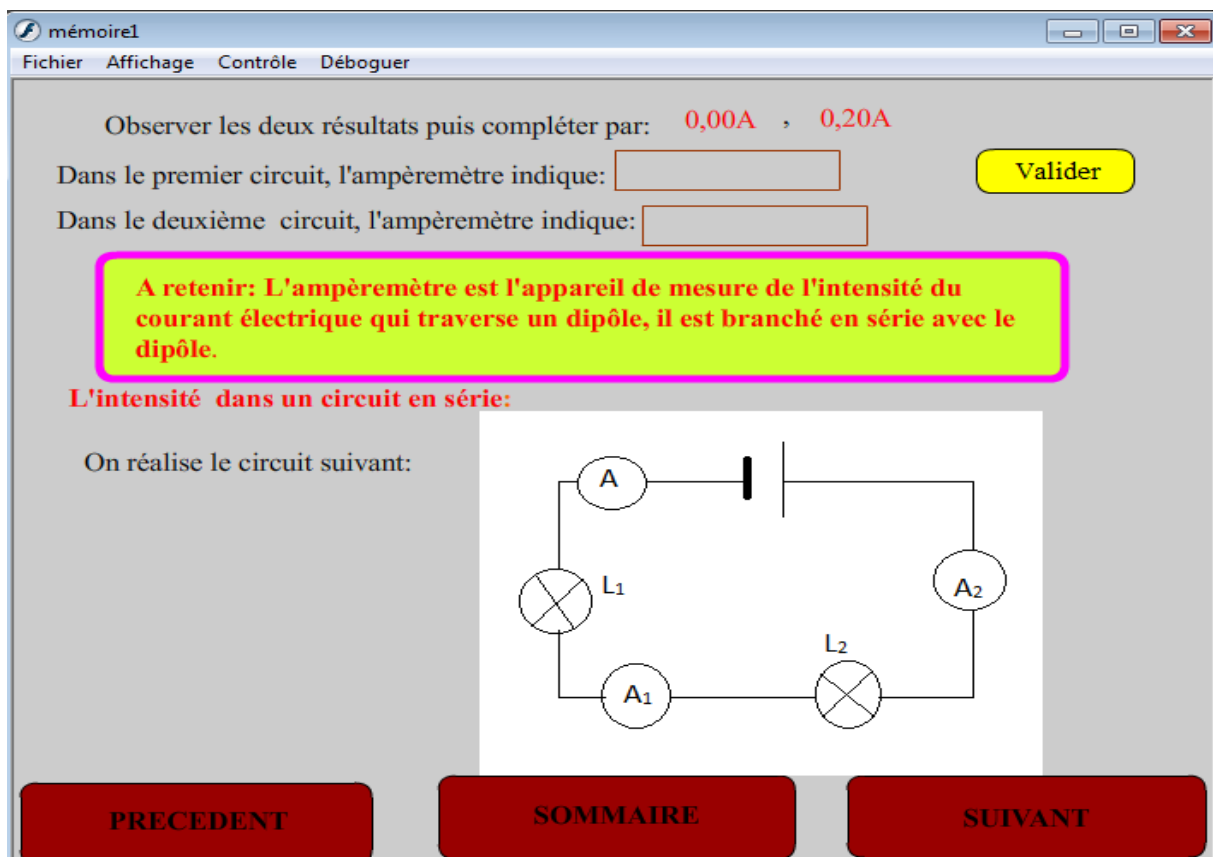
- Dans le premier circuit, l'ampèremètre et le récepteur sont branchés en SERIE ☒
- Dans le premier circuit, l'ampèremètre et le récepteur sont branchés en DERIVATION ☐
- Dans le deuxième circuit, l'ampèremètre et le récepteur sont branchés en SERIE ☐
- Dans le deuxième circuit, l'ampèremètre et le récepteur sont branchés en DERIVATION ☒

The 'Valider' button and the navigation buttons ('PRECEDENT', 'SOMMAIRE', 'SUIVANT') remain at the bottom.

Illustration de branchement d'un ampèremètre



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



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

mémoire1
Fichier Affichage Contrôle Débuguer

Observer les deux résultats puis compléter par:

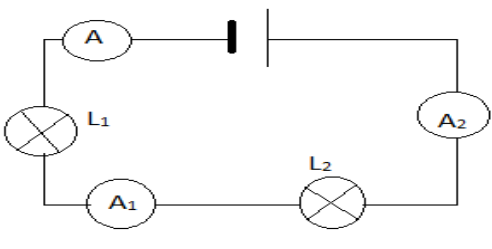
Dans le premier circuit, l'ampèremètre indique:

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

Valider

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 Débuguer

- A indique l'intensité du courant qui traverse le générateur.
- A₁ indique l'intensité du courant qui traverse le récepteur L₁.
- A₂ indique l'intensité du courant qui traverse le récepteur L₂.



Quelle remarque peut-on faire?

- Les trois ampèremètres indiquent la même valeur. ☐

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

PRECEDENT SOMMAIRE SUIVANT

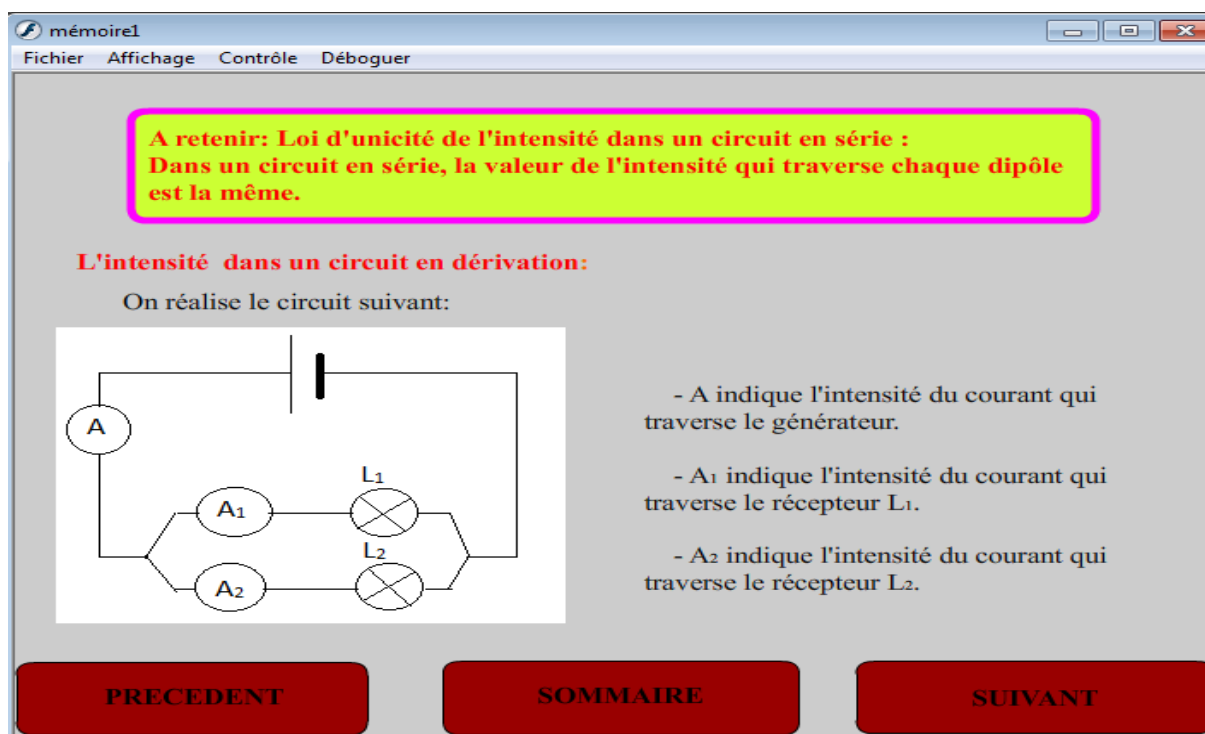
Valider

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.

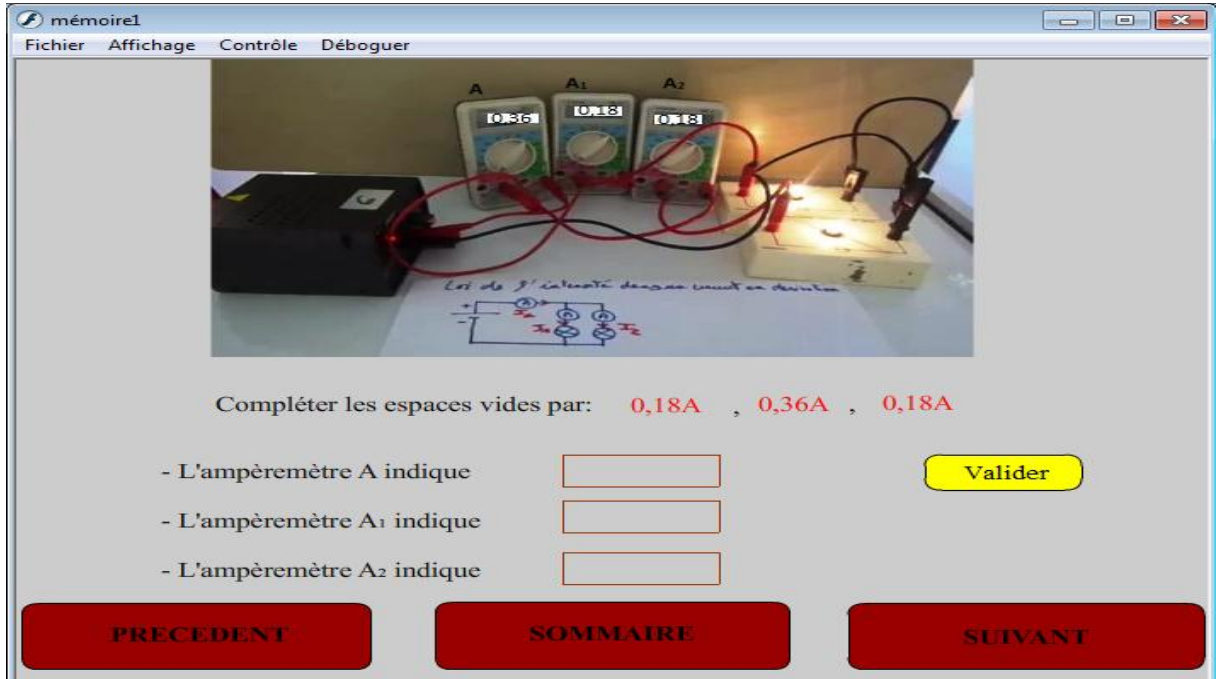


Ce qu'il faut retenir : loi d'unicité de l'intensité dans un circuit en série



- **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.

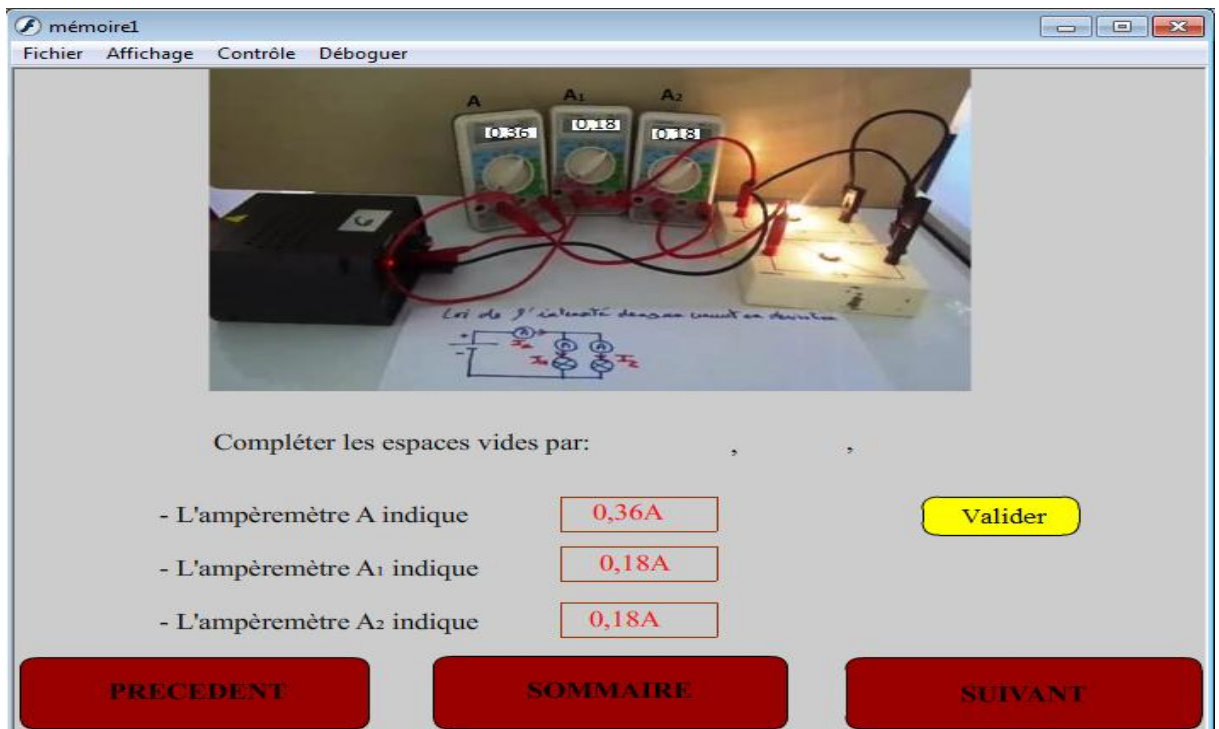


Compléter les espaces vides par: 0,18A , 0,36A , 0,18A

- L'ampèremètre A indique
- L'ampèremètre A₁ indique
- L'ampèremètre A₂ indique

Buttons: PRECEDENT, SOMMAIRE, SUIVANT, Valider

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



Compléter les espaces vides par: , ,

- L'ampèremètre A indique
- L'ampèremètre A₁ indique
- L'ampèremètre A₂ indique

Buttons: PRECEDENT, SOMMAIRE, SUIVANT, Valider

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

mémoire1final

Fichier Affichage Contrôle Débuguer

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

- I₁ l'intensité mesurée par l'ampèremètre A₁.
- I₂ l'intensité mesurée par l'ampèremètre A₂

Quelle est l'égalité correcte ?

I₁ = I₂ + I ☐

I = I₂ + I ☐

I = I₁ + I₂ ☐

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 Débuguer

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

- I₁ l'intensité mesurée par l'ampèremètre A₁.
- I₂ l'intensité mesurée par l'ampèremètre A₂

Quelle est l'égalité correcte ?

I₁ = I₂ + I ☐

I = I₂ + I ☐

I = I₁ + I₂ ☒

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**

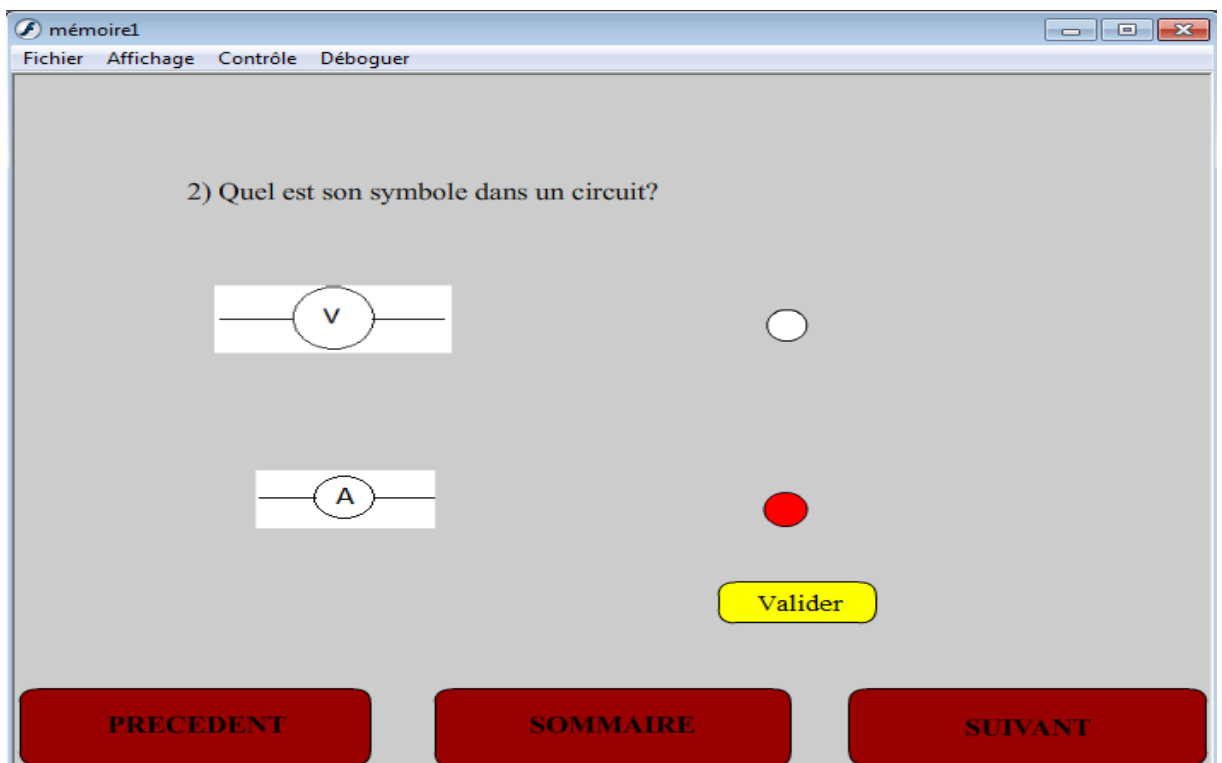
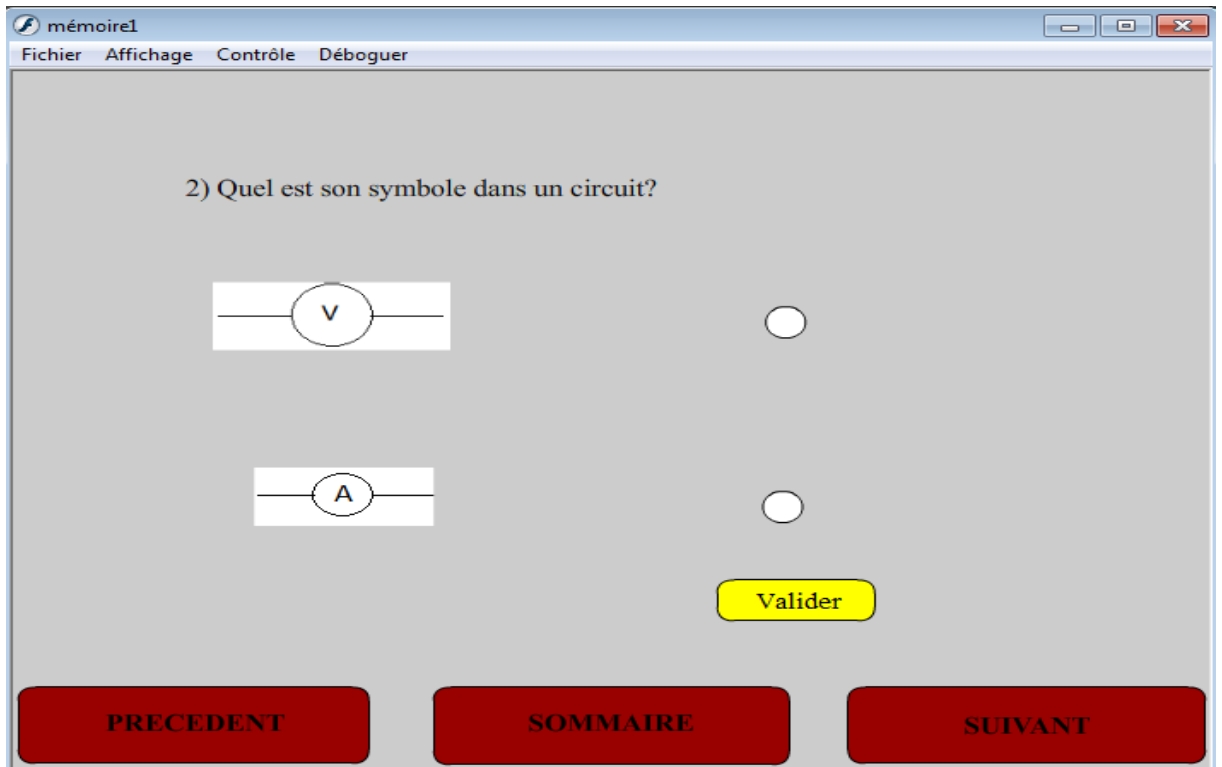
Pour terminer le module sur « l'intensité du courant électrique », un exercice récapitulatif est attribué à l'élève.

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

The screenshot shows a software window titled 'mémoire1' with a menu bar containing 'Fichier', 'Affichage', 'Contrôle', and 'Débuguer'. The main area is titled 'Exercices:' in red. Below this, it says 'Cocher la bonne réponse:'. The question is '1) Avec quel appareil mesure-t-on l'intensité qui passe à travers un dipôle ?'. There are three radio button options: '- On mesure l'intensité avec une règle.', '- On mesure l'intensité avec un ampèremètre.', and '- On mesure l'intensité avec un voltmètre.'. A yellow 'Valider' button is to the right of the options. At the bottom, there are three red buttons: 'PRECEDENT', 'SOMMAIRE', and 'SUIVANT'.

This screenshot is identical to the one above, but the radio button for '- On mesure l'intensité avec un ampèremètre.' is now filled with red, indicating it is the selected correct answer. The other elements, including the menu bar, title bar, and navigation buttons, remain the same.

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



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

The screenshot shows a software window titled 'mémoire1' with a menu bar containing 'Fichier', 'Affichage', 'Contrôle', and 'Déboguer'. The main area displays the question '3) Comment doit être branché cet appareil de mesure ?'. Below the question are two radio button options: '- L'ampèremètre doit être branché en série avec le dipôle.' and '- L'ampèremètre doit être branché en dérivation avec le dipôle.'. Both radio buttons are currently unselected. A yellow 'Valider' button is positioned to the right of the options. At the bottom of the window are three red buttons labeled 'PRECEDENT', 'SOMMAIRE', and 'SUIVANT'.

This screenshot shows the same software window as above, but with the first radio button option selected, indicated by a red dot. The second radio button remains unselected. The 'Valider' button and the bottom navigation buttons ('PRECEDENT', 'SOMMAIRE', 'SUIVANT') are in the same positions.

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

The screenshot shows a software window titled 'mémoire1' with a menu bar containing 'Fichier', 'Affichage', 'Contrôle', and 'Débuguer'. The main content area displays the question '4) Les lois de l'intensité du courant' followed by four statements, each with a radio button to its right:

- L'intensité du courant électrique qui traverse le générateur est égale à la somme des intensités des dipôles intermédiaires branchés en série.
- L'intensité du courant électrique qui traverse le générateur est égale à la somme des intensités des dipôles intermédiaires branchés en dérivation.
- L'intensité du courant électrique qui traverse le générateur est égale à celle des dipôles intermédiaires branchés en série.
- L'intensité du courant électrique qui traverse le générateur est égale à celle des dipôles intermédiaires branchés en dérivation.

Below the statements are three buttons: a yellow 'Valider' button, a red 'PRECEDENT' button, and a red 'SOMMAIRE' button.

This screenshot shows the same software window as above, but with the second radio button selected (it is filled with red). The other three radio buttons remain unselected (white). The text of the question and the buttons ('Valider', 'PRECEDENT', 'SOMMAIRE') are identical to the previous screenshot.

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.

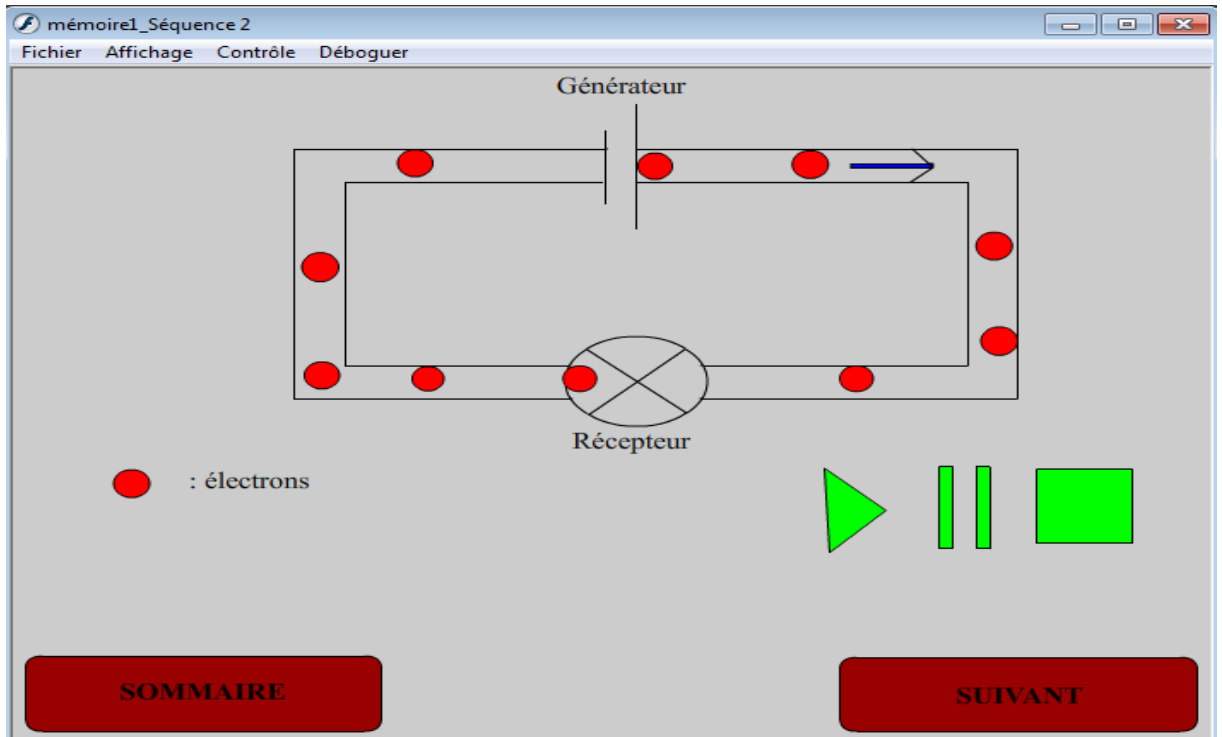
On retrouve ici la même évolution des activités que dans les modules précédentes. Les objectifs à atteindre sont énoncés dans un premier temps puis l'apprenant visualise une animation ou un schéma statique. Des questions guides qui se rapportent à l'animation sont posées et l'élève répond aux questions, 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.

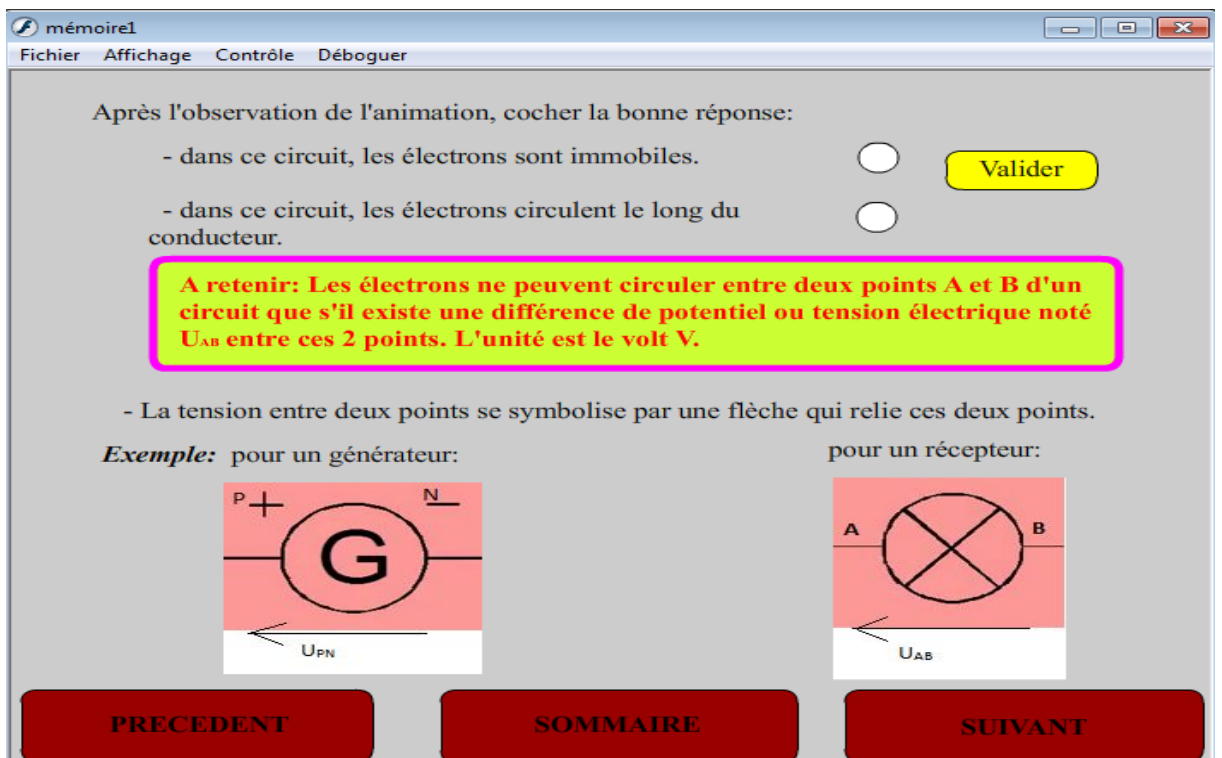
- **Objectifs**



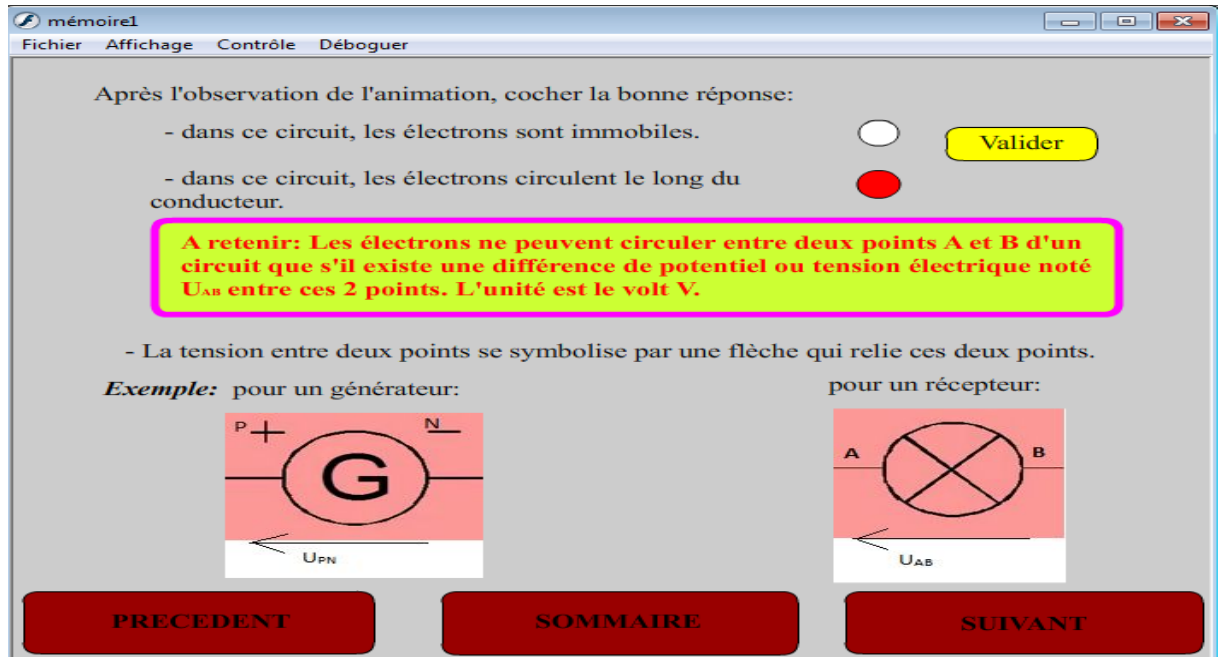
- Animation



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



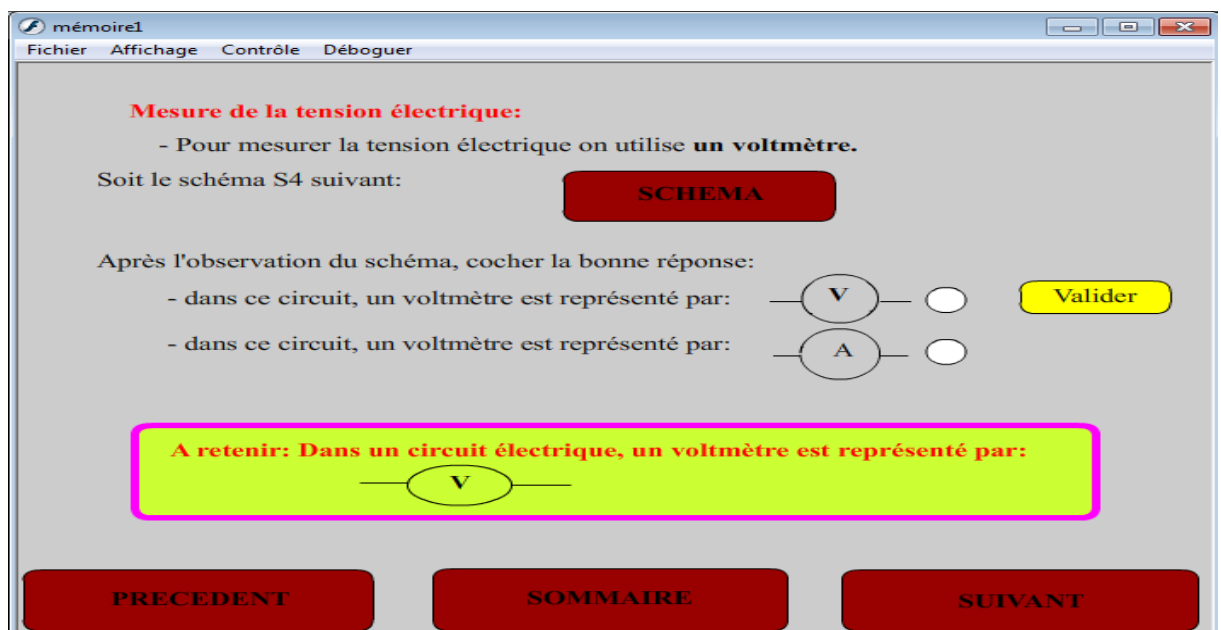
- Réponse à la question guide



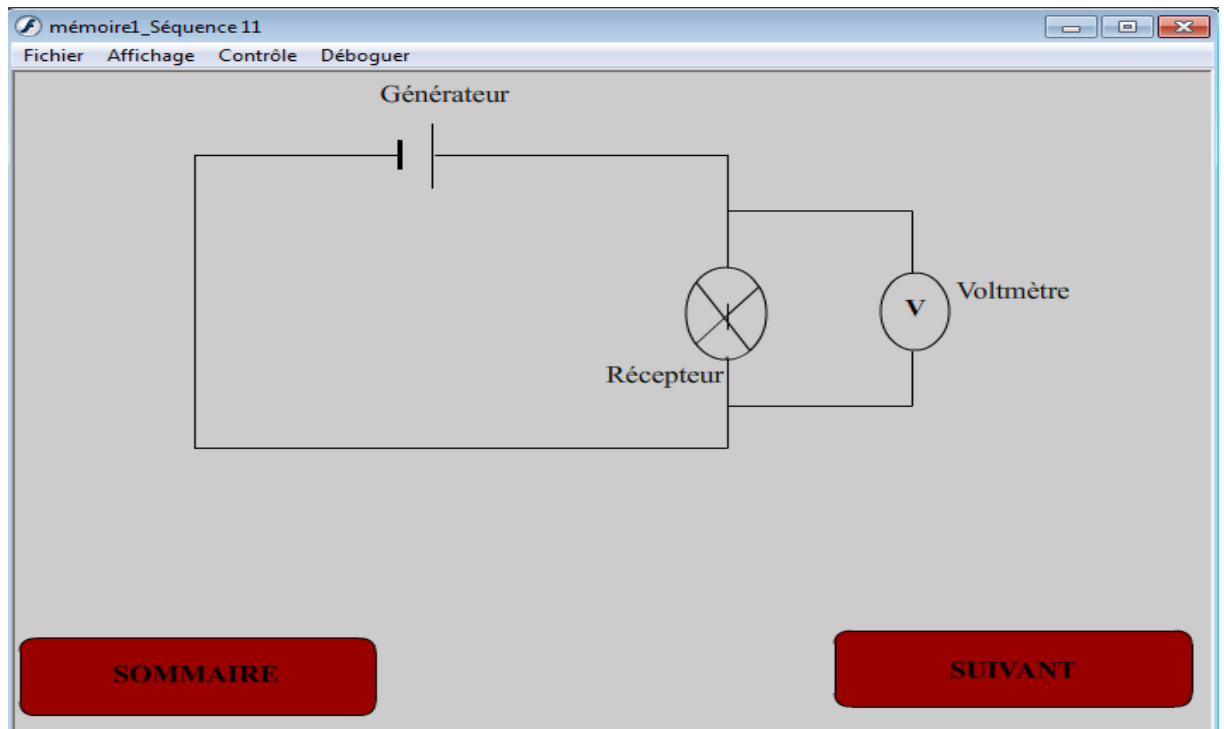
- Mesure de la tension électrique

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.



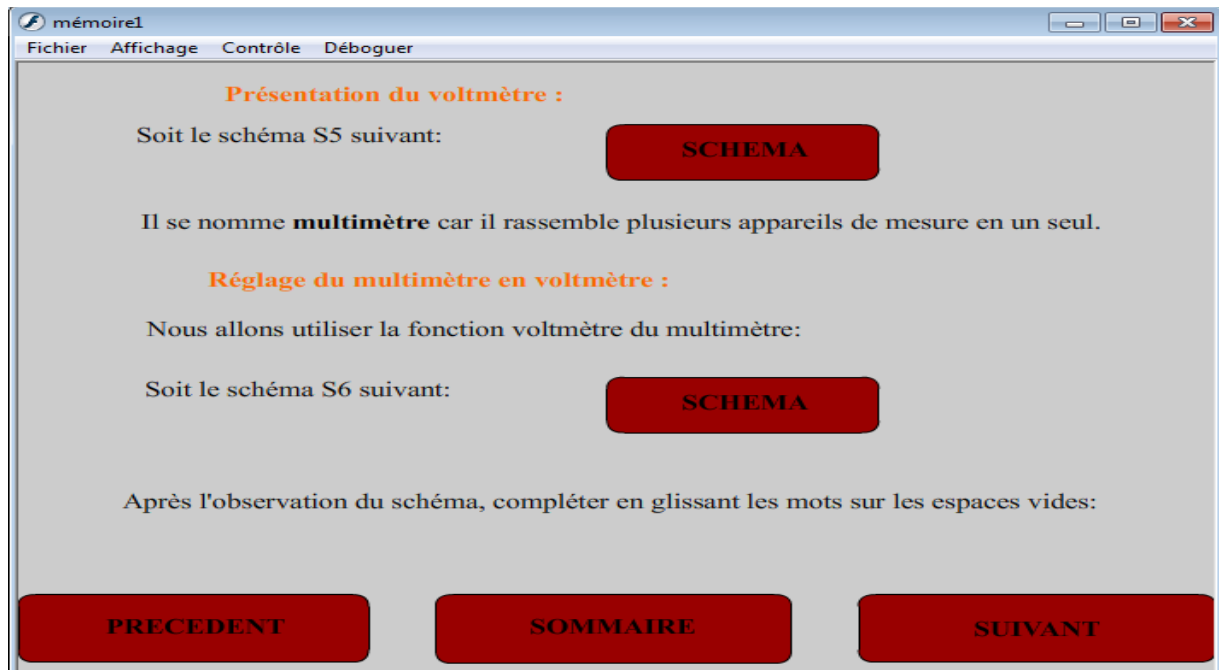
On appui sur le bouton « schéma 4 » et un circuit comportant un générateur un récepteur et un voltmètre apparait à l'écran.



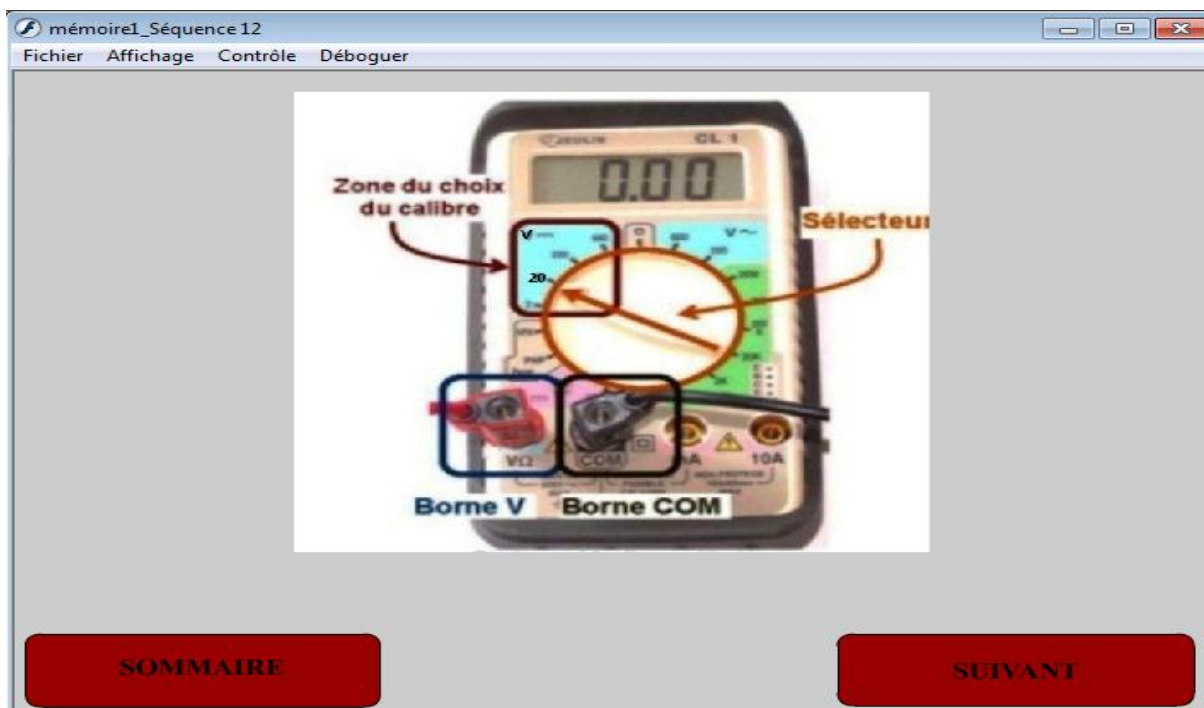
- Réponse à la question guide

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.



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.

Buttons: PRECEDENT, SOMMAIRE, SUIVANT, Valider

- Réponse à la question guide

mémoire1

Fichier Affichage Contrôle Débuguer

- 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**

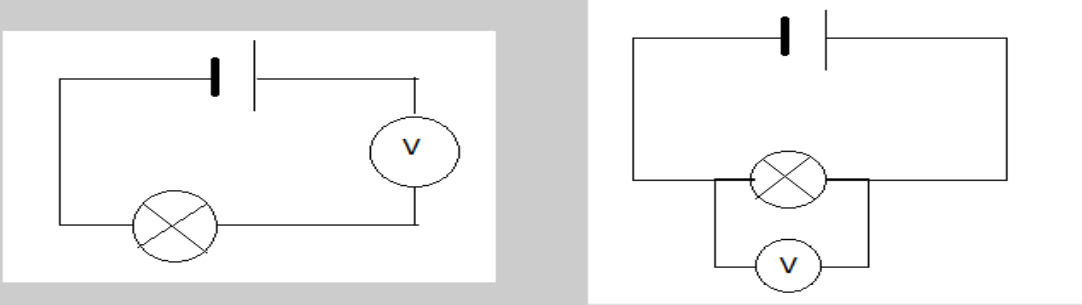
Branchement d'un voltmètre dans un circuit

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

- Question guide

mémoire1

Fichier Affichage Contrôle Débuguer



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 ☐

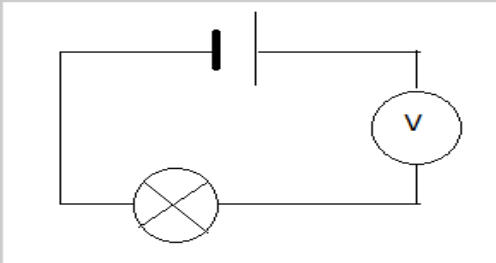
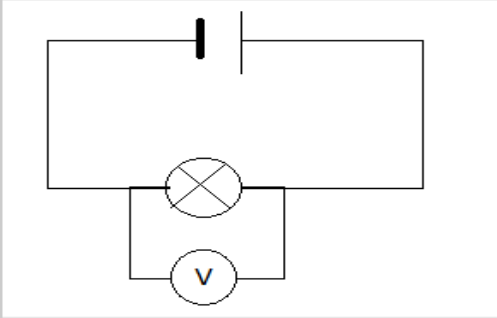
Valider

PRECEDENT **SOMMAIRE** **SUIVANT**

• Réponse à la question guide

mémoire1

Fichier Affichage Contrôle Débuguer

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

mémoire1

Fichier Affichage Contrôle Débuguer

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 ☐

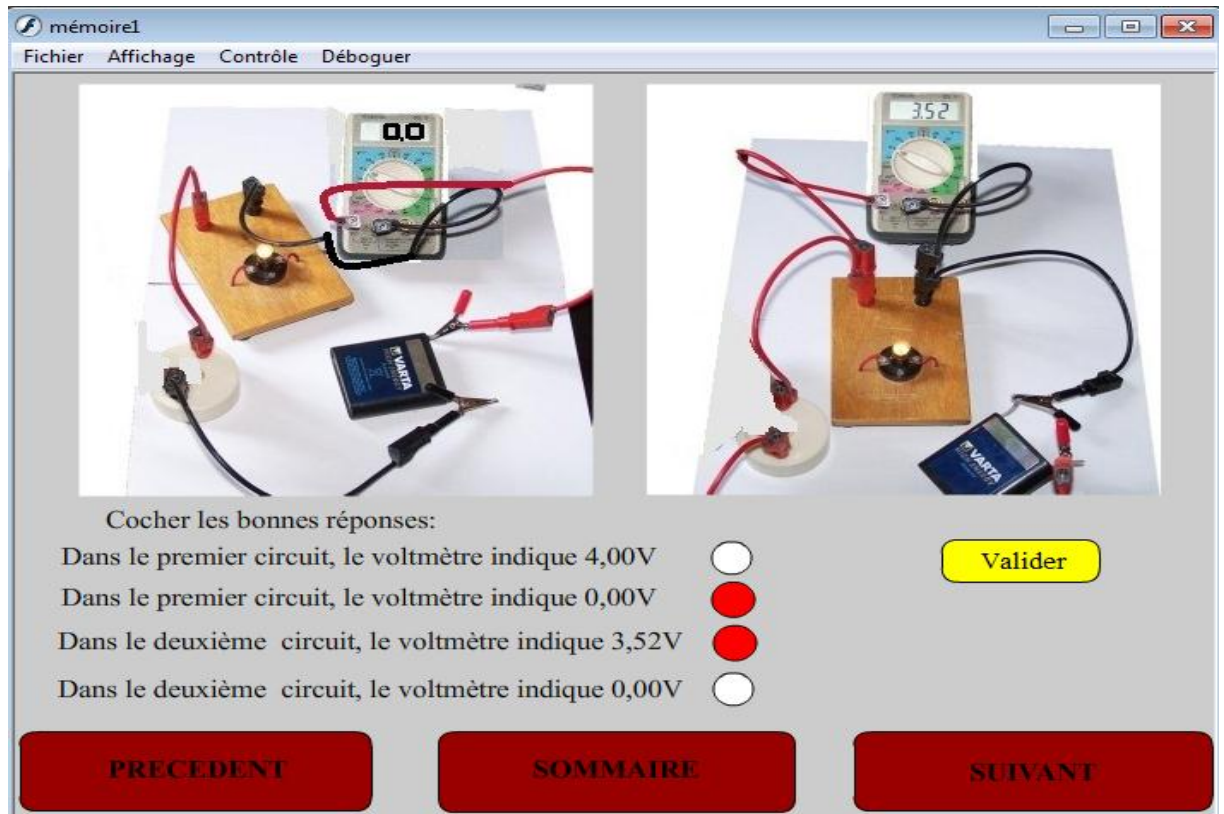
Dans le deuxième circuit, le voltmètre indique 0,00V ☐

Valider

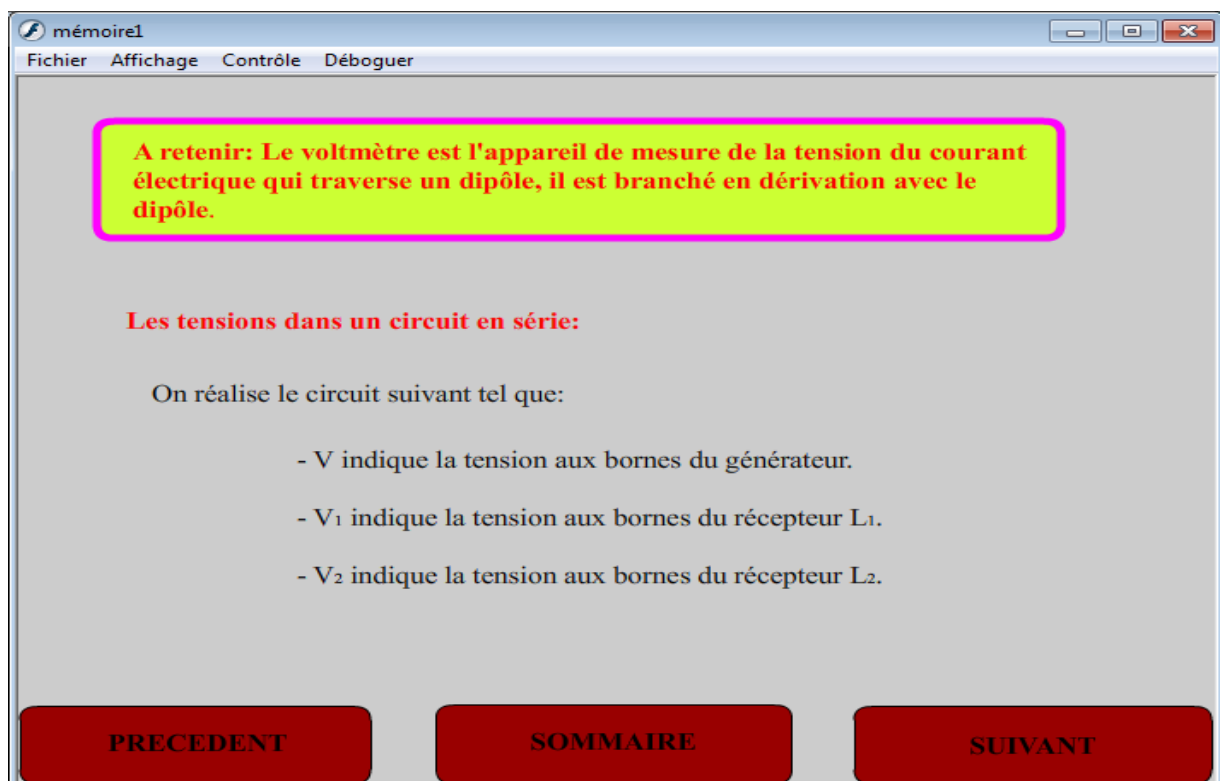
PRECEDENT

SOMMAIRE

SUIVANT

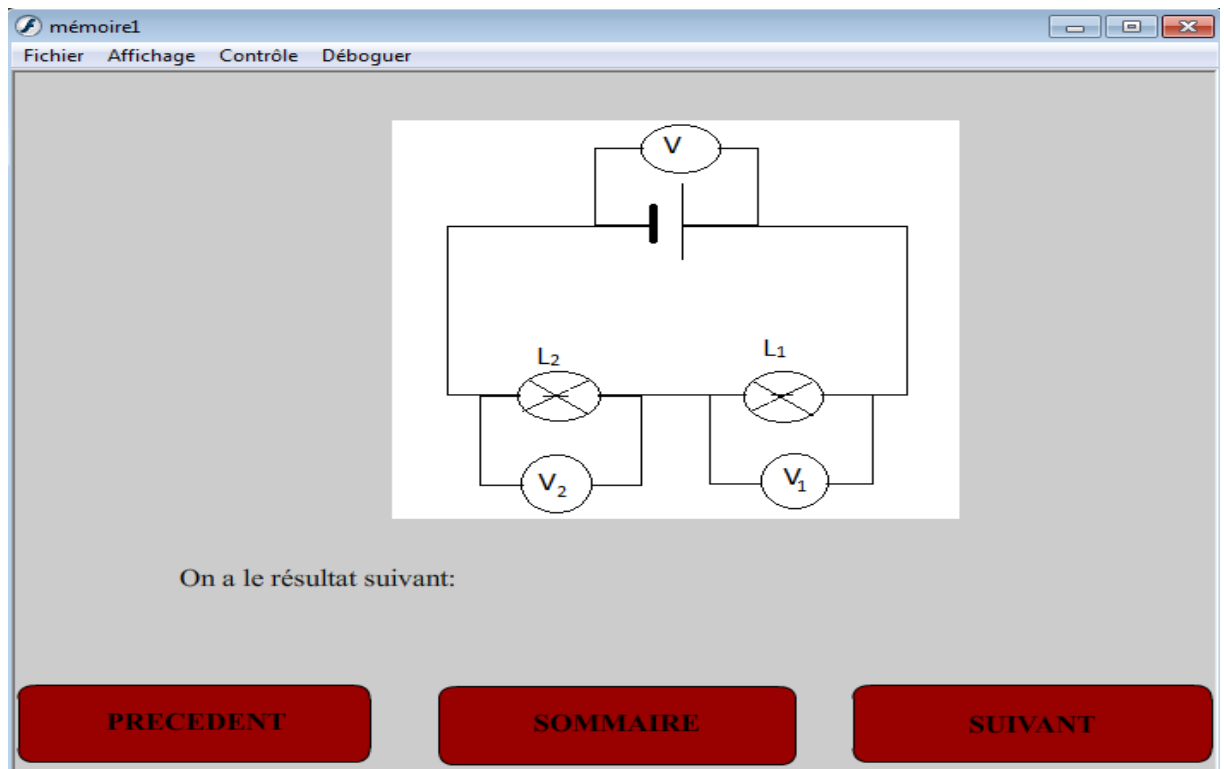


Ce qu'il faut retenir concernant le branchement d'un voltmètre

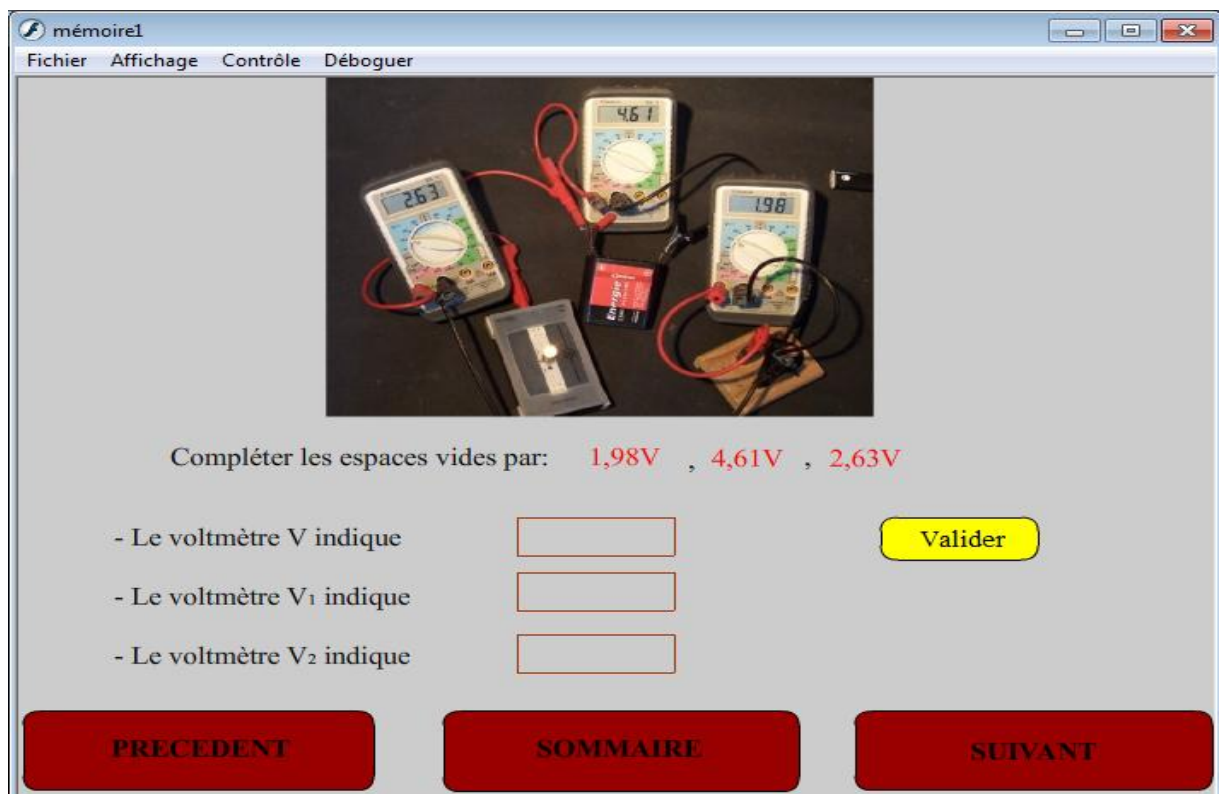


- Tension électrique dans un circuit monté en série

Schéma du montage




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



- Questions guides

mémoire1

Fichier Affichage Contrôle Débuguer



Compléter les espaces vides par: , ,

- Le voltmètre V indique
- Le voltmètre V₁ indique
- Le voltmètre V₂ indique

- Ce qu'il faut retenir

mémoire1final

Fichier Affichage Contrôle Débuguer

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

- U₁ la tension mesurée par le voltmètre V₁.
- U₂ la tension mesurée par le voltmètre V₂

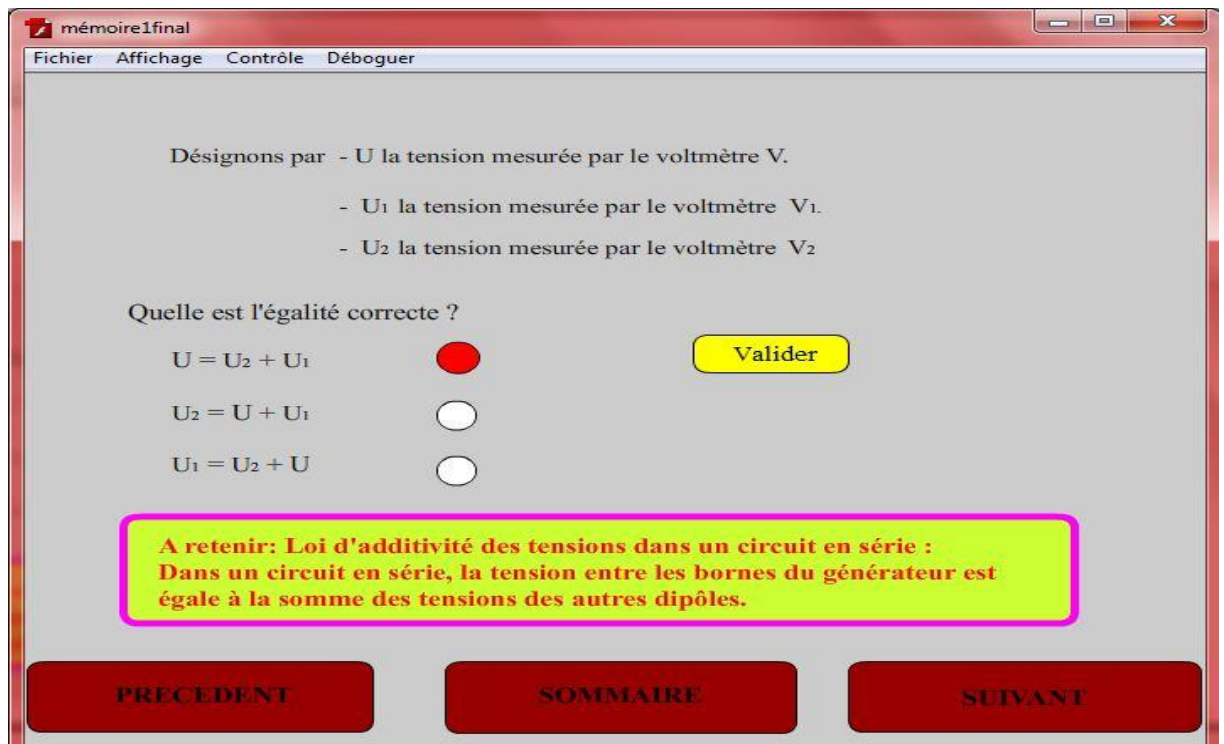
Quelle est l'égalité correcte ?

U = U₂ + U₁ ☐

U₂ = U + U₁ ☐

U₁ = U₂ + 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.



- Circuits montés en dérivation

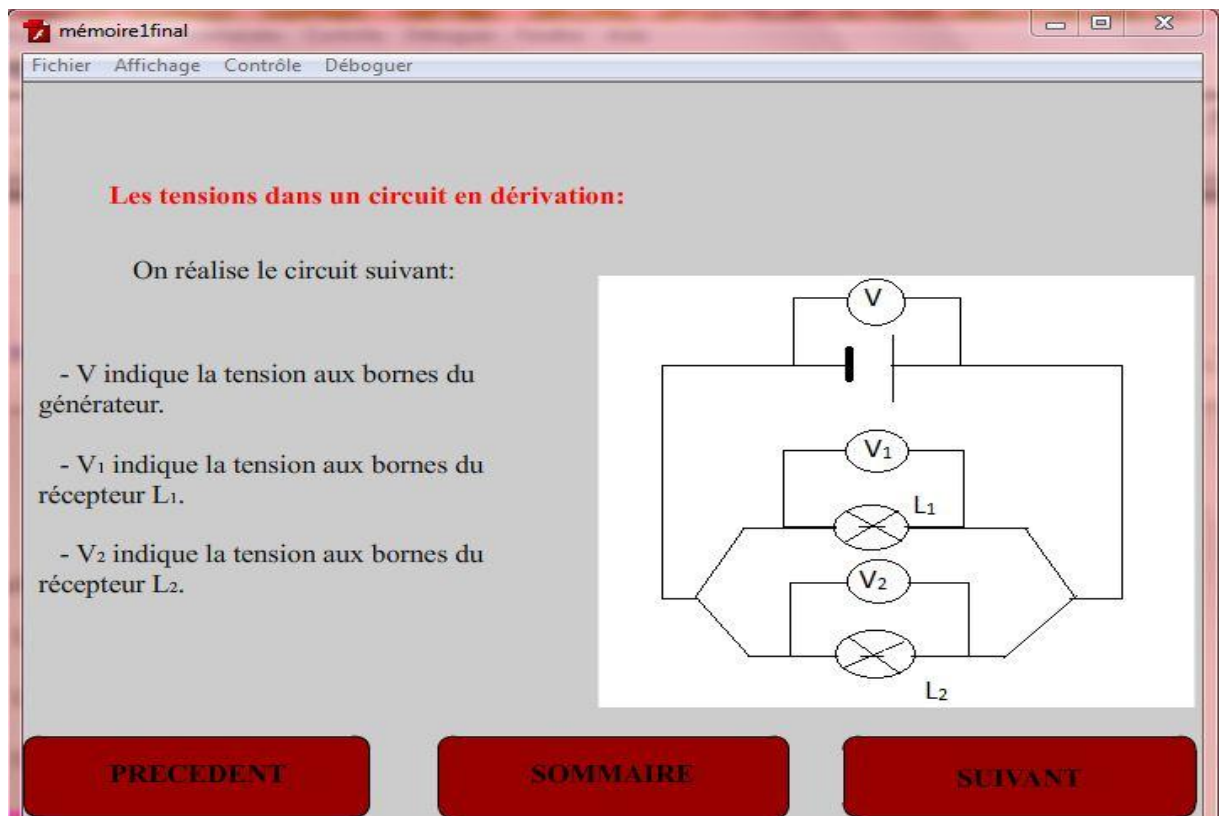



Photo du montage et question guide

mémoire1

Fichier Affichage Contrôle Débuguer

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 Débuguer

On a le résultat suivant:



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

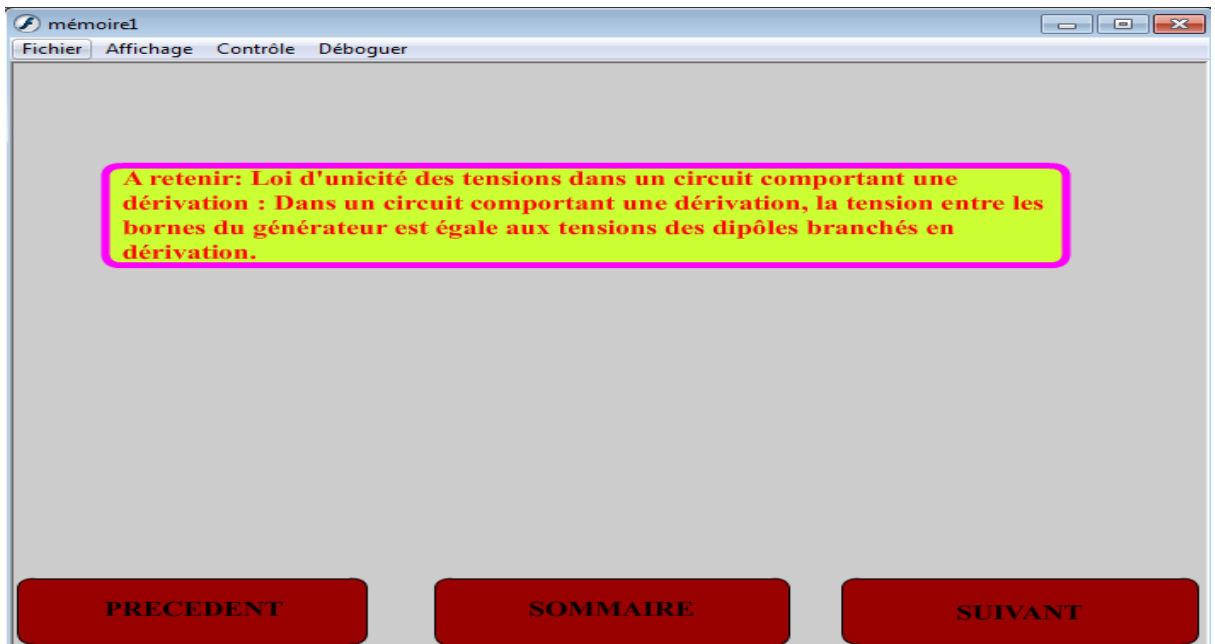
- les 3 voltmètres indiquent la même valeur. ☒
- les 3 voltmètres indiquent des valeurs différentes. ☐

Valider

PRECEDENT SOMMAIRE SUIVANT

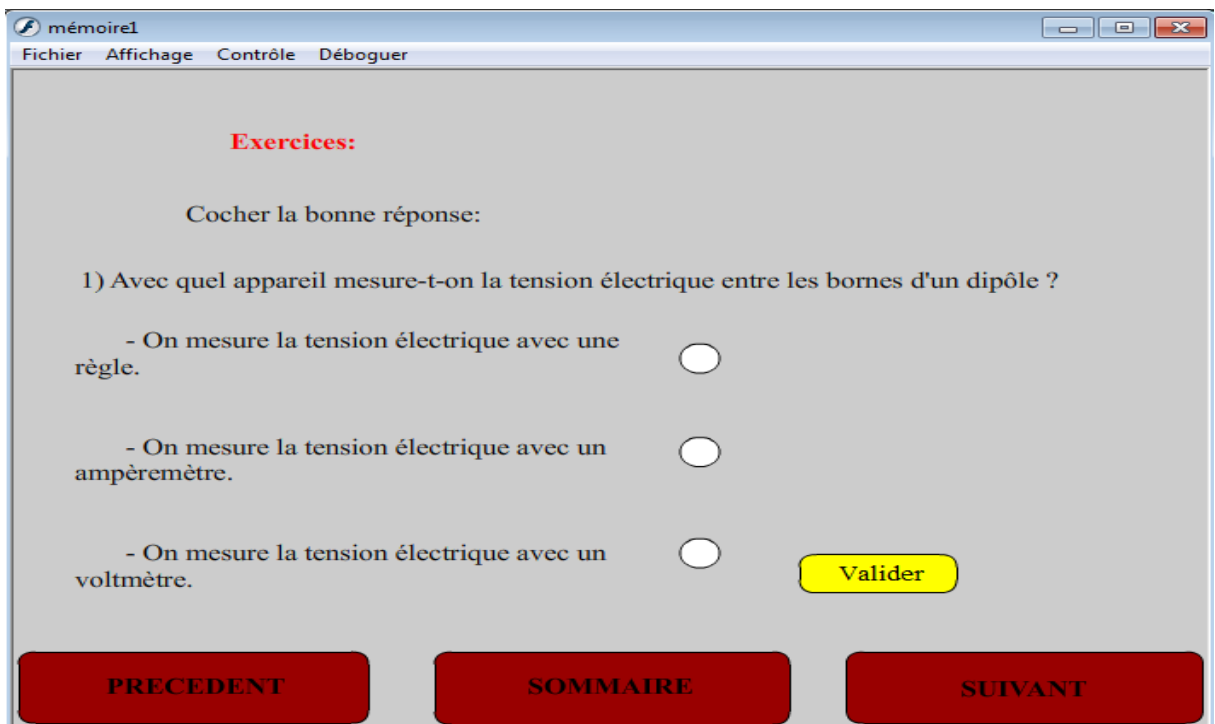
- Ce qu'il faut retenir

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



- Evaluation

Première question



The screenshot shows a software window titled 'mémoire1' with a menu bar containing 'Fichier', 'Affichage', 'Contrôle', and 'Déboguer'. The main area has a red heading 'Exercices:' followed by the instruction 'Cocher la bonne réponse:'. The question is '1) Avec quel appareil mesure-t-on la tension électrique entre les bornes d'un dipôle ?'. There are three radio button options: 'On mesure la tension électrique avec une règle.' (unselected), 'On mesure la tension électrique avec un ampèremètre.' (unselected), and 'On mesure la tension électrique avec un voltmètre.' (selected, indicated by a red dot). A yellow 'Valider' button is to the right of the selected option. At the bottom are three red buttons: 'PRECEDENT', 'SOMMAIRE', and 'SUIVANT'.

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

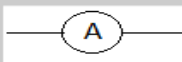
PRECEDENT SOMMAIRE SUIVANT

Deuxième question

The screenshot shows the same software window 'mémoire1'. The question is '2) Quel est son symbole dans un circuit?'. There are two options, each with a circuit symbol and a radio button: a voltmeter symbol (a circle with 'V' inside, connected to a horizontal line) and an ammeter symbol (a circle with 'A' inside, connected to a horizontal line). The voltmeter option is selected. A yellow 'Valider' button is below the options. At the bottom are three red buttons: 'PRECEDENT', 'SOMMAIRE', and 'SUIVANT'.

2) Quel est son symbole dans un circuit?

 ☒

 ☐

Valider

PRECEDENT SOMMAIRE SUIVANT

The screenshot shows a software window titled 'mémoire1' with a menu bar containing 'Fichier', 'Affichage', 'Contrôle', and 'Débuguer'. The main area displays the question: '2) Quel est son symbole dans un circuit?'. Below the question are two circuit symbols: a voltmeter (a circle with 'V' inside, connected in parallel) and an ammeter (a circle with 'A' inside, connected in series). To the right of these symbols are two radio buttons, the top one of which is selected (filled red). Below the radio buttons is a yellow 'Valider' button. At the bottom of the window are three red buttons labeled 'PRECEDENT', 'SOMMAIRE', and 'SUIVANT'.

Troisième question

The screenshot shows the same software window 'mémoire1'. The question is: '3) Comment doit être branché cet appareil de mesure ?'. There are two options, each followed by a radio button: '- Le voltmètre doit être branché en série avec le dipôle.' and '- Le voltmètre doit être branché en dérivation avec le dipôle.' Both radio buttons are currently unselected (white). A yellow 'Valider' button is positioned below the options. The bottom navigation bar with 'PRECEDENT', 'SOMMAIRE', and 'SUIVANT' buttons remains the same.

The screenshot shows a software window titled 'mémoire1' with a menu bar containing 'Fichier', 'Affichage', 'Contrôle', and 'Débuguer'. The main area displays the question: '3) Comment doit être branché cet appareil de mesure ?'. Below the question are two options, each with a radio button: '- Le voltmètre doit être branché en série avec le dipôle.' (with an unselected white radio button) and '- Le voltmètre doit être branché en dérivation avec le dipôle.' (with a selected red radio button). A yellow 'Valider' button is positioned below the options. At the bottom of the window are three red buttons: 'PRECEDENT', 'SOMMAIRE', and 'SUIVANT'.

Quatrième question

The screenshot shows the same software window 'mémoire1' with the question: '4) Les lois de la tension du courant'. There are four options, each with an unselected white radio button: '- 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.', and '- La tension du courant électrique du générateur est unique, celle du générateur est égale à celle des dipôles intermédiaires branchés en série.'. A yellow 'Valider' button is located below the options. At the bottom are two red buttons: 'PRECEDENT' and 'SOMMAIRE'.

mémoire1

Fichier Affichage Contrôle Débuguer

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 référé 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 (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 (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 (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 (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

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

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

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

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

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

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

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 γ est appelé « conductivité » du conducteur

Annexe 2 : Résistance d'un conducteur cylindrique

Considérons un conducteur cylindrique de conductivité γ (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 $V_1 > V_2$.

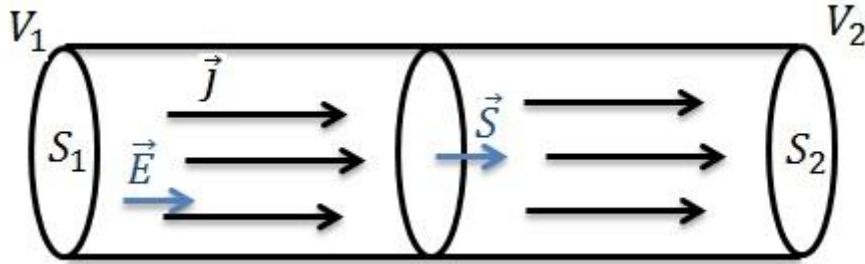


Figure 17 : Conducteur cylindrique

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

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