

SOMMAIRE

| | |
|---|----|
| Introduction | 1 |
| Première partie : ETUDES BIBLIOGRAPHIQUES | |
| I : Programme officiel d'électricité à Madagascar | 4 |
| II: Représentations schématiques et quelques définitions | 5 |
| II-1 : Isolants et conducteurs | 5 |
| II-1-1 Expression de la résistivité d'une tige conductrice..... | 6 |
| II-1-2 Facteurs dont dépend la résistance d'un fil conducteur..... | 7 |
| II-1-3 Résistivité d'un matériau conducteur..... | 7 |
| II-2 LES CONDUCTEURS OHMIQUES | 9 |
| II-2-1 : Résistances réglables ou ajustables. | 9 |
| II-2-2 : Rhéostat..... | 9 |
| II-2-3 : Résistance ajustable..... | 9 |
| II-2-4 : Le potentiomètre | 10 |
| II-2-5 : Les résistors | 10 |
| II-2-5-1 : La résistance : concept électrotechnique..... | 11 |
| II-2-5-2 : Résistance statique | 11 |
| II-2-5-3 : Résistance dynamique..... | 12 |
| II-2-5-4 : Les codes de couleur | 12 |
| II-2-5-5 : Résistances à quatre anneaux..... | 13 |
| II-2-5-6 : Résistances à cinq anneaux..... | 13 |
| II-2-5-7 : Résistances à six anneaux..... | 13 |

| | |
|--|----|
| II-2-5-8 : Séries normalisées..... | 14 |
| II-2-5-9 : Enoncé de la loi d'OHM..... | 14 |
| II-2-5-10 : Autres exemples de composants résistifs..... | 15 |
| II-3 SEMI-CONDUCTEURS..... | 16 |
| II-3-1 : Raffinage..... | 16 |
| II-3-2 : Production du cristal..... | 16 |
| II-3-3 : Semi-conducteurs dopés..... | 17 |
| II-3-4 : Porteurs majoritaires..... | 17 |
| II-4 DIODES..... | 17 |
| II-4-1 : Jonction PN..... | 17 |
| II-4-2 : Eléments capacitifs..... | 18 |
| II-4-3 : Temps de recouvrement..... | 18 |
| II-4-4 : Diodes de redressement..... | 18 |
| II-4-5 : Diodes régulatrices de tension (diodes Zener)..... | 19 |
| II-4-6 : Diodes électroluminescentes..... | 19 |
| II-4-7 : Photodiodes..... | 19 |
| II-4-8 : Principe de fonctionnement..... | 19 |
| II-4-9 : Autres types de diode..... | 21 |
| II-5 TRANSISTORS BIPOLAIRES..... | 22 |
| II-5-1 : Effet transistor..... | 22 |
| II-5-2 : Constitution..... | 23 |
| II-5-3 : Transistor MOSFET..... | 24 |
| II-5-3 : Principe de fonctionnement..... | 25 |

Deuxième partie : CONCEPTION DU COURS D'ELECTRICITE DE LA CLASSE DE SECONDE

| | |
|---|----|
| I- PHENOMENES D'ELECTRISATION..... | 29 |
| I-1 : L'électrisation | 29 |
| I-1-1 : Observations courantes..... | 29 |
| I-1-2 : Conclusion | 30 |
| I-2 Les deux sortes d'électrisation | 30 |
| I-2-1 : Expériences | 30 |
| I-2-2 : Observations | 31 |
| I-2-3 : Interprétation | 31 |
| I-2-4 : Généralisation | 31 |
| I-2-5 : Unité de charge électrique..... | 31 |
| I-3 : Interprétation des phénomènes d'électrisation | 31 |
| II- Le courant électrique | 32 |
| II-1 : L'électron démasqué par Crookes | 32 |
| II-2 : L'électron | 32 |
| II-3 : Nature du courant électrique | |
| dans les métaux | 33 |
| II-4 : Le sens conventionnel du courant | 33 |
| II-5 : Courant électrique dans la solution de chlorure de cuivre..... | 34 |
| III – INTENSITE..... | 35 |
| III-1 : Définition | 35 |
| III-2 : Unité et mesure d'intensité | 35 |
| III-3 : Etude expérimentale d'un circuit | |
| sans dérivation | 35 |
| III-4 : Intensités de courant dérivés | 36 |

| | |
|---|-----------|
| IV- TENSION ENTRE DEUX POINTS D'UN CIRCUIT..... | 36 |
| IV-1 : Définition | 36 |
| IV-2 : Unité et mesure de tension | 37 |
| IV-3 : Production d'une tension alternative | 37 |
| V- DIPOLES PASSIFS..... | 38 |
| V-1 : Définition :..... | 38 |
| V-2 : Etude expérimentale d'un dipôle passif | 38 |
| VI - CONDUCTEURS OHMIQUES | 39 |
| VII- LES DIODES..... | 40 |
| VII-1 : Diode Si (Silicium)..... | 40 |
| VII-2 : Diode Zener..... | 42 |
| VIII- ASSOCIATION DES DIPOLES PASSIFS..... | 43 |
| VIII-1 : La loi des nœuds..... | 43 |
| VIII-2 : Association en série | 43 |
| VIII-3 : Association en parallèle | 43 |
| VIII-4 : Cas des conducteurs | |
| ohmiques : les résistances..... | 44 |
| VIII-4-1 : Association en série | 44 |
| VIII-4-2 : Association en parallèle | 44 |
| IX- MONTAGE ELECTRONIQUE..... | 44 |
| IX-1 : Diode, redressement d'une tension | |
| alternative..... | 44 |
| X-FORCE ELECTROMOTRICE ET RESISTANCE | |
| INTERNE DE LA PILE..... | 46 |
| X-I Recherche du point de fonctionnement | 46 |
| XII- THERMISTANCE..... | 46 |

| | |
|--|----|
| XIII-PHOTORESISTANCE..... | 47 |
| XIV- TRANSISTOR..... | 47 |
| XIV-1 Caractéristiques et propriétés | 47 |
| Troisième partie : CARACTERISTIQUES DE LA PAGE WEB ET PROPOSITION DES FICHES DE TRAVAUX PRATIQUES | |
| I- Caractéristiques de la page web | 51 |
| I-1 Qu'est ce qu'un site web | 51 |
| I-2 Création d'une page web sur HTML | 51 |
| II-Structure générale d'un document HTML..... | 52 |
| III- Différents exemples de balise | 54 |
| III-I Les balises | 54 |
| III-2 Notion d'attribut | 55 |
| III-3 Les balises pour créer des cadres sur une page web | 55 |
| III-4 Comment créer un lien sur un texte sélectionné | 57 |
| IV- Les étapes d'élaboration de la page web sous forme d'organigramme..... | 58 |
| V-Les avantages sur les cours diffusés par internet..... | 61 |
| VI- Fiche TP..... | 62 |
| V-1 Fiche TP d'un résistor..... | 62 |
| V-2 Fiche TP d'une lampe à incandescence..... | 65 |
| Conclusion..... | 67 |

Liste des courbes

| | |
|---|----|
| Courbe 01: Droite caractéristique d'une résistance statique..... | 12 |
| Courbe 02: Courbe caractéristique d'un dipôle non linéaire..... | 12 |

| | |
|---|-----|
| Courbe 03: La droite caractéristique d'un résistor de 2Ω | 40 |
| Courbe 04: Courbe caractéristique d'une diode silicium..... | 41 |
| Courbe 05: Courbe caractéristique d'une diode Zener..... | 42 |
| Courbe 06 : Courbe caractéristique d'une thermistance CTN et CTP..... | 47 |
| Courbe 07: Courbe de caractéristique d'un transistor..... | 48 |
| Courbe 08: Courbe caractéristique d'un résistor($R=25,3\Omega$)..... | 63 |
| Courbe 09: Courbe caractéristique d'une lampe | 66. |

Liste des figures

| | |
|---|----|
| Figure 01: Représentation du champ électrique dans un fil conducteur..... | 6 |
| Figure 02 : Représentation symbolique d'un rhéostat. | 9 |
| Figure 03: Image d'un rhéostat..... | 9 |
| Figure 04: Image d'une résistance réglable..... | 9 |
| Figure 05: Représentation symbolique d'un potentiomètre..... | 10 |
| Figure 06 : Image d'un résistor..... | 10 |
| Figure 07 : Représentation symbolique d'un résistor..... | 11 |
| Figure 08: Illustration d'une résistance à 4 anneaux..... | 13 |
| Figure 09 : Représentation symbolique d'une diode..... | 19 |
| Figure 10: Représentation symbolique d'un transistor NPN..... | 24 |
| Figure 11: Représentation symbolique d'un transistor MOSFET..... | 24 |
| Figure 12: Règle plastique au dessus des bouts de papier, avant le frottement..... | 29 |
| Figure 13: Règle plastique frottée..... | 29 |
| Figure 14: Illustration d'une règle frottée qui attire les papiers, après le frottement..... | 29 |
| Figure 15: Interaction de deux bâtons de même nature et frottés avec le même chiffon..... | 29 |
| Figure 16: Interaction de deux bâtons de nature différente et frottés avec le même chiffon..... | 29 |
| Figure 17: Faisceau d'électron | 32 |
| Figure 18: Faisceau d'électron dévié par l'aimant..... | 33 |

| | |
|--|----------|
| Figure 19: Sens des électrons dans un petit montage d'ampoule..... | 33 |
| Figure 20: Circuit électrique incluant une solution de chlorure de cuivre..... | 34 |
| Figure 21: Permutation des deux résistors et un ampèremètre, monté en série..... | 36 |
| Figure 22: Montage en dérivation de deux résistors et trois ampèremètres..... | 36 |
| Figure 23: Création d'une tension alternative visualisée par un oscilloscope..... | 37 |
| Figure 24: Schéma d'un dispositif pour étudier la caractéristique d'un dipôle..... | 38 et 62 |
| Figure 25: Illustration d'une diode..... | 41 |
| Figure 26: Exemple de sens de l'intensité dans un nœud..... | 43 |
| Figure 27: Schéma de principe pour l'association en série..... | 43 |
| Figure 28: Schéma de principe pour une association en parallèle | 43 |
| Figure 29: Schéma d'un redressement à simple alternance..... | 45 |
| Figure 30: Spot d'un courant alternatif, redressé à une simple alternance..... | 45 |
| Figure 31: Schéma d'un redressement à double alternance..... | 45 |
| Figure 32: Spot d'un courant alternatif, redressé à double alternance..... | 45 |
| Figure 33: Image d'une photorésistance..... | 47 |
| Figure 34: Schéma d'une amplification par un transistor..... | 48 |
| Figure 35: Processus pour ouvrir « bloc- notes »..... | 52 |
| Figure 36: Les principales balises d'une page HTML..... | 53 |
| Figure 37: Mode « enregistrer sous » du « bloc- notes »..... | 53 |
| Figure 38: Emplacement et création du nom du page HTML..... | 54 |
| Figure 39: Les balises à suivre pour créer un frame (gauche, droite)..... | 55 |
| Figure 40: La page créée, divisée en deux (gauche, droite)..... | 55 |
| Figure 41: Les balises à suivre pour créer un frame (haut, bas)..... | 56 |
| Figure 42: La page créée, divisée en deux (haut, bas)..... | 56 |
| Figure 43: Les balises utilisées pour insérer une image..... | 57 |
| Figure 44: Organigramme d'élaboration de la page web contenant des cadres..... | 58 |
| Figure 45: Les étapes à suivre pour créer une page avec des cadres (frames)..... | 58 |
| Figure 46 : Image d'une page à deux frames..... | 59 |

| | |
|---|----|
| Figure 47 : Organigramme d'élaboration d'une page web sans cadre (frame)..... | 59 |
| Figure 48 : Création d'une page html contenant des images et des textes..... | 60 |
| Figure 49 : Image de la page ainsi créée à partir du bloc-notes de la figure 48..... | 60 |
| Figure 50: Dispositif, à générateur réglable, pour étudier un résistor..... | 64 |
| Figure 51 : représentation symbolique d'une lampe..... | 65 |

Liste des tableaux

| | |
|--|----|
| Tableau 1 : La résistivité de quelques métaux, alliages métalliques et non métaux..... | 08 |
| Tableau 02: Tableau comparatif des transistors bipolaires et transistors à effet de champ..... | 25 |
| Tableau 03 : Caractéristique d'un résistor de 2Ω | 39 |
| Tableau 04: Caractéristique d'une diode silicium..... | 41 |
| Tableau 05: Caractéristique d'une diode Zener..... | 42 |
| Tableau 06: Exemples des balises et son rôle..... | 57 |
| Tableau 07: Tableau caractéristique d'un résistor ($R = 25,3\Omega$)..... | 63 |
| Tableau 08: Tableau vide d'une caractéristique d'un résistor..... | 64 |
| Tableau 09 : Les valeurs du rapport entre $U(V)$ et $I(A)$ d'une lampe..... | 66 |

Liste des abréviations :

DEL : Diode Electroluminescente

DDP : Différence De Potentiel

NPN : Négative-Positive-Négative

CTN : Coefficient de Température Négative

CTP : Coefficient de Température Positive

ZCE: Zone de Charge d'Espace

OCT: Oscillateurs Commandés en Tension

UHF: Ultra Haute Fréquence

VCB: Voltage Collecteur Base

VCE: Voltage Collecteur Emetteur

VL : Voltage Limit

VZ: Voltage Zener

MOSFET: Metal Oxide Semiconductor Field Effect Transistor

J FET : Junction Field Effect Transistor

URL : Uniform Ressource Locator

INTRODUCTION.

Actuellement l'environnement numérique et technologique prend une grande ampleur dans notre vie quotidienne, dominée par l'informatique.

L'exemple concret que l'on prend est « le site Internet » où l'on peut accéder à des documents déposés, ou pour écrire et diffuser un texte. Parmi ces documents déposés, figurent des cours réservés aux élèves et des documents offerts aux enseignants.

Des résultats de recherches effectuées dans plusieurs centres de recherches (centre de Méthodologie de conception d'environnement multimédias interactifs en formation à distance, études des phénomènes conversationnels sur l'inforoute média et formation à distance télé-Université Québec Canada, Centre de recherches pour l'éducation permanente de l'Université Louis Pasteur- Strasbourg I, Centre multimédia de l'Université de la Réunion) ont confirmé que l'introduction des TIC dans l'enseignement-apprentissage est actuellement incontournable.

Sur ce dernier cas, le site Internet présente une offre numérique en ligne qui s'adresse principalement aux élèves, aux étudiants, et même aux enseignants des écoles, collèges, lycées et universités. Il vise à mettre à leur disposition des données essentielles des principaux domaines de savoir, sous forme de textes, d'images fixes ou animées, des ressources sonores, et libres de droits pour usage scolaire. De plus, les outils de communication comme le message électronique (e-mail) et le site web sont très exploités par les établissements de recherche et d'enseignement (primaire, secondaire et universitaire).

Ainsi, ce travail intitulé : « CREATION DES PAGES WEB POUR L'ENSEIGNEMENT DE L'ELECTRICITE DE LA CLASSE DE SECONDE » se situe dans l'ensemble des études et recherches menées au sein du Centre d'Etudes et de Recherches en physique-chimie (CER-PC) sur l'introduction des TIC dans l'enseignement des sciences physiques.

L'électricité est très utilisée dans la vie quotidienne. On peut citer à titre d'exemple l'alimentation des postes téléviseurs, des radios, des téléphones portables... La non maîtrise de la base de l'électricité (électricité de la classe de seconde) constitue des lacunes dans l'exploitation des produits de l'informatique et de l'électronique, très répandus dans les grands marchés locaux et internationaux.

Les pages web sont consultables pendant toute l'année et constitue une ressource documentaire pour tous les élèves, étudiants et chercheurs.

Si l'on utilise la nouvelle technologie, les outils informatiques requis sont :

- Une unité centrale munie de clavier, souris, et écran.
- Des divers logiciels pour mieux créer le site (bloc note, Windows media Player, Microsoft Word 2003 ou 2007, paint, ulead, paint shop pro).

Notre travail consiste alors à :

- Créer des pages web sur l'électricité de la classe de seconde,
- Intégrer la nouvelle technologie dans l'enseignement et l'apprentissage des sciences physiques.

Ce mémoire est divisé en trois parties :

Dans la première partie nous présentons les généralités utiles pour la compréhension du contenu de ce travail et le programme officiel d'électricité du secondaire.

Dans la deuxième partie, nous avançons le cours d'électricité du programme de seconde.

Dans la troisième, nous donnons les caractéristiques et l'exploitation de ces pages web et nous terminons par une conclusion générale.

Première partie : études bibliographiques

I - Programme officiel d'électricité à Madagascar :

Un programme répertorie l'ensemble des matières, sujets et connaissances sur lesquels porte un enseignement, un examen ou un concours.

Les programmes scolaires définissent les connaissances, les savoirs et les méthodes que chaque élève doit avoir vus, parcourus et acquis tout au long de sa scolarité, dans chaque discipline et dans chaque classe.

Les programmes sont élaborés par les directions du ministère le Conseil national des programmes et l'Inspection générale. Ils sont complétés par les instructions, rédigées par l'Inspection générale, qui explicitent ce qui doit absolument être étudié et acquis et ce qui est de l'ordre de l'approfondissement et du complémentaire; la didactique de chaque discipline y est précisée.

Les contenus font l'objet de révisions périodiques (environ tous les cinq ou six ans). Depuis de nombreuses années, l'UERP (Unité d'Etude et de Recherche Pédagogique) fait une remise en question de leurs contenus et la demande essentielle de modification consisterait à fixer des objectifs généraux.

Et à la fin de l'année scolaire, les objectifs généraux définis par le programme officiel doivent être atteints.

Citons les objectifs généraux du programme d'électricité de la classe de seconde à partir de l'année scolaire 1996/1997 jusqu'à nos jours:

L'élève doit être capable de (d') :

- Interpréter le passage du courant électrique dans un conducteur métallique ;
- Définir l'intensité du courant électrique ;
- Tracer les caractéristiques de quelques dipôles ;
- Utiliser une diode électroluminescente (D.E.L), une thermistance, une photorésistance et un transistor.

Bref, ces objectifs de l'enseignement de l'électricité au lycée répondent à plusieurs exigences comme ceci :

- offrir à chacun, futur scientifique ou pas, une culture de base dans un domaine de la connaissance indispensable à la compréhension du monde qui nous entoure, et ceci à une époque où nous sommes confrontés à des choix de société, notamment en matière d'environnement,
- faire comprendre ce qui différencie la science des autres domaines de la connaissance, par une pratique de la démarche scientifique,
- faire apparaître les liens entre l'activité scientifique et le développement technologique qui conditionne notre vie quotidienne,
- permettre à chaque lycéen de s'orienter, selon ses goûts, vers des études scientifiques jusqu'au baccalauréat.

II Représentations schématiques et quelques définitions :

II-1 Isolants et conducteurs :

--- Les corps qui ne possèdent pas d'électrons libres, ne peuvent pas conduire le courant électrique : ils sont appelés isolants (ou encore diélectriques).

---Les conducteurs sont les corps qui permettent le passage du courant électrique. Contrairement aux isolants qui ne se laissent pas traversés par les courants. Les principaux conducteurs sont des métaux ainsi que leurs alliages. L'eau, le sol, le corps humain sont également des conducteurs mais de mauvais conducteurs.

---Parmi les isolants, citons l'air, le verre, le caoutchouc, la porcelaine, la céramique (utilisés pour l'isolation des lignes électriques), et de nombreuses matières plastiques comme le polyéthylène, le polystyrène, le plexiglas. Dans un interrupteur, c'est l'air isolant qui empêche le courant de passer.

---Certaines substances sont constituées d'atomes pouvant libérer un ou plusieurs électrons qui se déplacent dans le réseau atomique du matériau, produisant alors un courant électrique. Ces substances, qui peuvent être solides, liquides ou gazeuses, sont appelées conducteurs. Les meilleurs conducteurs sont les métaux, en particulier le cuivre et l'argent. Il existe également des liquides conducteurs comme les solutions électrolytiques, dans lesquelles les ions positifs se dirigent vers les points de faible potentiel, alors que les ions négatifs se déplacent dans le sens opposé. De même, dans un gaz ionisé, les ions se déplacent dans deux directions opposées selon leur charge, en générant un courant. On remarque donc que le courant électrique produit par les liquides et les gaz conducteurs est dû en fait à un double flux d'ions, à la différence de ce qui se produit dans la plupart des solides conducteurs, où le flux des électrons est unilatéral.

---les porteurs de charge responsables de la conduction électrique dans les métaux sont des électrons de conduction. Quand il n'y a pas de champs électrique \vec{E} , ces électrons de conduction effectuent un mouvement complètement désordonné dû à l'agitation thermique (mouvement thermique des électrons : le nombre des électrons qui se déplacent dans un sens quelconque est égal au nombre des électrons qui se déplacent dans le sens contraire), aucun courant n'existe. Au cours de leur mouvement les électrons de conduction subissent des chocs avec les ions positifs du réseau cristallin. Les électrons reçoivent de l'énergie cinétique

E_c fournie par le champ extérieur. Des collisions ont pour effet de freiner le mouvement de l'électron : c'est la cause de la résistance de métal. Après chaque collision l'électron a cédé totalement son énergie cinétique E_C à l'ion, et cette énergie transférée est transformée en énergie thermique et le métal s'échauffe. (C'est l'effet joule créé dans un métal).

II -1-1 Expression de la résistivité d'une tige conductrice :

---Soit un fil cylindrique conducteur de conductivité g . Soit S sa section, l sa longueur ; une différence de potentiel électrique constante est maintenue entre les 2 sections A et B du fil.

$\ell = 1/g$: c'est la résistivité du conducteur.

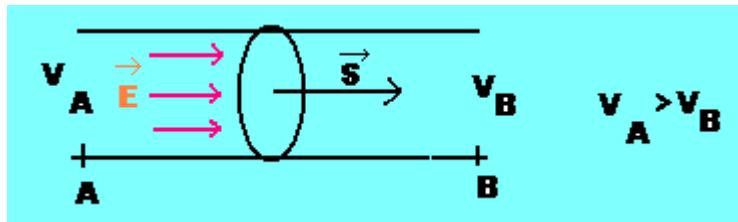


Figure 01: Représentation du champ électrique dans un fil conducteur

On appelle densité de courant, l'intensité du courant à travers une unité de surface perpendiculaire aux lignes du courant.

$$\text{Ici } j = \frac{I}{S}$$

Avec j : la densité du courant.

$$\begin{aligned} \text{Alors } V_A - V_B &= - \int_B^A \vec{E} \cdot \vec{dl} \\ &= - \int_B^A E \cdot dl \cdot \cos 180^\circ = \int_B^A E \cdot dl \end{aligned}$$

$$\text{Posons } V = V_A - V_B = E \int_B^A dl = E.l$$

$$\text{Donc } E = \frac{V}{l}$$

D'après la loi d'Ohm locale $j = g.E$ avec g : conductivité

$$\text{Alors } I = j.S = g.E.S$$

$$\text{On remplace donc } E \text{ par sa valeur } (E = \frac{V}{l})$$

Et on tire alors la résistivité

$R = \rho \frac{l}{S}$: Résistance d'une tige conductrice ohmique(Ω)
 ρ : résistivité ($\Omega \cdot \text{m}$)
l : longueur du tige(m)
S : section de la tige(m^2)

Du point de vue du circuit, la résistance ne stocke pas d'énergie, mais la dissipe. Et la puissance vaut :

$$P = R \cdot I^2 = V_{AB} / R \quad (\text{effet joule})$$

II-1-2 Facteurs dont dépend la résistance d'un fil conducteur :[17]

- **Influence de la longueur**

Plus un fil est long, plus sa résistance est grande.

La résistance d'un fil est proportionnelle à sa longueur.

- **Influence de la grosseur:**

Plus un fil est fin, plus sa résistance électrique est grande.

La résistance d'un fil est inversement proportionnelle à sa section, c'est- à-dire au carré de son diamètre (si le fil a une section circulaire)

- **Influence de la nature du matériau:**

Certains métaux (argent, cuivre, or, aluminium) sont meilleurs conducteurs que d'autres (fer, plomb).

On réalise des alliages métalliques qui ont des résistances électriques beaucoup plus importantes que les métaux qui les constituent (nichrome, maillechort...).

II-1-3 Résistivité d'un matériau conducteur :[17]

On définit la résistivité ρ (rhô) d'un matériau comme étant la résistance d'un fil de longueur unité (1m) et de section unité (1m^2), réalisé avec ce matériau.

Etant donnée lénormité de la section unité ($1m^2$), la mesure de la résistivité d'un métal exprimée en ohm-mètre est très faible (de l'ordre de 10^{-8}).

Résistivité de certains **métaux, alliages métalliques et non métaux** :

| Matériaux | Résistivité $\times 10^{-8}$ Ωm | | Matériaux | Résistivité $\times 10^{-8} \Omega m$ |
|------------------|---|--|-------------------|--|
| argent | 1,6 | | platine | 10 |
| cuivre | 1,7 | | fer | 10 |
| or | 2,4 | | silicium | 10 |
| aluminium | 2,7 | | étain | 18 |
| magnésium | 4,6 | | plomb | 21 |
| tungstène | 5,6 | | germanium | 46 |
| zinc | 6 | | constantan | 49 |
| nickel | 7 | | mercure | 96 |
| laiton | 7 | | nichrome | 100 |
| cadmium | 7,6 | | carbone | 3500 |

Tableau 01: La résistivité de quelques métaux, alliages métalliques et non métaux

Effet thermique:

Le courant électrique provoque l'échauffement de tous les conducteurs qu'il traverse. On appelle ce phénomène l'effet Joule.

Le dégagement de chaleur est variable, il dépend de la nature et de la grosseur du conducteur ainsi que de l'intensité (grandeur) du courant.

Dans le filament d'une lampe à incandescence, le dégagement de chaleur entraîne une élévation très grande de la température (plus de $2500^\circ C$). Le filament émet alors une lumière vive.

Principales applications: appareils de chauffage et d'éclairage.

II-2 LES CONDUCTEURS OHMIQUES :

II-2-1 Résistances réglages ou ajustables :

Il ne faut pas confondre les résistances réglables ou ajustables et les résistances variables. Les résistances réglables sont des résistors sur lesquels on peut agir pour modifier la résistance en manoeuvrant un bouton. Un contact se déplace sur le conducteur et fait ainsi varier la longueur de la partie utile de ce conducteur.

II-2-2 Rhéostat :[15]



Figure 02: Représentation symbolique d'un rhéostat

Le **rhéostat** est une résistance réglable. En tournant le bouton, un système de guidage hélicoïdal déplace un contact qui vient frotter sur les spires de fil de nichrome.

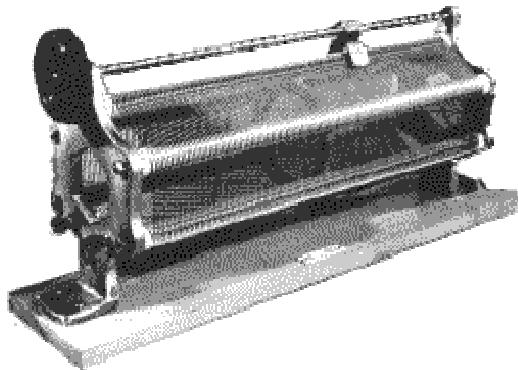


Figure 03 : Image d'un rhéostat

II-2-3 Résistance ajustable :[15]



Ce résistor ajustable est constitué d'une piste circulaire en carbone sur laquelle vient frotter un contact que l'on peut déplacer à l'aide d'un tournevis. On remarquera qu'il existe 3 bornes, car les deux extrémités de la piste peuvent être connectées. Si on n'utilise qu'une seule des 2 bornes situées aux extrémités de la piste et la borne centrale on a une résistance ajustable (ou réglable).

Si on utilise les 3 bornes, on a un **potentiomètre**

Figure 04 : Image d'une résistance réglable

II-2-4 : Le potentiomètre :[15]

Symbole associé :

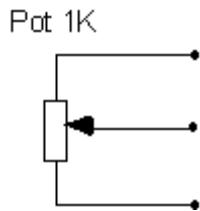


Figure 05 : Représentation symbolique d'un potentiomètre

Cet élément peut servir de résistance variable manuellement, si l'on connecte deux des trois bornes ensemble.

Le symbole est aussi parfois utilisé pour exprimer que dans un circuit, la valeur de la résistance est commandée.

Les potentiomètres sont abondamment utilisés en électronique. Chaque fois que nous tournons un bouton pour augmenter ou diminuer le son de votre radio, la luminosité de notre lampadaire, nous manœuvrons un potentiomètre.

Il existe des potentiomètres rotatifs, mais aussi des potentiomètres rectilignes dans lequel le contact se déplace en ligne droite (comme le rhéostat au-dessus).

On distingue plusieurs sortes de potentiomètres suivant la variation de la résistance en fonction du déplacement du contact.

Si la résistance est proportionnelle au déplacement, le potentiomètre est dit **linéaire** (type A). Mais on fabrique également des potentiomètres à variation **logarithmique** (type B).

II-2-5 : LES RESISTORS : [15]



Figure 06: Image d'un résistor

Les **résistors** sont des dipôles fabriqués spécialement pour leur résistance électrique.

On peut les appeler aussi « les résistances ».

Fiche d'identité

Famille : conducteurs ohmiques

Nom : résistor

Grandeur : résistance

Symbole : 

unité : Ohm (Ω) (ou les multiples $K\Omega$ et $M\Omega$)

Les résistances servent à réduire le passage du courant, dont l'intensité est définie par la loi d'Ohm.

Résistors à couche de carbone

A chaud et sous une atmosphère d'hydrocarbure et d'argon, une couche de carbone est déposée sur de petits barreaux isolants. On fixe des bagues de connexion aux extrémités et on ajuste la résistance à la valeur désirée en creusant la couche de carbone en forme d'hélice.

Résistors à couche métallique:

Ils sont obtenus par un dépôt d'une couche fine (0,1mm) d'un alliage résistant sur un barreau isolant en céramique ou en quartz. Ce sont des résistors qui ont un faible coefficient de température.

Remarque: convention récepteur: le courant "descend" les potentiels.



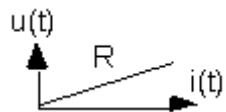
Figure 07 : Représentation symbolique d'une résistance

II-2-5-1 La résistance : concept électrotechnique :

Le concept de résistance est défini comme le rapport de la tension sur le courant.

II-2-5-2 Résistance statique :[19]

$$R = \frac{u(t)}{i(t)} : \text{Résistance (statique)} (\Omega)$$



Courbe01 : Droite caractéristique d'une résistance statique.

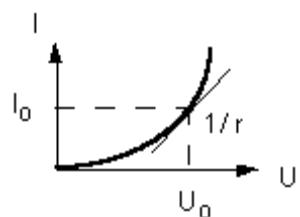
II-2-5-3 Résistance dynamique :[19]

La résistance dynamique est définie comme le rapport des accroissements de tension sur ceux de courant, à un point de fonctionnement donné.

$$r = \frac{\Delta u}{\Delta i} \text{ } (\Omega)$$

Résistance dynamique .

Par exemple, dans le cas de la caractéristique courant-tension d'un dipôle non linéaire comme la diode, on définit sa résistance dynamique ainsi, nous avons la courbe caractéristique de $I = f(U)$ pour un dipôle non linéaire.



Courbe 02 : Courbe caractéristique d'un dipôle non linéaire.

II-2-5-4 LES CODES DE COULEUR : [15]

Le plus souvent, la résistance se présente avec des **bagues de couleurs** (*anneaux*) circulaires. Chaque couleur correspond à un chiffre. La correspondance entre les chiffres et les couleurs des anneaux constitue ce qu'on appelle le **code des couleurs** et permet de déterminer la valeur d'une résistance ainsi que sa tolérance.

Il faut tout d'abord placer la résistance dans le **bon sens**. En général, la résistance possède un **anneau doré** ou **argenté**, qu'il faut placer **à droite**. Dans d'autres cas, c'est l'anneau **le plus large** qu'il faut placer **à droite**. La résistance d'un résistor est codée à l'aide d'anneaux de couleurs. Chaque couleur représente un chiffre.

| | | | | | | | | | |
|------|--------|-------|--------------|------|------|--------|------|-------|---|
| 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| noir | marron | rouge | orange jaune | vert | bleu | violet | gris | blanc | |

Les deux premiers anneaux donnent les deux chiffres significatifs de la résistance (ex: 3 et 6 soit 36).

Le troisième anneau indique le multiplicateur c'est-à-dire le nombre de zéros à rajouter à droite ou l'exposant de la puissance de 10 (ex: 2 soit 2 zéros à rajouter: 3600)

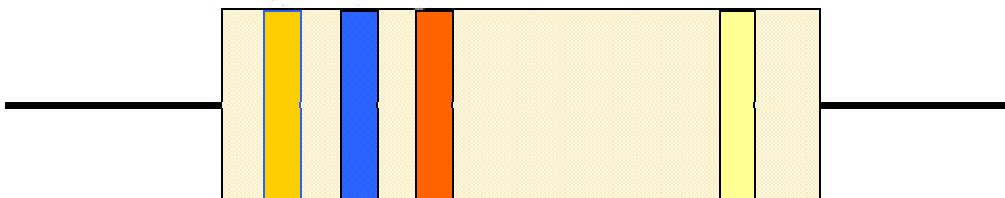


Figure 08: Illustration d'une résistance à 4 anneaux [15]

$$\text{Résistance } R = 36 \times 10^2 \Omega = 3600 \Omega = 3,6k\Omega$$

Le 4ème anneau indique la tolérance. Il est **or (5%)** ou **argent (10%)**. S'il est absent, la tolérance est de **20%**

La tolérance est l'écart maximum qui peut exister entre la valeur nominale indiquée par les anneaux et la valeur réelle.

Dans notre exemple elle représente 5% de 3600 ohms soit : **3600ohms x 0,05 = 180 ohms**

Il existe **trois types** de résistances : les résistances à 4, 5 et 6 anneaux.

II-2-5-5 Résistances à 4 anneaux :[20]

Les deux premiers anneaux donnent les **chiffres significatifs** (le premier donne la dizaine et le second indique l'unité).

Le troisième donne le **multiplicateur** (la puissance de 10 qu'il faut multiplier avec les chiffres significatifs).

Le quatrième indique la **tolérance** (les incertitudes sur la valeur réelle de la résistance donnée par le constructeur).

II-2-5-6 Résistances à 5 anneaux :[20]

Les trois premiers anneaux donnent les **chiffres significatifs**.

Le quatrième donne le **multiplicateur** (la puissance de 10 qu'il faut multiplier avec les chiffres significatifs).

Le cinquième marque la **tolérance** (les incertitudes sur la valeur réelle de la résistance donnée par le constructeur).

II-2-5-7 Résistances à 6 anneaux :[20]

Les quatre premiers anneaux ont la même signification que les résistances à 5 anneaux (voir ci-dessus).

Le sixième est un **coefficent de température** (variation de la conductivité électrique avec la température).

Astuce

Un moyen mnémotechnique, pour se rappeler du code des couleurs, est de retenir l'une des deux phrases suivantes :

Ne Manger Rien Ou Je Vous Brûle Votre Grande Barbe

ou

Ne Mangez Rien Ou Jeûnez VBien Votre Grande Bêtise

N : noir (0)

M : marron (1)

R : rouge (2)

O : orange (3)

J : jaune (4)

V : vert (5)

B : bleu (6)

V : violet (7)

G : gris (8)

B : blanc (9)

La **place des mots** dans la phrase indique le chiffre correspondant à la **couleur de l'anneau**.

II-2-5-8 Séries normalisées :[15]

Peut-on trouver une résistance de 93 ohms?

Non! Pour les résistors classiques, il existe des séries normalisées **E6**, **E12**, E24, E48 qui limitent les possibilités des 2 chiffres significatifs

La liste suivante représente les 24 valeurs de la série E24

10, 11, 12, 13, 15, 16, 18, 20, 22, 24, 27, 30, 33, 36, 39, 43, 47, 51, 56, 62, 68, 75, 82, 91.

Les 12 valeurs de la série E12 sont en gras (de 2 en 2)

Les 6 valeurs de la série E6 sont en rouge (de 4 en 4)

Exemple : Un résistor de **680 Ω** appartient à la série **E6**, mais un résistor de 7,5 kΩ partie de la série E24 (*plus difficile à trouver*).

II-2-5-9 Enoncé de la loi d'OHM :

La tension U aux bornes d'un conducteur ohmique est égale au produit de sa résistance R par l'intensité I du courant qui le traverse.

$$U = R \cdot I$$

U : tension en volts I : intensité en ampères R : résistance en ohms

Lorsqu'on branche un conducteur à une tension donnée, il résulte un courant, dont l'intensité dépend de la résistance du conducteur à son passage.

La loi d'Ohm exprime que certains matériaux ont un comportement linéaire :

En termes des circuits et systèmes :

$$u(t) = R \cdot i(t)$$

u(t) : tension aux bornes de la résistance(V)

R : résistance (valeur fixe) (Ω)

I(t) : courant traversant la résistance (A)

II-2-5-10 Autres exemples de composants résistifs :[33]

- Les *Photorésistances* dont la valeur de la résistance dépend de l'éclairement sont constituées d'inclusions de sulfure de cadmium dans du plastique.

- Les *Thermistances* dont la valeur de la résistance dépend de la température, sont des composants formés d'une agglomération d'une poudre de semi-conducteur que l'on obtient

par frittage d'oxydes métalliques. Elles peuvent être utilisées comme capteur de température avec de faibles intensités, comme régulateur de température, ou protecteur contre les surintensités. Le coefficient de température peut être négatif (CTN) ou positif (CTP) selon les matériaux utilisés.

Les CTP (Coefficient de Température Positif, en anglais PTC, Positive Temperature Coefficient) sont des thermistances dont la résistance augmente fortement avec la température dans une plage de température limitée (typiquement entre 0 et 100°C), mais diminue en dehors de cette zone.

Les Thermistances à coefficient de température négatif (CTN) sont des résistances dont la résistance à dissipation nulle (sans passage de courant), diminue lorsque la température augmente.

- Les *Varistances* (en anglais *voltage dependent resistor*), dont la valeur de la résistance est fonction de la tension appliquée. Ce sont des composants constitués de cristaux de carbures de silicium agglomérés par un liant céramique. Leur résistance varie en fonction de la différence de potentiel entre ses bornes: ce sont des composants non linéaires. Elles sont utilisées en régulation de tension et en protection contre les surtensions.

II-3 SEMI-CONDUCTEURS :

Les semi-conducteurs sont des conducteurs non métalliques ayant une résistivité intermédiaire entre celles des conducteurs et celles des isolants.

Ils ont un coefficient de température négatif. Ils sont utilisés sous forme cristalline et chacun de leurs atomes est lié par des liaisons de covalence avec les atomes voisins. Des corps composés d'éléments ont eux aussi des propriétés semi-conductrices: arséniure de gallium (GaAs), phosphure de gallium (GaP), sulfure de cadmium (CdS), antimonure d'indium (InSb), carbone de silicium, certains sulfures, certains oxydes.

II-3-1 Raffinage :

Par des procédés chimiques, le taux d'impuretés du matériau est amené à 10^{-8} , puis les lingots sont passés dans un four à induction où seule une petite zone du lingot fond. Cette zone fondue progresse d'un bout à l'autre du lingot drainant les impuretés; l'opération est recommencée autant de fois que nécessaire. Le taux d'impuretés doit alors atteindre 10^{-12} .

II-3-2 Production du cristal :

Le semi-conducteur est porté juste à sa température de fusion. Une amorce de cristal est posée sur la surface semi-liquide. Le semi-conducteur en contact avec l'amorce va se solidifier et chacun des atomes va s'organiser en liaison de covalence avec les atomes de l'amorce recopiant ainsi la structure cristalline de celle-ci. Le barreau est alors tiré très lentement de la surface en fusion avec un mouvement de rotation très lent.

Un autre moyen appelé croissance épitaxiale (du grec: "épi": sur et "teinen": arranger) consiste à mettre en contact une surface cristalline avec des vapeurs du même matériau. Les atomes se déposent sur la surface recopiant ainsi encore la structure. Ce procédé est utilisé

dans certaines phases de la réalisation des circuits intégrés pour faire croître le semi-conducteur de quelques couches d'atomes.

II-3-3 Semi-conducteurs dopés :

Des impuretés choisies parmi les corps d'éléments périodiques voisins dans la classification périodique (tableau de Mendeleïev) sont ajoutées à un taux de l'ordre de 10^{-8} au semi-conducteur. Les atomes des impuretés s'organisent en liaison de covalence avec les atomes voisins, mais ils ont un électron surabondant (semi-conducteur dopé N) ou manquant (dopé P). Cet électron ou cette absence d'électron (appelée parfois lacune ou trou) dispose d'une très grande mobilité du fait de sa non participation aux liaisons inter atomiques. A la conductibilité intrinsèque du semi-conducteur pur, s'ajoute alors la conductibilité extrinsèque qui dépend du taux de dopage .Un premier dopage peut être opéré avant l'étirage du barreau, autrement les dopages sont obtenus par diffusion des impuretés sous forme gazeuse à l'intérieur du semi-conducteur.

II-3-4 Porteurs majoritaires :

Ce sont les électrons dans les semi-conducteurs N et les trous dans les semi-conducteurs P.

Porteurs minoritaires : ce sont les trous dans les semi-conducteurs N et les électrons dans les semi-conducteurs P. Ce sont les rares porteurs qui n'ont pas été recombinés c'est-à-dire annulés, par un porteur majoritaire et qui sont dus à la conductivité intrinsèque.

II-4 DIODES :[34]

La **diode** (du grec *di* deux, double ; *hodos* voie, chemin) est un composant électronique. C'est un dipôle non -linéaire et polarisé (ou non-symétrique). Le sens de branchement de la diode a donc une importance sur le fonctionnement du montage.

II-4-1 Jonction PN :

Lorsque qu'est réalisée une jonction entre un semi-conducteur dopé N et un semi-conducteur dopé P, les électrons du côté N sont attirés par les trous et partent du côté P vers le côté N pour se recombiner; à l'inverse, les trous du côté P se déplacent dans le sens contraire du mouvement des électrons. Les 2 types de semi-conducteur étant à l'origine électriquement neutres, la diffusion produit un déséquilibre et donne l'apparition d'un champ électrique

\vec{E} au niveau de la jonction. Ce champ a pour effet que la diffusion s'arrête d'elle-même: chaque électron possède une charge $q=1,6 \cdot 10^{-19}$ C et subit une force $\vec{F} = q \cdot \vec{E}$ à l'intérieur du champ. Le champ électrique produit une différence de potentiel appelée barrière de potentiel de part et d'autre de l'épaisseur de la jonction.

Une différence de potentiel étant appliquée à la jonction de telle sorte qu'elle soit positive du côté dopé P au côté dopé N, les électrons peuvent circuler du côté N vers le côté P si cette différence de potentiel est supérieure à la barrière de potentiel (0.5 à 0.6V); la diode est alors passante. Une différence de potentiel appliquée en sens opposé renforce le champ électrique de la jonction et il ne peut circuler qu'un très faible courant de fuite, dû aux porteurs minoritaires; la diode est bloquée. Si la différence de potentiel prend une valeur supérieure à celle de la différence de potentiel de claquage, la jonction peut "claquer", un courant inverse très important peut alors circuler. La différence de potentiel de claquage est appelée aussi différence de potentiel de Zener. Le claquage en lui-même n'est pas destructif par contre la puissance absorbée par la diode peut l'être.

II-4-2 Eléments capacitifs :[34]

Diode passante: Les recombinaisons électrons-trous ne se font pas instantanément, ce délai est représenté par un élément capacitif dont la capacité (capacité de diffusion) est d'environ 1000pF.

Diode bloquée: Elle peut être considérée comme un isolant (laissant passer un courant de fuite) entre deux armatures, donc comme un condensateur d'une capacité de 10pF environ (capacité de transition).

II-4-3 Temps de recouvrement :

C'est le temps que met la diode à passer de l'état passant à l'état bloqué. L'intensité du courant décroît et passe dans les valeurs négatives durant le délai dû aux recombinaisons, ensuite le courant de fuite s'établit en un temps dépendant de la capacité de transition.

II-4-4 Diodes de redressement :

La surface de la jonction est importante pour permettre le passage d'intensités de courant importantes. La différence de potentiel de claquage est élevée.

Il existe de nombreuses familles de composants électroniques dont la désignation contient le mot **diode** et tous ces composants sont réalisés autour d'une **jonction P-N**. Sans précision supplémentaire, ce mot désigne un dipôle qui ne laisse passer le courant électrique

que dans un sens. Ce dipôle est aussi appelé diode de redressement car il est utilisé pour réaliser les redresseurs qui permettent de transformer le courant alternatif en courant continu.



Figure 09 : Représentation symbolique d'une diode

Les diodes sont un des dipôles de base de l'électronique de puissance.

Elles peuvent être utilisées en courant alternatif pour diminuer la puissance fournie par l'alimentation à un récepteur : en supprimant l'une des alternances. Cette technique est utilisée pour obtenir deux puissances de chauffe dans les sèches cheveux. Une diode, placée en série avec la résistance de chauffage, est mise en court-circuit par un interrupteur pour obtenir la puissance de chauffe maximale.

Elles sont fréquemment utilisées dans le domaine de redressement de courant alternatif :

Redressement simple alternance : une seule diode est nécessaire.

Redressement double alternance : on utilise pour cela un pont de diodes.

II-4-5 Diodes régulatrices de tension (diodes Zener) :

La caractéristique de la diode, lorsque la différence de potentiel de claquage est atteinte, présente une pente particulièrement élevée: la différence de potentiel ne varie pratiquement pas quand l'intensité évolue; c'est cette zone de la caractéristique qui est utilisée. Un taux de dopage élevé permet d'abaisser la différence de potentiel de claquage à la valeur désirée. Ces diodes produisent un bruit blanc lorsqu'elles sont utilisées avec une faible intensité (dans le coude de la caractéristique). Il existe des modèles particulièrement stables en température utilisés dans les références de tension (Zener buried diode).

II-4-6 Diodes électroluminescentes (DEL) :[36]

Elles sont réalisées à partir de phosphure de gallium. Le courant direct provoque des collisions entre les électrons dans le semi-conducteur, certains quittent leur couche électronique et y reviennent en émettant un photon.

II-4-7 Photodiodes :

Elles sont utilisées bloquées, polarisées par une différence de potentiel négative. L'éclairement augmente de façon significative le nombre de porteurs minoritaires responsables du courant en sens bloqué dans la diode.

II-4-8 Principe de fonctionnement :

Lors de l'aboutement des deux cristaux, les électrons surabondants de la partie N ont tendance à migrer vers la partie P pour y boucher les « trous ». Il se crée alors une zone sans porteur de charge, isolante, appelée *zone de déplétion*. Il existe donc, à l'équilibre thermodynamique, une différence de potentiel entre la partie N et la partie P (dite *potentiel de jonction*) ; celle-ci est de l'ordre de 0,7 V pour les diodes à substrat silicium, 0,3 V pour le germanium et les diodes Schottky ; elle est plus importante pour certains substrats type III-V comme GaAs ou les diodes électroluminescentes. Le champ électrique est maximal aux abords de la jonction, dans une zone appelée *zone de charge d'espace, ZCE*.

Si l'on applique une tension positive du côté N et négative du côté P, la jonction « se creuse » : les électrons de la section N sont attirés vers l'extrémité du barreau, un phénomène symétrique se produit du côté P avec les trous : la ZCE s'étend, aucun courant ne peut circuler, la diode est dite « bloquée » ; elle se comporte alors comme un condensateur : une propriété mise à profit dans les varicaps, diodes dont la capacité varie en fonction de la tension inverse qu'on leur applique ; elles sont utilisées entre autres dans la réalisation d'oscillateurs commandés en tension (OCT, anglais *VCO*).

Les paires électrons-trous créées dans le substrat, suite à l'agitation thermique, accélérées par le champ électrique externe, vont pouvoir acquérir une énergie cinétique suffisante pour arracher, par choc contre le réseau cristallin, d'autres électrons, etc. (effet d'avalanche) ;

l'énergie du champ électrique devient suffisante pour permettre aux électrons de valence de passer en bande de conduction (effet *Zener*). Ces derniers franchissent la jonction par effet tunnel.

Ces deux phénomènes, dont la prédominance résulte de la concentration en dopant, donnent lieu à l'apparition d'un courant inverse important et non limité, qui aboutit souvent à la destruction du cristal par effet Joule : la diode présente en effet une résistance très faible dans cette plage de fonctionnement. Si ce courant est limité au moyen de résistances externes, la diode en avalanche se comporte alors, du fait de sa faible résistance interne, comme un générateur de force contre-électromotrice quasi-parfait : cette propriété est à l'origine de

L'utilisation des diodes dites Zener dans la régulation de tension continue. On peut aussi utiliser une diode Zener comme source de bruit.

En revanche, lorsque l'on applique une tension « directe », c'est-à-dire que l'on applique une tension positive du côté P et négative du côté N, pourvu que cette tension soit supérieure à la barrière de potentiel présente à l'équilibre, les électrons injectés du côté N franchissent l'interface N/P et terminent leur course en se recombinant avec des trous, ou avec l'anode : le courant circule, la diode est dite « passante ».

Lorsqu'un électron « tombe » dans un trou (recombinaison), il passe d'un état libre à un état lié ; il perd de l'énergie (différence entre le niveau de valence et le niveau de conduction) en émettant un photon ; ce principe est à l'origine des diodes électroluminescentes ou DEL, dont le rendement dépasse considérablement celui des sources de lumière domestiques : lampes à incandescence, lampes à halogène. Une DEL dont le substrat a été façonné pour servir de réflecteur aux photons peut donner lieu à du pompage optique, aboutissant à un rayonnement laser (Diode laser).

Le fonctionnement d'une diode n'est pas simple à appréhender lorsqu'on n'a pas fait d'études approfondies. Une manière plus simple et imagée pour comprendre le fonctionnement d'une diode est de réaliser une analogie avec l'hydrodynamique. Considérons une canalisation munie d'un clapet anti retour : dans un sens, à partir d'une certaine pression du fluide, le clapet va laisser passer du fluide (analogie avec la tension de seuil) ; dans l'autre sens le fluide ne fera pas ouvrir le clapet. Sauf si la pression est trop forte (analogie avec la tension inverse maximale). L'analogie peut être poussée, et on peut trouver des correspondances avec toutes les autres caractéristiques d'une diode (puissance, allure de la caractéristique...). La diode est aussi utilisée pour la régulation de puissance électrique.

II-4-9 Autres types de diode :

La diode à effet tunnel désigne une diode dont les zones N et P sont hyper-dopées. La multiplication des porteurs entraîne l'apparition d'un courant dû au franchissement quantique de la barrière de potentiel par effet tunnel (une telle diode a une tension de Zener nulle). Sur une faible zone de tension directe, la diode présente une résistance négative (le courant diminue lorsque la tension augmente, car la conduction tunnel se tarit au profit de la conduction « normale ») : une caractéristique exploitée pour réaliser des oscillateurs. Ce type de diode n'est quasiment plus employé actuellement.

La diode Gunn consiste en un simple barreau d'arséniure de gallium (AsGa), et exploite une propriété physique du substrat : les électrons s'y déplacent à des vitesses différentes (masse effective différente) suivant leur énergie (il existe plusieurs minima locaux d'énergie en bande de conduction, suivant le déplacement des électrons). Le courant se propage alors sous forme de bouffées d'électrons, ce qui signifie qu'un courant continu donne naissance à un courant alternatif ; convenablement exploité ; ce phénomène permet de réaliser des oscillateurs microonde dont la fréquence se contrôle à la fois par la taille du barreau d'AsGa et par les caractéristiques physiques du résonateur dans lequel la diode est placée.

Une diode PIN interpose, entre ses zones P et N, une zone non-dopée, dite *intrinsèque* (d'où I). Ces diodes, polarisées en inverse, présentent des capacités extrêmement faibles, des tensions de claquage élevées. En revanche, en direct, la présence de la zone I (zone intrinsèque) augmente la résistance interne ; celle-ci, dépendante du nombre de porteurs, diminue quand le courant augmente : on a donc une résistance (alternative) variable, contrôlée par une intensité (continue). Ces diodes sont donc soit utilisées en redressement des fortes tensions, soit en commutation UHF (du fait de leur faible capacité inverse), soit en atténuateur variable (contrôlé par un courant de commande continu).

La photodiode génère un courant à partir des paires électrons-trous produits par l'incidence d'un photon suffisamment énergétique dans le cristal.

II-5 TRANSISTORS BIPOLAIRES :

Les technologies bipolaires sont appelées ainsi car leur fonctionnement fait appel aux deux types de porteurs: majoritaires et minoritaires.

Un transistor est constitué d'un empilement de trois couches de semi-conducteurs dopés (P-N-P ou N-PN), séparées par deux jonctions. Ces trois couches sont appelées collecteur, base et émetteur.

II-5-1 Effet transistor :[29]

Une différence de potentiel est appliquée à un transistor NPN entre le collecteur et l'émetteur, le collecteur étant au potentiel le plus positif. La jonction base-collecteur est bloquée. Si une différence de potentiel suffisante est appliquée entre base et émetteur, la jonction base-émetteur devient passante.

Les porteurs majoritaires peuvent alors franchir cette jonction. En particulier, un courant d'électrons passe de l'émetteur à la base. Dans la base dopée P, ces électrons viennent s'ajouter

aux porteurs minoritaires qui sont dans le bon sens pour traverser la jonction base-collecteur: le courant de collecteur est établi.

Pour éviter que ces porteurs minoritaires puissent se recombiner dans la base, celle-ci doit être de faible épaisseur.

Le **transistor** est le composant électronique actif fondamental en électronique. Il est utilisé principalement comme interrupteur commandé et pour l'amplification, mais aussi pour stabiliser une tension, moduler un signal ainsi que de nombreuses autres utilisations.

Le terme *transistor* provient de l'anglais *transconductance varistor* (résistance variable de transconductance). Il a été voté par un comité directeur de 26 personnes des Bell Labs le 28 mai 1948 (mémo 48-130-10), parmi les noms proposés suivants : semiconductor triode, surface states triode, crystal triode, solid triode, iotatron, transistor. Pour des raisons commerciales, il fallait un nom court, sans équivoque avec la technologie des tubes électroniques. Transistor fut choisi. Il désigne un dispositif semi-conducteur à trois électrodes actives qui permet le contrôle grâce à une électrode d'entrée (base pour les bipolaires et grille pour les FET) d'un courant ou d'une tension sur l'une des électrodes de sorties (collecteur pour les bipolaires et drain pour les FET).

Exemple de l'intégration galopante

Nombre de transistors dans les microprocesseurs Intel :

1971 : 4004 : 2 300 transistors

1978 : 8086 : 29 000 transistors

1982 : 80286 275 000 transistors

1989 : 80486 : 1,16 millions de transistors

1993 : Pentium : 3,1 millions de transistors

1995 : Pentium Pro : 5,5 millions de transistors

1997 : Pentium II : 27 Millions de transistors

2001 : Pentium 4 : 42 millions de transistors

2004 : Pentium Extreme Edition : 169 millions de transistors

2006 : Core 2

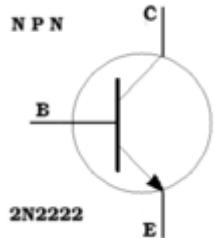
II-5-2 Constitution :

Les substrats utilisés vont du germanium (série AC, aujourd’hui obsolète), en passant par le silicium, l’arséniure de gallium, le silicium-germanium et plus récemment le carbure de silicium, le nitrate de gallium, l’antimoniure d’indium, Pour la grande majorité des applications, on utilise le silicium alors que les matériaux plus exotiques tels que l’arséniure de gallium et le nitrate de gallium sont plutôt utilisés pour réaliser les transistors hyper-fréquence et micro-onde.

Un transistor *bipolaire* se compose de deux parties de substrat semi-conducteur dopées identiquement (P ou N), séparées par une mince tranche de semi-conducteur dopée inversement ; on a ainsi deux types : N-P-N et P-N-P ;

Le transistor *à effet de champ* se compose d’un barreau de semi-conducteur dopé N ou P, et entouré en son milieu d’un anneau de semi-conducteur dopé inversement (P ou N). On parle de FET à canal N ou P suivant le dopage du barreau ;

Le transistor *MOS* se compose d’un barreau de semi-conducteur P ou N sur lequel on fait croître par épitaxie une mince couche d’isolant (silice par exemple), laquelle est surmontée d’une électrode métallique.



$\int_B^A E.dl$

Figure 10: Représentation symbolique d'un transistor NPN

II-5-3 Transistor MOSFET :[35]

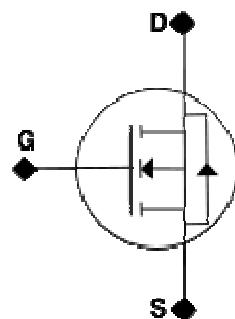


Figure 11: Représentation symbolique d'un transistor MOSFET

Les trois connexions sont appelées :

| transistors bipolaires | symbole | transistors à effet de champ | symbole |
|------------------------|----------|------------------------------|----------|
| le collecteur | C | le drain | D |
| la base | B | la grille | G |
| l'émetteur | E | la source | S |

Tableau 02: Tableau comparatif des transistors bipolaires et transistors à effet de champ

Pour le transistor bipolaire, la flèche identifie l'émetteur ; elle pointe vers l'extérieur dans le cas d'un NPN, vers l'intérieur dans le cas d'un PNP. L'électrode reliée à la ligne droite figure la base et l'autre électrode figure le collecteur.

Dans le cas de l'*effet de champ*, la flèche disparaît, car le dispositif est symétrique (drain et source sont échangeables). Les traits obliques sont habituellement remplacés par des traits droits.

Pour le transistor *MOS*, la grille se détache des autres électrodes, pour indiquer l'isolation due à la présence de l'oxyde.

En réalité, il existe une quatrième connexion pour les transistors à effet de champ ; le quatrième, appelé substrat (parfois appelé *bulk*), est habituellement relié à la source (c'est la connexion entre S et les deux traits verticaux sur le schéma).

II-5-3 Principe de fonctionnement :[35]

Les transistors MOS et bipolaires fonctionnent de façon très différentes :

Le **transistor bipolaire** est un amplificateur de courant, on injecte un courant dans l'espace base/émetteur afin de créer un courant multiplié par le gain du transistor entre l'émetteur et le collecteur.

Les *transistors bipolaires N.P.N.* (négatif-positif-négatif) laissent circuler un courant de la base (+) vers l'émetteur (-). Ils ont une meilleure tenue en tension que les transistors P.N.P. base (-) émetteur (+).

Le transistor à effet de champ. Son organe de commande est la grille (gate en anglais). Celle-ci n'a besoin que d'une tension (ou un potentiel) entre la grille et la source pour contrôler le courant entre la source et le drain. Le courant de grille est nul (ou négligeable) en régime statique, puisque la grille se comporte vis-à-vis du circuit de commande comme un condensateur de faible capacité.

Il existe plusieurs types de *transistors à effet de champ* : transistors à **déplétion**, à **enrichissement** (de loin les plus nombreux) et à **jonction** (JFET). Dans chaque famille, on peut utiliser soit un canal de type N soit de type P, ce qui fait donc en tout, six types différents.

Pour les transistors à déplétion ainsi que les JFET, le canal drain-source se comporte comme un conducteur si le potentiel de grille est nul. Pour le bloquer, il faut rendre ce potentiel négatif (pour les canaux N) ou positif (pour les canaux P).

Inversement, les transistors à enrichissement sont bloqués lorsque la grille a un potentiel nul. Si on polarise la grille d'un transistor N par une tension positive ou celle d'un transistor P par une tension négative, l'espace source drain du transistor devient passant.

Chacun de ces transistors est caractérisé par une tension de seuil, correspondant à la tension de grille qui fait la transition entre le comportement bloqué du transistor et son comportement conducteur. Contrairement aux transistors bipolaires, dont la tension de seuil ne dépend que du semi-conducteur utilisé (silicium, germanium ou As-Ga), la tension de seuil des transistors à effet de champ dépend étroitement de la technologie, et peut varier notablement même au sein d'un même lot. Le transistor à effet de champ à déplétion à canal N est le semi-conducteur dont les caractéristiques se rapprochent le plus des anciens tubes à vide (triodes). À puissance égale, les transistors N sont plus petits que les P. À géométrie égale, les transistors N sont également plus rapides que les P. En effet, les porteurs majoritaires dans un canal N sont les électrons, qui se déplacent mieux que les trous, majoritaires dans un canal P. La conductivité d'un canal N est ainsi supérieure à celle d'un canal P de même dimension.

La plupart des circuits intégrés numériques (en particulier les microprocesseurs) utilisent la technologie CMOS qui permet d'intégrer à grande échelle (plusieurs millions) des transistors à effet de champ complémentaires (c'est-à-dire qu'on retrouve des N et des P). Pour une même fonction, l'intégration de transistors bipolaires consommerait beaucoup plus de courant. En effet, un circuit CMOS ne consomme du courant que lors des basculements. La consommation d'une porte CMOS correspond uniquement à la charge électrique nécessaire pour charger sa capacité de sortie. Leur dissipation est donc quasiment nulle si la fréquence

d'horloge est modérée ; cela permet le développement de circuits à piles ou batteries (téléphones ou ordinateurs portables, appareils photos ...).

Deuxième partie :

**Conception du cours d'électricité de la classe de
seconde**

ELECTRICITE DE LA CLASSE DE SECONDE

I- PHENOMENES D' ELECTRISATION :

I-1 L'électrisation :

I-1-1 Observations courantes :

Un objet en matière plastique ou en verre (ex. : règle plastique) n'a aucune action sur des petits morceaux de papier. Et lorsque cet objet a été soumis au frottement d'un tissu en laine, il devient momentanément susceptible d'attirer, même à distance, ces petits morceaux de papier.

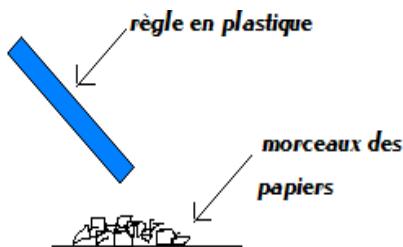


Figure 12: Règle plastique au dessus des bouts de papier, avant le frottement .

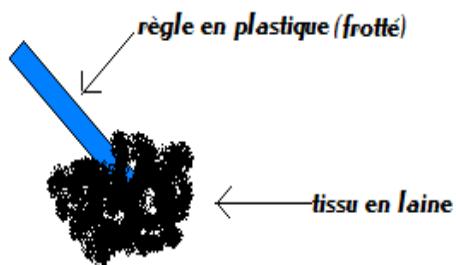


Figure 13: Règle plastique frottée

Après le frottement :



Figure 14 : Illustration d'une règle frottée qui attire les papiers, après le frottement.

I-1-2 Conclusion :

Des phénomènes de ce type sont connus depuis l'antiquité ; on leur a donné le nom de phénomène d'électrisation (du grec *ηλεκτρον* qui signifie : *ambre jaune*).

Les frottements font apparaître des propriétés nouvelles à cet objet en plastique. On dit qu'il est *électrisé par frottement* ou *qu'il porte des charges électriques*. Ce phénomène est appelé *électrisation*.

I-2 les 2 sortes d'électrisation :

I-2-1- Expériences :

L'extrémité du bâton A, en ébonite (fig. 1 et 2) a été frottée avec un chiffon. L'extrémité du bâton B, frottée avec le même chiffon, est approchée de A.

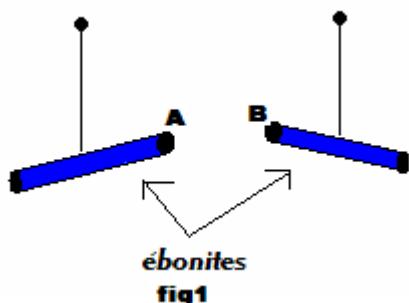


Figure 15 : Interaction de deux bâtons de même nature et frottés avec le même chiffon.

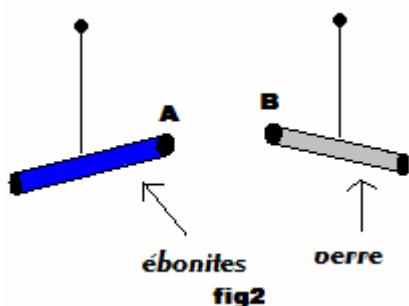


Figure 16: Interaction de deux bâtons de nature différente et frottés avec le même chiffon.

I-2-2 Observations :

Quand le bâton B est en ébonite, A et B se repoussent violemment l'un de l'autre (fig. 1). Il y a donc répulsion entre les deux bâtons.

Par contre, quand le bâton B est en verre, A et B s'attirent (fig. 2). Il y donc une attraction entre les deux bâtons.

I-2-3 Interprétation :

Le verre et l'ébonite ne portent pas la même électricité. Par convention, on appelle *électricité positive* celle du verre et *l'électricité négative* celle de l'ébonite. On dit aussi que le verre porte des charges positives et l'ébonite des charges négatives. Cette convention est arbitraire.

I-2-4 Généralisation :

Toutes les expériences d'électrisation montrent qu'il existe 2 sortes d'électricité :

électricité positive et électricité négative.

Elles montrent aussi que des charges électriques de même signe se repoussent et que des charges électriques de signes contraires s'attirent.

Remarque : aucune expérience n'a jamais mis en évidence plus de 2 sortes de charges électriques

I-2-5 Unité de charge électrique :

La charge portée par un pendule électrostatique peut être plus ou moins importante ; cela se traduira par des forces d'attraction ou de répulsion plus ou moins intenses.

Dans le système légal d'unités, l'unité de charge électrique ou quantité d'électricité est le *coulomb*. Cette unité de charge est très grande ; dans les expériences précédentes la charge prise par un pendule est de l'ordre de 10^{-8} coulombs (10^{-8}C).

I-3 Interprétation des phénomènes d'électrisation :

Nos connaissances sur la structure de la matière permettent d'interpréter simplement les phénomènes d'électrisation. Toute matière est constituée d'atomes, d'où l'électricité qui apparaît sur les corps frottés ne peut provenir que des atomes. Au sein même de l'atome, qui est électriquement neutre, existent des particules chargées positivement et négativement dont les charges s'équilibrivent exactement. Dans un atome la charge positive se trouve dans la partie centrale: le noyau et la charge négative est portée par des particules extrêmement petites et légères : les électrons.

Les électrons peuvent être facilement arrachés aux substances, ou restent sur la surface extérieure après frottement.

Lorsque le bâton d'ébonite est frotté avec un chiffon (laine), des électrons viennent à la surface extérieure ainsi le bâton d'ébonite se charge négativement.

Lorsque le bâton de verre est frotté, les électrons qui viennent à la surface extérieure quittent l'extrémité frottée. Cette extrémité est ainsi chargée positivement.

Une charge négative est due à un excès d'électrons.

Une charge positive est due à un défaut d'électrons.

Les expériences d'électrisation s'expliquent alors par un transfert d'électrons.

II- Le courant électrique :

II-1 L'électron démasqué par Crookes :

En 1871, l'anglais William Crookes expérimenta une curieuse lampe qu'il venait de fabriquer. L'ampoule de Crookes est une ampoule de verre dans laquelle on a fait le vide. Les 2 électrodes métalliques sont reliées à un générateur de haute tension.

→ L'une de ces électrodes jaillit des électrons qui se propagent en ligne droite et qui émettent de la lumière bleue.

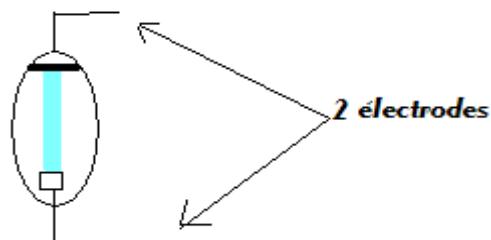


Figure 17: Faisceau d'électron

II-2 L'électron :

Tous les électrons sont identiques, quel que soit l'atome auquel ils appartiennent. L'électron est une particule fondamentale de la matière : son symbole est e^- .

La masse de l'électron est extrêmement faible : $m = 9,1 \cdot 10^{-31} \text{ kg}$.

La charge de l'électron est la quantité d'électricité qu'il porte. On l'exprime en coulomb(C).

Elle vaut $q = -1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$

C'est la plus petite quantité d'électricité qui puisse exister. On l'appelle pour cela charge élémentaire et on la note $e = |q| = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$

Remarque : un faisceau d'électron peut être dévié par action d'un aimant.

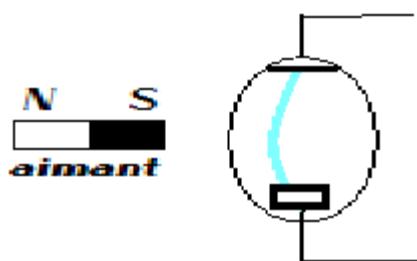


Figure 18: Faisceau d'électron dévié par l'aimant.

II-3 Nature du courant électrique dans les métaux :

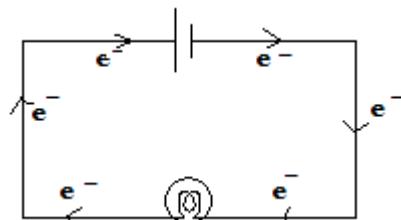


Figure 19 : Sens des électrons dans un petit montage d'ampoule.

Sous l'action du générateur, les électrons libres présents dans les métaux du circuit prennent un mouvement d'ensemble. Ils se déplacent lentement, à une vitesse de l'ordre de millimètre par seconde, d'une borne à l'autre de la pile.

II-4 Le sens conventionnel du courant :

Au XVIII^e siècle, les physiciens ignoraient l'existence des électrons et la nature du courant électrique. Ils lui ont attribué arbitrairement un sens par la convention suivante :

le sens du courant électrique à l'extérieur du générateur va de la borne positive à la borne négative. (N'oublions toutefois que les électrons se déplacent dans le sens opposé c'est-à-dire de la borne (-) à la borne(+)).

II-5- Courant électrique dans la solution de chlorure de cuivre:

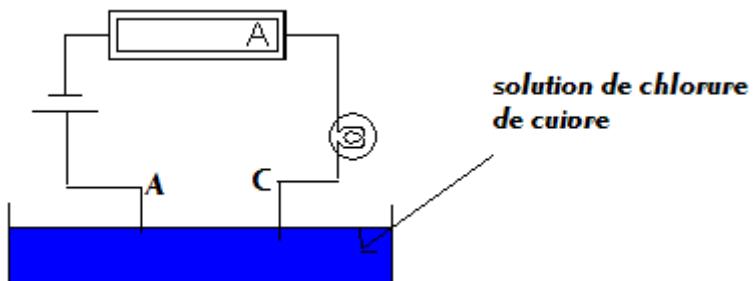


Figure 20: Circuit électrique incluant une solution de chlorure de cuivre.

Quand on alimente le circuit, l'ampèremètre dévie et la lampe s'allume. Il y a donc passage du courant électrique.

Le courant entre dans la solution par l'électrode A appelé ***anode*** et en sort par l'électrode C appelé ***cathode***.

La solution de chlorure de cuivre contient des ions Cu^{2+} et Cl^- et ces ions se mettent en mouvement.

Les ions Cu^{2+} se dirigent vers la cathode C et les ions Cl^- vers la cathode A.



L'électrode A est recouverte de cuivre là où elle est en contact avec la solution de sulfate de cuivre, en même temps deux ions Cl^- cèdent deux électrons excédentaires (chaque ion Cl^- cède un électron) et devient molécule de Cl_2



Dans un électrolyte (solution conductrice), le passage du courant se traduit par le mouvement d'ensemble des ions (cations et anions). Les ions positifs se déplacent dans le sens conventionnel du courant et les ions négatifs, dans le sens opposé.

III- INTENSITE :

III-1 Définition :

Un courant est dû à un déplacement des porteurs de charge. L'intensité d'un courant électrique est donc proportionnelle au nombre de charges électriques qui traversent un point du circuit électrique en un temps donné.

Bref, l'intensité en un point d'un circuit est la quantité d'électricité qui passe en ce point en une seconde. Si le débit de courant est invariable au cours du temps , le courant est dit continu.

III-2 Unité et mesure d'intensité :

Dans le système international (SI), l'unité d'intensité est l'ampère.(abréviation : A)

La mesure expérimentale de l'intensité se fait avec ***un ampèremètre***.

- L'ampèremètre se branche de telle manière qu'il soit traversé par le courant à mesurer : on l'interpose dans le circuit au point où l'on veut mesurer l'intensité.
- Les 2 bornes de l'appareil sont généralement marquées l'une du signe (+), l'autre du signe(-). La borne (+) doit être raccordée au circuit du côté de la borne (+) du générateur ; le courant traverse alors l'ampèremètre de sa borne (+) vers sa borne (-).
- L'aiguille de l'ampèremètre se déplace devant une graduation qui comporte un certain nombre de divisions (100 ou 150) ; la déviation est maximale pour une valeur de l'intensité appelé ***calibre*** de l'appareil.

III-3 Etude expérimentale d'un circuit sans dérivation :

Considérons un circuit formé d'un certain nombre d'éléments donnés et interposons un ampèremètre dans ce circuit. L'expérience montre que l'indication de l'ampèremètre ne dépend pas de sa position dans le circuit.

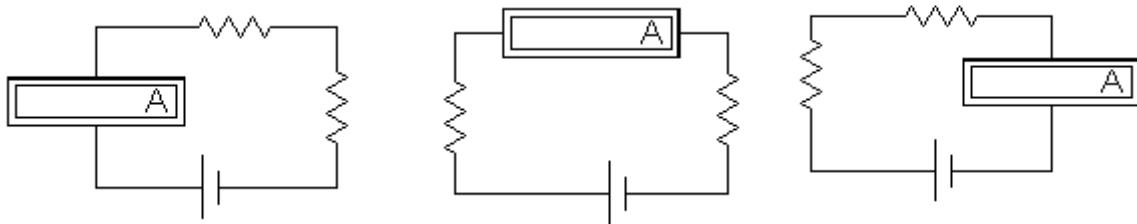


Figure 21: Permutation des 2 résistors et un ampèremètre, montés en série.

En régime permanent, l'intensité est la même en tous les points d'un circuit ne comportant pas de dérivation.

III-4 Intensités de courant dérivés :

Si entre 2 points A et B, un circuit se sépare en 2 parties (ou plus) ; on a une **dérivation**.

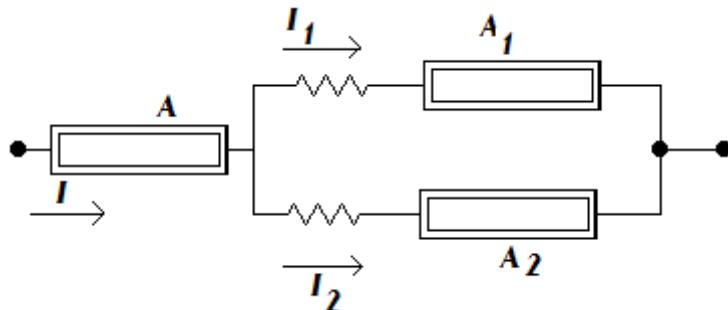


Figure 22: Montage en dérivation de 2 résistors et 3 ampèremètres

L'intensité qui circule dans le circuit principal est la somme des intensités qui circulent dans les branches de la dérivation.

On a la relation:

$$I = I_1 + I_2$$

IV- TENSION ENTRE 2 POINTS D'UN CIRCUIT :

IV-1 Définition :

La tension est la grandeur physique qui caractérise la différence des états électriques entre 2 points d'un circuit alimenté par un générateur électrique.

Alors, c'est la différence de potentiel électrique qui crée un courant électrique. Sans différence de potentiel, le courant électrique n'existe pas.

IV-2 Unité et mesure de tension :

L'unité internationale de tension est le volt (V). On utilise aussi le kilovolt (KV), le millivolt (mV) et le microvolt (μ V).

- La différence des potentiels électriques ($V_A - V_B$) entre 2 points A et B du circuit est la tension électrique notée U_{AB} soit :

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

-La tension et le potentiel électrique s'expriment en volts (V).

-La tension électrique aux bornes d'un conducteur se mesure avec un voltmètre qui est branché en dérivation.

-La lecture d'un voltmètre se fait comme celle d'un ampèremètre.

IV-3 Production d'une tension alternative :

Une méthode plus simple consiste à faire tourner, à vitesse constante, un aimant au voisinage de la bobine. Sur l'écran de l'oscilloscophe dont le balayage est enclenché, on observe une courbe montrant que *la tension obtenue est alternative*.

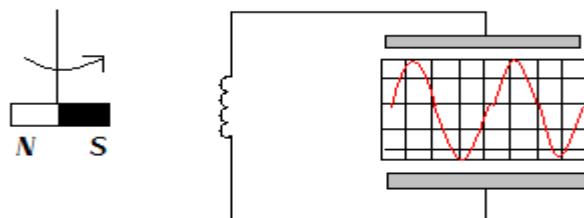


Figure 23: Crédit d'une tension alternative visualisée par un oscilloscope

→ Quand un pôle de l'aimant se rapproche ou s'éloigne de la bobine, une tension induite est produite à ses bornes. Chaque borne de la bobine devient *alternativement* borne (+) puis borne (-). *La tension induite ainsi produite est une tension alternative*.

Remarque :

- Un alternateur est un générateur produisant une tension alternative. Il existe dans les bicyclettes, dans les automobiles, dans les centrales électriques,...
- Dans les installations domestiques, la JIRAMA maintient aux bornes des prises de courant une tension sinusoïdale de fréquence 50 Hz.

Dans le cas général (distribution en 220V) la tension entre les bornes varie périodiquement entre $-220\sqrt{2} = -331$ V et $220\sqrt{2} = +331$ V.

V- DIPOLES PASSIFS :

V-1 Définition :

Les dipôles électriques sont des composants pourvus de 2 bornes électriques.

Les dipôles sont dits *passifs* lorsqu'ils ne présentent aucune différence de potentiel entre leurs bornes lorsqu'ils ne sont pas raccordés à un circuit. (Exemple : l'ampoule électrique, la résistance,...).

Les dipôles **actifs**, au contraire, présentent une différence de potentiel entre leurs bornes. La pile électrique et les accumulateurs sont des exemples des dipôles actifs.

V-2 Etude expérimentale d'un dipôle passif :

Pour mieux étudier la caractéristique d'un dipôle, on procède au montage de la figure 24 :

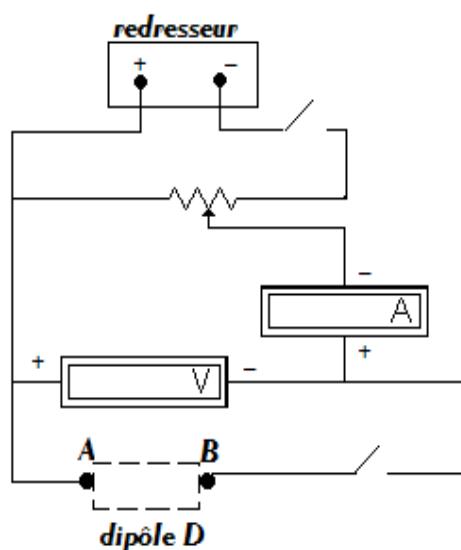


Figure 24: Schéma d'un dispositif pour étudier la caractéristique d'un dipôle

On met entre les 2 points A et B le dipôle à étudier pour avoir le tableau de sa caractéristique.

En agissant sur le curseur de potentiomètre, on obtiendra différentes valeurs de la tension aux bornes. On notera alors pour chaque valeur de la tension la valeur correspondante de l'intensité du courant.

On trace, après, la courbe caractéristique du dipôle à étudier.

VI- CONDUCTEURS OHMIQUES :

Fiche d'identité

famille : conducteurs ohmiques

nom : résistor

grandeur : résistance

symbole : 

unité : Ohm (Ω) (ou les multiples $K\Omega$ et $M\Omega$)

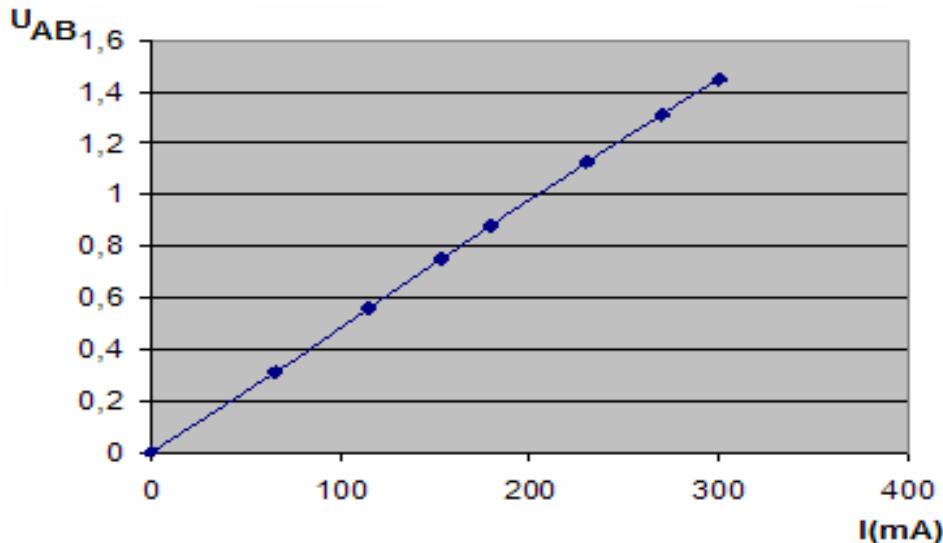
Les résistances servent à réduire le passage du courant, dont la tension est définie par la loi d'Ohm. On trouve également dans la famille des conducteurs ohmiques les résistances variables et les potentiomètres dont le fonctionnement est explicité par leur symbole.

Les valeurs expérimentales que nous avons recueillies sont placées dans le tableau 03 :

| | | | | | | | | |
|-------------|---|------|------|------|------|------|------|------|
| $U_{AB}(v)$ | 0 | 0.31 | 0.56 | 0.75 | 0.88 | 1.13 | 1.31 | 1.45 |
| I (mA) | 0 | 66 | 115 | 153 | 180 | 230 | 270 | 300 |

Tableau 03: Caractéristique d'un résistor de 2Ω

La courbe 03 traduit la courbe caractéristique de ce résistor.



Courbe 03: La droite caractéristique d'un résistor de 2Ω

- C'est un dipôle symétrique, (la caractéristique d'un dipôle symétrique est une courbe symétrique par rapport à l'origine des coordonnées : on peut donc se contenter de la tracer dans le premier quadrant.).
- La caractéristique est une droite. Il est donc possible de donner une représentation mathématique simple :

$$U_{AB} = R \cdot I \text{ avec } R \text{ est une constante positive.}$$

La relation $U_{AB} = R \cdot I$ est connue sous le nom de **loi d'ohm** et tous les conducteurs qui la vérifient sont appelés **conducteurs ohmiques**.

VII- LES DIODES :

Les différents types de diode sont : diode de redressement, diode de commutation, diode régulatrice de tension(ou diode Zener), diode Schottky, diode électroluminescente (DEL ou LED) et la photodiode. Une diode a la propriété de laisser passer le courant dans un sens (diode passante) et de l'arrêter dans l'autre sens (diode bloquée).

VII-1 Diodes Si (silicium):

Jonction PN

Lorsque qu'est réalisée une jonction entre un semi-conducteur dopé N et un semi-conducteur dopé P, des électrons de la région N vont traverser la jonction pour rejoindre les trous dans la région; à l'inverse, les trous se déplacent dans le sens contraire du mouvement des électrons.

Les 2 types de semi-conducteur sont initialement neutres. La diffusion des électrons produit un déséquilibre et donne l'apparition d'un champ électrique \vec{E} au niveau de la jonction. Au bout d'une certaine valeur de ce champ, la diffusion s'arrête : chaque électron possède une charge $q=1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$ et subi une force $\vec{F}=q\vec{E}$ à l'intérieur du champ. Le champ électrique produit une différence de potentiel appelée barrière de potentiel de part et d'autre de l'épaisseur de la jonction.



Figure 25: Illustration d'une diode.

Une différence de potentiel étant appliquée à la jonction de telle sorte qu'elle soit positive du côté dopé P au côté dopé N, les électrons peuvent circuler du côté N vers le côté P si cette différence de potentiel est supérieure à la barrière de potentiel (0.5 à 0.6V); la diode est alors passante.

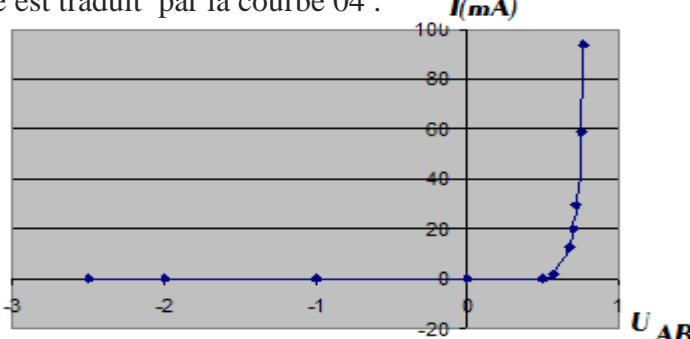
Une différence de potentiel appliquée en sens opposé renforce le champ électrique de la jonction et il ne peut circuler qu'un très faible courant de fuite dû aux porteurs minoritaires; la diode est bloquée.

Pour la diode Si, voici le tableau 04 des valeurs de I en fonction de U, que nous avons recueilli :

| | | | | | | | | | | | |
|-----------------|------|----|----|---|------|------|------|------|------|------|------|
| I(mA) | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.05 | 1.7 | 12.5 | 20 | 30 | 59 | 94 |
| U _{AB} | -2.5 | -2 | -1 | 0 | 0.5 | 0.57 | 0.68 | 0.70 | 0.72 | 0.75 | 0.77 |

Tableau 04: Caractéristique d'une diode silicium.

Et leur graphe est traduit par la courbe 04 :



Courbe 04: Courbe caractéristique d'une diode silicium.

Interprétation :

- Dans le sens positif choisi, la diode laisse passer le courant comme un conducteur de très faible résistance.
- Dans le sens opposé (sens bloqué), la diode s'oppose au passage du courant et se comporte comme un conducteur ohmique de résistance pratiquement infinie, même pour des valeurs de U de l'ordre de 80V.

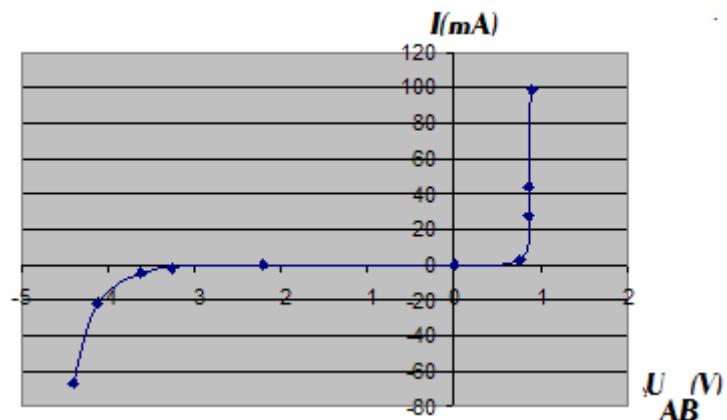
VII-2 DIODE ZENER :

Les valeurs de U en fonction de I , prélevées, sont arrangées dans le tableau 04 :

| | | | | | | | | | | |
|-----------|------|-------|-------|-------|-------|-------|------|------|------|------|
| I (mA) | -6.7 | -22 | -5.1 | -2.1 | -0.02 | 0 | 3.2 | 27.5 | 44 | 99 |
| U (V) | -4.4 | -4.12 | -4.12 | -3.61 | -3.27 | -2.22 | 0.76 | 0.84 | 0.85 | 0.89 |

Tableau 05: Caractéristique d'une diode Zener

Leur tableau traduisant leur caractéristique est dans la courbe 05 :



Courbe 05 : Courbe caractéristique d'une diode Zener

Interprétation :

Dans le sens passant, on retrouve pratiquement la caractéristique d'une diode au silicium, mais dans le sens « bloqué » le courant cesse d'être nul pour une tension de l'ordre de 3.6V appelée « tension Zener » U_Z . La tension se stabilise alors, même pour des valeurs de l'intensité de 100mA à 200mA.

VIII- ASSOCIATION DES DIPOLES PASSIFS

VIII-1 La loi des nœuds :[18]

La somme des intensités des courants qui arrivent à un nœud est égale à la somme des intensités des courants qui en repartent.

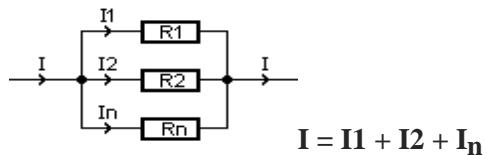


Figure 26: Exemple de sens de l'intensité dans un nœud

VIII-2 Association en série :[1] [8]

Au moyen d'un dipôle 1 de bornes A et B et d'un dipôle 2 de bornes C et D, on constitue un nouveau dipôle en joignant les bornes B et C : on réalise ainsi ***une association en série*** et l'on obtient un nouveau dipôle AD.

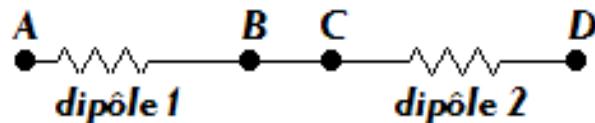


Figure 27: Schéma de principe pour l'association en série

L'intensité du courant qui parcourt les deux éléments du dipôle est la même et :

$$U_{AD} = U_{AB} + U_{CD} \quad (\text{additivité des tensions en cas d'une association en série})$$

VIII-3 Association en parallèle :[1] [8]

Au moyen d'un dipôle 1 de bornes A et B et d'un dipôle 2 de bornes C et D, on constitue un nouveau dipôle de bornes P et N : l'association de 2 dipôles se réalise en joignant les bornes A et C d'une part, B et D d'autre part.

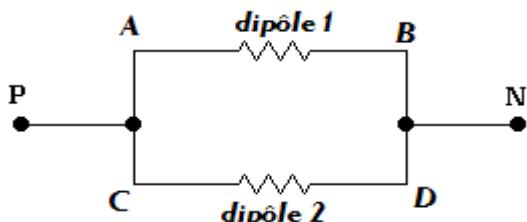


Figure 28: Schéma de principe pour une association en parallèle

VIII-4 Cas des conducteurs ohmiques : les résistances

On associe entre eux un dipôle unique constitué par un conducteur ohmique alors il est possible de déterminer par le calcul la caractéristique du dipôle équivalent.

VIII-4-1 Association en série :

On peut écrire : $U_{AB} = R_1 \cdot I$ et $U_{CD} = R_2 \cdot I$

On en tire $U_{AD} = R_1 \cdot I + R_2 \cdot I = (R_1 + R_2) \cdot I$

Deux conducteurs ohmiques associés en série sont équivalents à un conducteur unique de résistance R telle que $R = R_1 + R_2$

VIII-4-2 Association en parallèle :

On peut écrire : $I_{AB} = G_1 \cdot U_{AB}$

$$I_{CD} = G_2 \cdot U_{CD}$$

Or $U_{AB} = U_{CD} = U$

Alors

$$I_{AB} = G_1 \cdot U \quad \text{et} \quad I_{CD} = G_2 \cdot U$$

$$I = I_{AB} + I_{CD}$$

$$= (G_1 + G_2) \cdot U$$

Deux conducteurs ohmiques associés en parallèle sont équivalents à un conducteur ohmique unique de conductance G tel que :

$$G = G_1 + G_2$$

$$\rightarrow 1/R = 1/R_1 + 1/R_2$$

IX- MONTAGE ELECTRONIQUE

IX-1 Diode, redressement d'une tension alternative :

Le redressement d'une tension alternative par une diode ou par un pont de diodes est illustré par les schémas des figures 29 – 30 – 31 - 32:

Redressement à une alternance (une diode) :

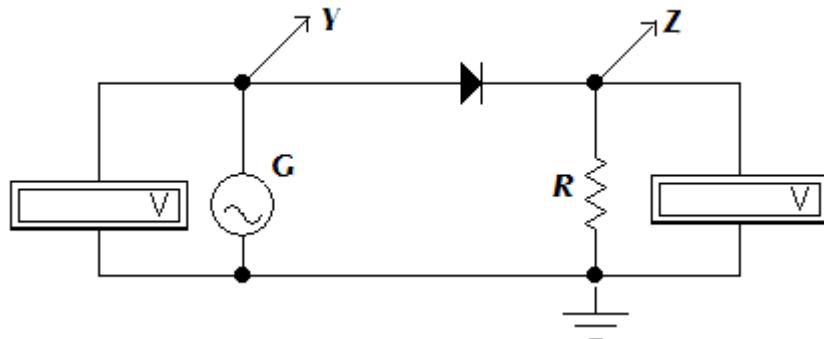


Figure 29: Schéma d'un redressement à simple alternance

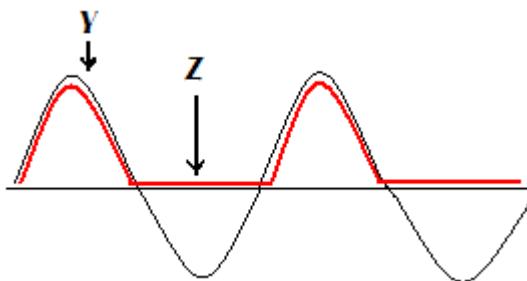


Figure 30: Spot d'un courant alternatif redressé à une simple alternance

Redressement par un pont de diodes (4 diodes) :

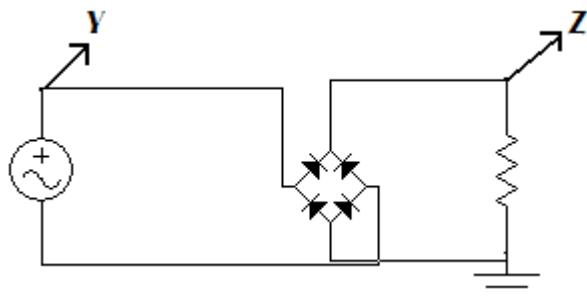


Figure 31: Schéma d'un redressement à double alternance

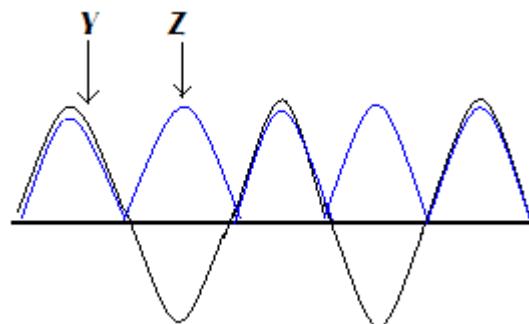


Figure 32: Spot d'un courant alternatif redressé à double alternance

X-Force électromotrice et résistance interne d'une pile :

La forme observée pour une pile montre qu'il est possible de la représenter par une fonction :

$$I \rightarrow U_{PN} = f(I) \text{ avec } U_{PN} = -r \cdot I + E \text{ (de la forme } y = ax + b)$$

L'ordonnée à l'origine de la droite E s'appelle **force électromotrice f.é.m.** de la pile ; ce point correspond à une intensité débitée nulle : la force électromotrice d'une pile est donc égale à sa tension à vide. Elle s'exprime en volts.

Le coefficient r est **la résistance interne** de la pile ; et on l'exprime en ohms.

La tension aux bornes d'une pile qui débite un courant est toujours inférieure à sa tension à sa tension à vide.

X-I Recherche du point de fonctionnement :

Il est possible de prévoir la valeur de l'intensité du courant qui traverse le circuit à partir des caractéristiques du générateur et du dipôle passif. Si l'on trace, sur un même graphique, la caractéristique de la pile et celle du dipôle on obtient à l'intersection des deux courbes **le point de fonctionnement** du circuit.

Ce point vérifie les deux conditions :

- L'intensité est la même dans le dipôle et dans la pile,
- La tension aux bornes de la pile est égale à la tension aux bornes du dipôle.

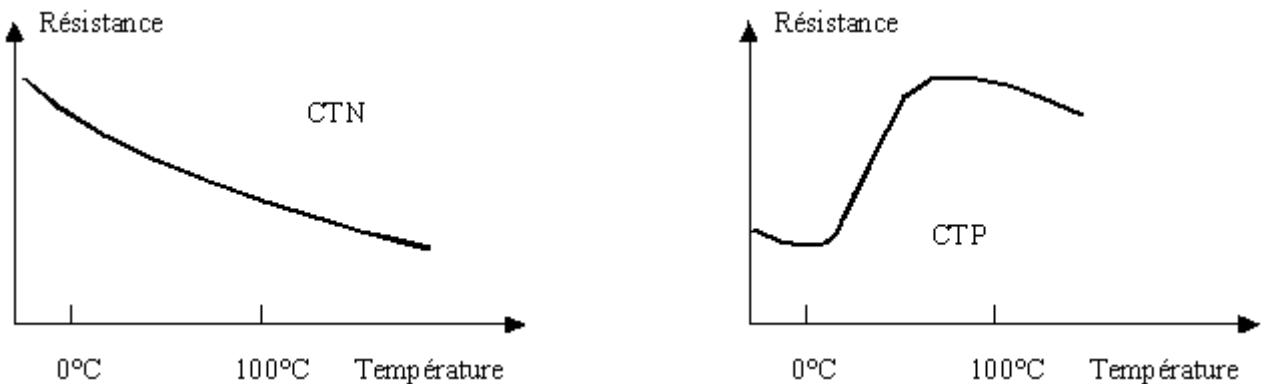
X-II Thermistances :

La résistance électrique d'un conducteur et d'un semi-conducteur varient avec la température. Ce phénomène est à la base du thermomètre à résistance, dans lequel une tension constante, ou potentiel électrique, est appliquée à la thermistance, partie sensible du capteur. Pour une thermistance de composition donnée, la mesure d'une température donnée induit une résistance spécifique pour la thermistance. Cette résistance peut se mesurer à l'aide d'un galvanomètre et des circuits de transformation du signal adéquats permettent de convertir la mesure du courant en mesure numérique directe de la température.

Comme la résistance diminue avec la température on nomme parfois les thermistances **résistances CTN** (pour coefficient de température négatif). Et par contre, si la résistance augmente avec la température, on nomme alors les thermistances par **résistances CTP** (pour coefficient de température positif).

La caractéristique courant tension présente pour les courants faibles une partie linéaire puis

un plateau et enfin pour les courants plus intenses une zone à pente négative qui correspond à l'auto-échauffement du composant. A cause de l'inertie thermique, le tracé de cette caractéristique est délicat.



Courbe 05: Courbe caractéristique d'une thermistance CTN et CTP

X-III Photorésistances :



Figure 33: Image d'une photorésistance

Ce sont tout simplement des résistances qui ont la propriété de varier en fonction de l'intensité lumineuse reçue. Branchées en série avec un générateur, présentent une résistance variable, et se laissent donc traverser par un courant également variable, en fonction de leur éclairement. On leur donne aussi le nom de **LDR** (Light Dépendant Résistor).

Une photorésistance est donc un composant dont la valeur en ohms dépend de la lumière à laquelle il est exposé.

X-IV TRANSISTOR

X-IV-1 Caractéristiques et propriétés :

Un transistor est constitué d'un empilement de trois couches de semi-conducteurs dopés (P-N-P ou N-PN), séparées par deux jonctions. Ces trois couches sont appelées :

- La base B
- Le collecteur C
- L'émetteur E

Nous étudions un transistor de type **npn** (les plus utilisés actuellement)

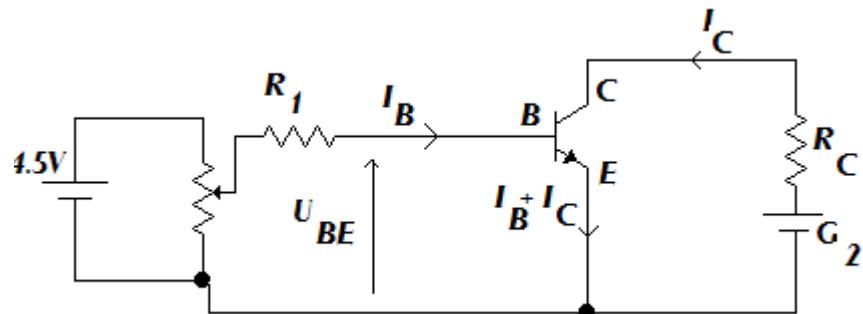


Figure 34: Schéma d'une amplification par un transistor

(La valeur de R_1 est $33\text{k}\Omega$)

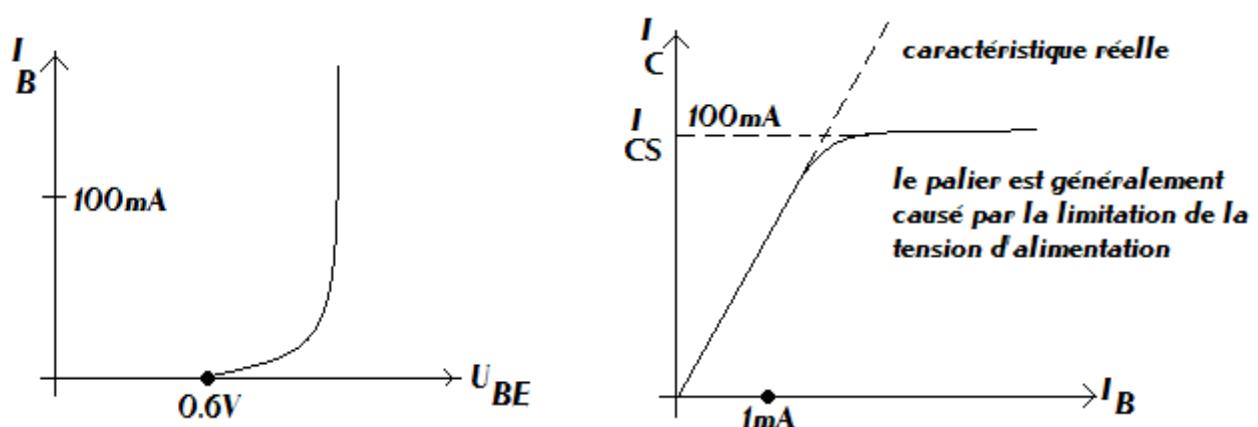
On met l'émetteur E à la masse prise comme référence $U_E = 0$.

La tension base émetteur U_{BE} peut être mesurée à l'aide d'un voltmètre électronique ou d'un oscilloscophe qui n'est pas représenté pour alléger le schéma. De même, on peut déterminer le courant de base I_B avec un microampèremètre.

On mesure aussi le courant I_C qui entre par le collecteur.

De l'émetteur sort le courant $I_E = I_B + I_C$ (loi des noeuds)

La tension U_{BE} est obtenue à l'aide d'un potentiomètre : on pourra donc le faire varier.



Courbe 07: Courbe de caractéristique d'un transistor

Interprétation :

- Lorsque la tension U_{BE} est inférieure à 0.6V, aucun courant n'est décelable ; dès que cette tension est atteinte, le courant I_B est décelé et croît rapidement.
- Lorsqu'il n'y a pas de courant I_B , le courant I_C est nul : le transistor est dit : ***bloqué***. Dès qu'un courant I_B apparaît, un courant I_C apparaît lui aussi. On dit que le transistor est ***débloqué ou conducteur***.

Dans une première phase le courant I_C est proportionnel à I_B :

$$I_C = \beta I_B$$

C'est la fonction amplification linéaire en intensité du transistor. Si I_B augmente, I_C se stabilise et reste constant : on dit que le transistor est ***conducteur***.

Troisième partie :

Caractéristiques de la page web

et

Proposition des fiches TP

Troisième partie : CARACTERISTIQUES DU SITE ET PROPOSITION DES FICHES DE TRAVAUX PRATIQUES

I-Caractéristiques de la page web :

I-1 Qu'est ce qu'un site web :

Un site web (aussi appelé site internet ou page perso dans le cas d'un site internet à but personnel) est un ensemble des fichiers html stockés dans un ordinateur connecté en permanence à internet et contenant les pages web à consulter.

Pour consulter le site, le visiteur ou internaute utilise un navigateur tel que « internet explorer » qui permet d'afficher le résultat du code html à l'écran.

L'adresse tapée dans la barre du navigateur pour atteindre un site web s'appelle « URL »(Uniform Ressource Locator).

Ex d'URL : <http://www.google.fr>

I-2Création d'une page web sur HTML :

Pour commencer, il faut se procurer un éditeur de pages web ; et chaque page web est écrite dans un langage particulier appelé HTML : « HyperText Markup Language ».

Ce langage est basé sur des balises(ou tags), qui contiennent des instructions, lesquelles sont interprétées par les différents navigateurs et apparaissent sur l'écran. Il s'agit donc d'un langage de mise en forme de texte. Le code HTML d'une page est appelé « le code source ».

Les plus courageux pourront se lancer avec **le Bloc- notes**, avec celui-ci il faudra renommer le fichier en html et écrire tous les codes (balises) nécessaires.

Une page web peut être alors construite à partir du Bloc-notes de Windows Microsoft.

II-Structure générale d'un document HTML :

On prépare alors le document HTML à partir du bloc -notes.

Le Bloc-notes se trouve dans le menu : Démarrer – Tous les programmes – Accessoires – Bloc-notes.

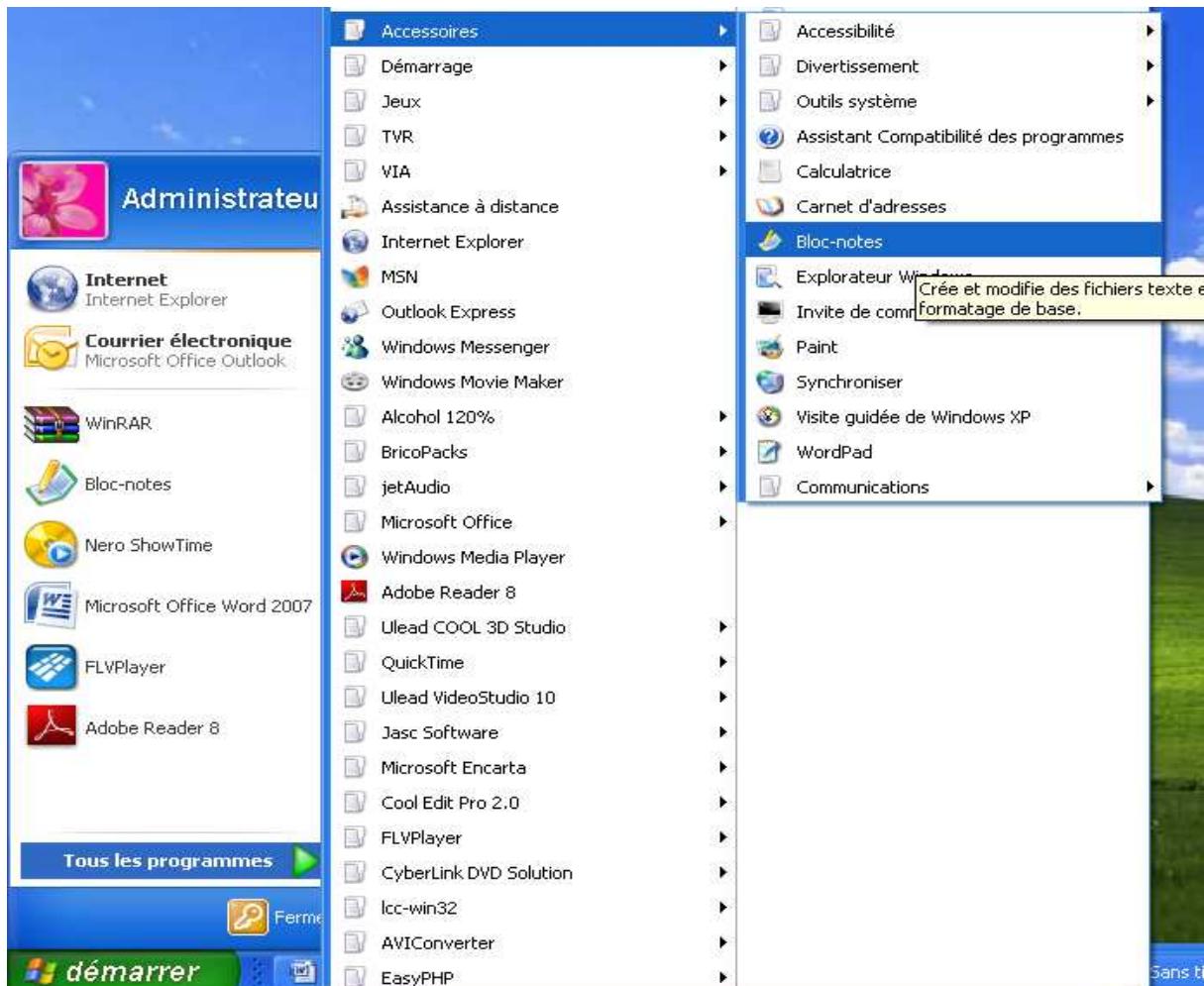
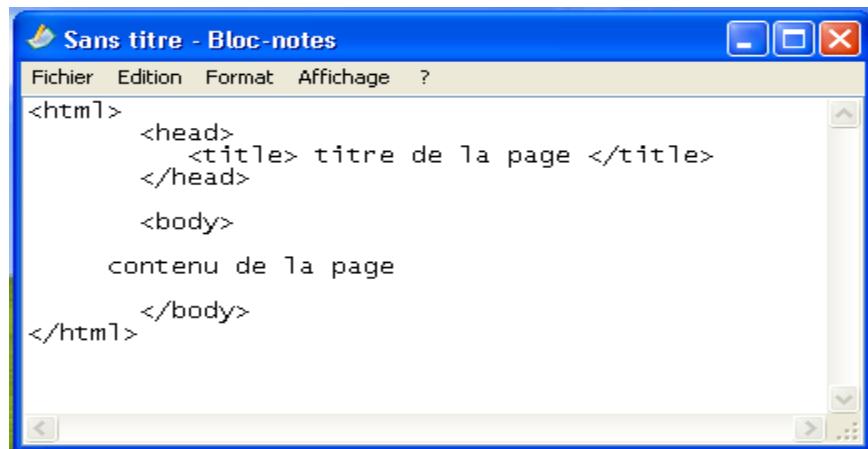


Figure 35: Processus pour ouvrir « bloc- notes »

Un document HTML commence par la balise <HTML> (ou <HTM>) et finit par la balise </HTML> (ou </HTM>). Il contient également un en-tête décrivant le titre de la page puis un corps dans lequel se trouve le contenu de la page.

L'en-tête est délimité par les balises <head> et </head>. Le corps est délimité par les balises <body> et </body>.

Voici par exemple une petite création d'une page html :



A screenshot of the Windows Notepad application titled "Sans titre - Bloc-notes". The window shows the following HTML code:

```
<html>
    <head>
        <title> titre de la page </title>
    </head>
    <body>
        contenu de la page
    </body>
</html>
```

Figure 36: Les principales balises d'une page HTML

Par convention, l'extension donnée au fichier crée est « .htm » ou « .html », alors on enregistre le fichier sous ce type (.htm ou .html)

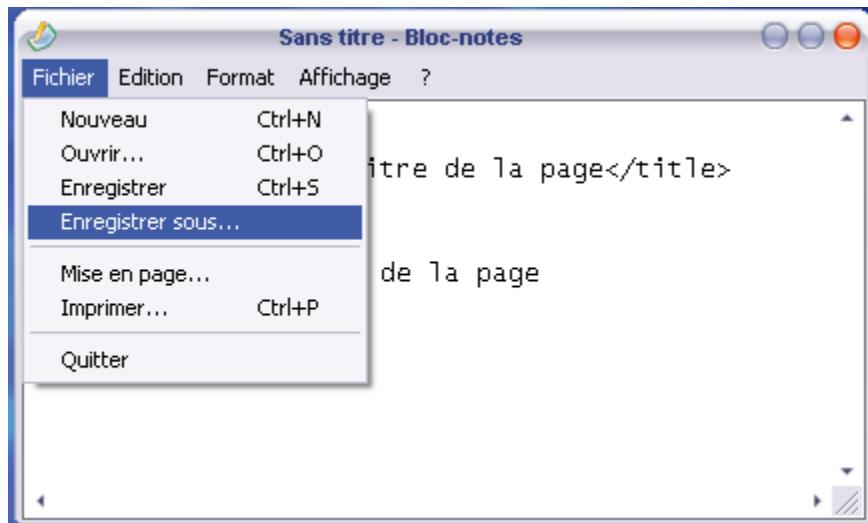


Figure 37: Mode « enregistrer sous » du « bloc- notes ».

Après le mode « enregistrer sous » on donne leur nom que l'on choisit pour le fichier en changeant leur extension en « .htm » ou « .html ».

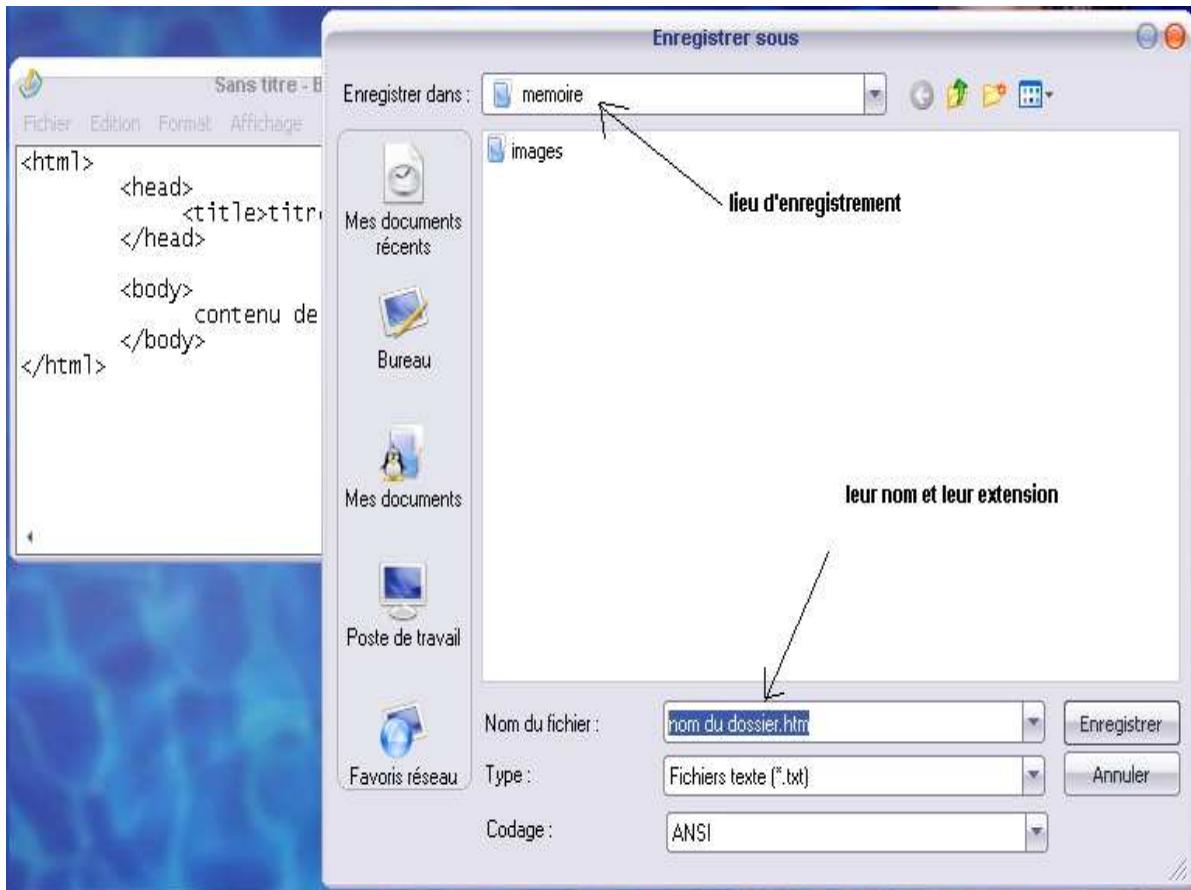


Figure 38: Emplacement et création du nom du page HTML

III-Différents exemples de balise :

Les balises sont des langages spécifiques pour achever une page html. Donc deux balises différentes ont deux rôles différents. Et voici quelques balises accompagnées par leur fonction :

III-1 Les balises :

Le HTML n'est pas un langage de programmation. Le but de ce langage permet de décrire la mise en page et la forme d'un contenu rédigé en texte simple.

Une page HTML est ainsi un simple fichier texte contenant des **balises** (parfois appelées *marqueurs* ou *repères* ou *tags* en anglais) permettant de mettre en forme le texte, les images, etc.

Une balise est un élément de texte (un nom) encadrée par le caractère inférieur (<) et le caractère supérieur (>). par exemple <> <H1>, <htm>, <body>,...

Remarque : Les balises HTML ne sont pas sensibles à la casse, c'est-à-dire qu'elles peuvent être saisies indifféremment en minuscules ou en majuscules.

III-2 Notion d'attribut :

Un attribut est un élément, présent au sein de la balise ouvrante, permettant de définir des propriétés supplémentaires. Les attributs se présentent la plupart du temps comme une paire clé=valeur, mais certains attributs ne sont parfois définis que par la clé.

Voici un exemple d'attribut pour la balise `<p>` (balise définissant un paragraphe), permettant de spécifier que le texte doit être aligné sur la droite :

```
<p align="right">Exemple de paragraphe</p>
```

Chaque balise peut comporter un ou plusieurs attributs, chacun pouvant avoir (aucune,) une ou plusieurs valeurs.

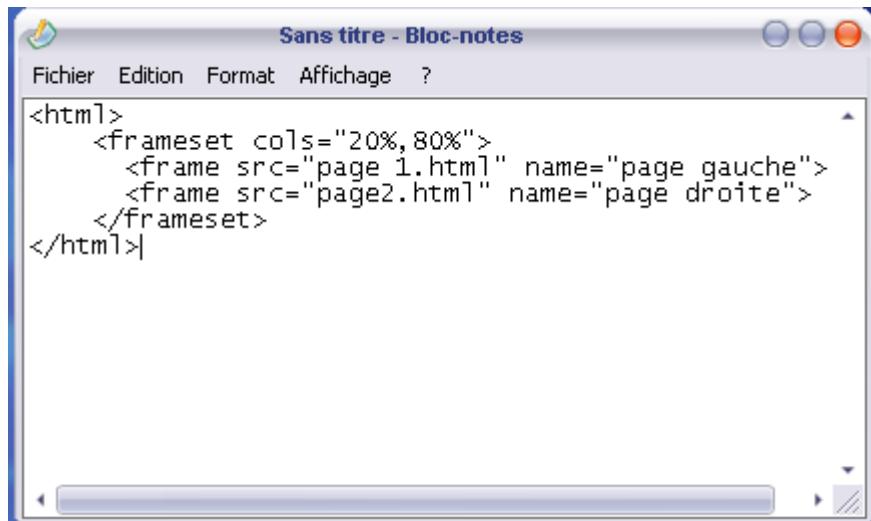
III-3 Les balises pour créer des cadres sur une page web :

- `<frameset>....</frameset>` : Afin de créer un site contenant des cadres, il suffit de créer un fichier contenant l'agencement des cadres : ce fichier HTML a pour particularité d'avoir un conteneur `<FRAMESET>` à la place du jeu de balises `<BODY>`. C'est cette balise qui définit les cadres par leur dimension en pixels ou en pourcentage (%).

cols: représente le nombre de caractères que peut contenir une ligne

rows: représente le nombre de lignes

Ex1 :



```
<html>
<frameset cols="20%,80%">
    <frame src="page 1.html" name="page gauche">
    <frame src="page2.html" name="page droite">
</frameset>
</html>
```

Figure 39: Les balises à suivre pour créer un frame(gauche, droite).

La page créée à partir de cette balise est de la forme :

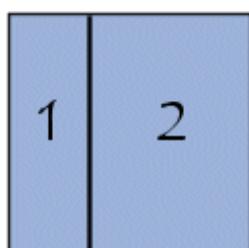
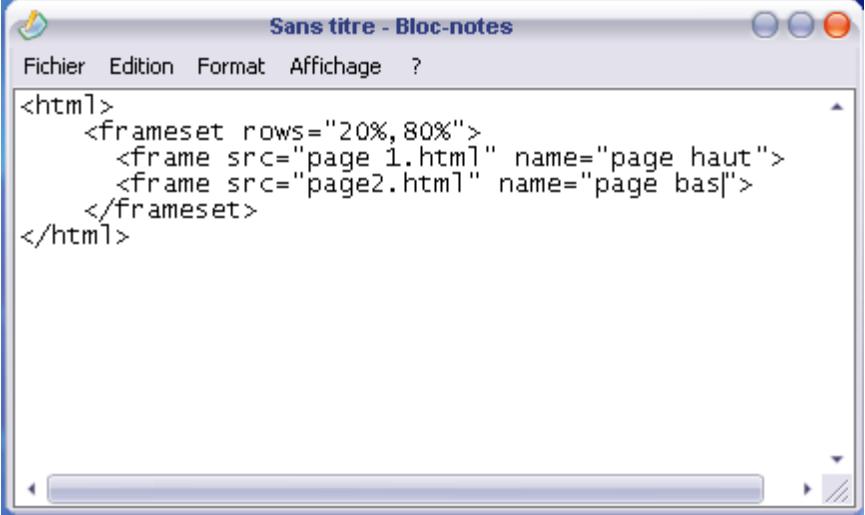


Figure 40: La page HTML créée, divisée en deux (gauche, droite)

La dimension de la page 1 à gauche est définie par le pourcentage 20% et celle de la page 2 à droite, elle prend la valeur de 80%.

Ex 2 :



```
<html>
  <frameset rows="20%,80%">
    <frame src="page 1.html" name="page haut">
    <frame src="page2.html" name="page bas">
  </frameset>
</html>
```

Figure 41: Les balises à suivre pour créer un frame(haut, bas).

La forme générale ainsi créée est :

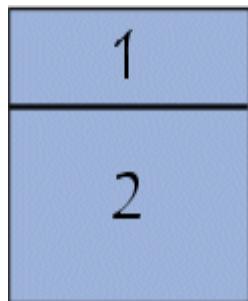


Figure 42: La page HTML créée, divisée en deux (haut, bas)

La dimension de la page 1 en haut est définie par le pourcentage 20% et celle de la page en bas elle occupe la valeur de 80%.

- Comment afficher des images sur une page web?

Les principaux attributs de la balise *IMG* sont les suivants :

SRC: Indique l'emplacement de l'image (il est obligatoire)

ALIGN: Spécifie l'alignement de l'image par rapport au texte adjacent. Il peut prendre les valeurs: TOP, MIDDLE, et BOTTOM (au-dessus, au milieu et en-dessous)

ALT: Permet d'afficher un texte alternatif lorsque l'image ne s'affiche pas.

TITLE: Permet d'afficher une info bulle lors du survol de l'image par le curseur.

WIDTH: Permet de spécifier la largeur de l'image.

HEIGHT: Permet de spécifier la hauteur de l'image.

Ainsi pour insérer une image, il faudra saisir une balise du type suivant :

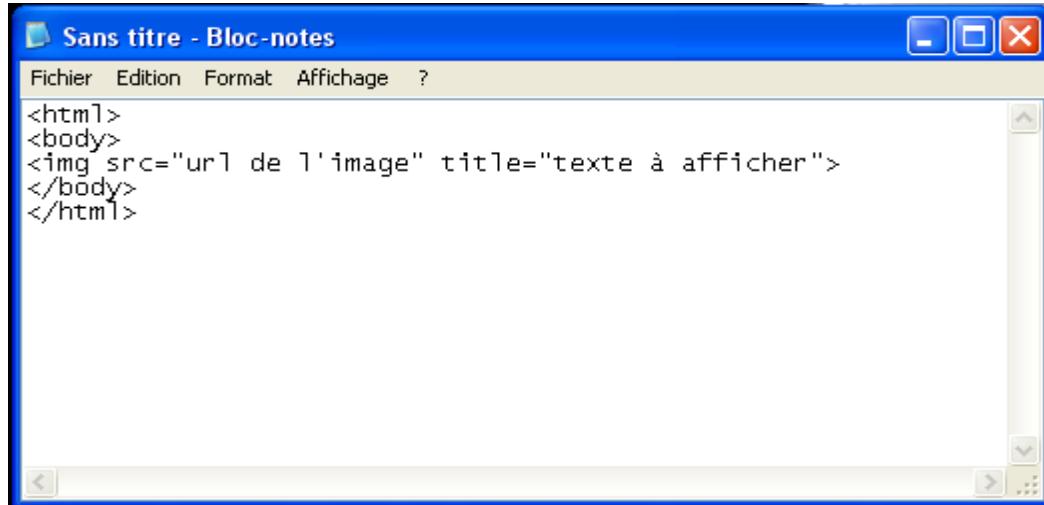


Figure 43: Les balises utilisées pour insérer une image

III-4 Comment créer un lien sur un texte sélectionné :

Lien externe :

Un lien externe est un lien vers une page pointée par son URL
Par exemple :

 Comment ça marche?

Lien local :

On peut créer un lien vers une page située sur le même ordinateur en remplaçant l'URL par le fichier cible.

Ce lien peut être fait de façon relative, en repérant le fichier cible par rapport au fichier source. Si le fichier cible est "index.html" situé dans le répertoire parent, son lien s'écrira:

 ...

- une balise de style

| | |
|-------|------------------------------|
| | Met la police en gras |
| <BIG> | Police plus grande |
| <I> | Italique |
| <SUB> | Texte en Indice |
| <SUP> | Texte en Exposant |
| <P> | Faire un paragraphe |
| <HR> | Souligné une ligne |
| | Descendre à la ligne |
| <U> | Souligné un mot |

Tableau 06: Exemples des balises et son rôle

IV- Les étapes d'élaboration de la page web sous forme d'organigramme :

Voici l'organigramme relatif à la création d'une page web contenant deux cadres (frames).

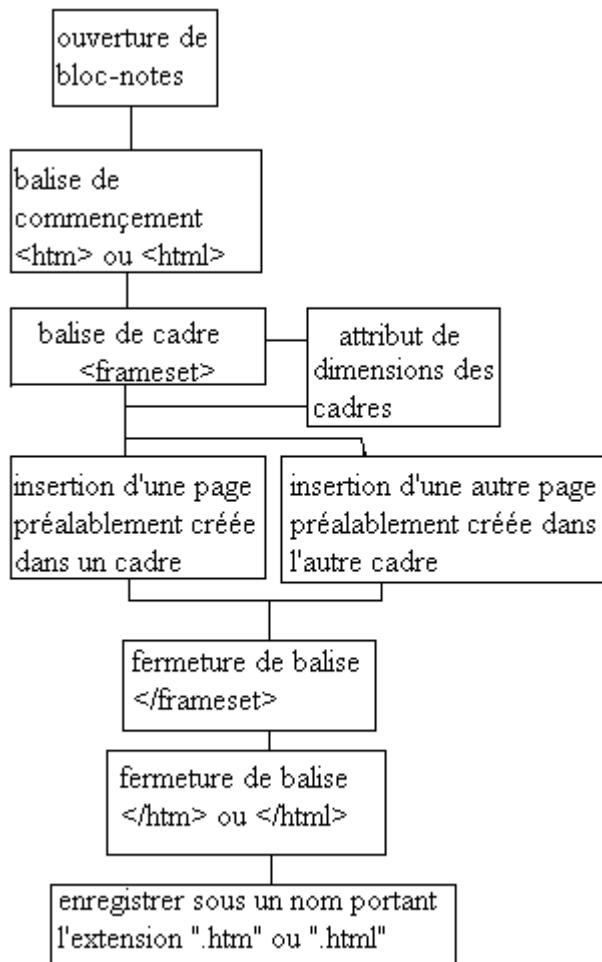


Figure 44: organigramme d'élaboration de la page web contenant des cadres

Cet organigramme n'est que la méthode globale et théorique pour créer une page web contenant des cadres mais la pratique se fait avec bloc-notes, comme suit :

La captura de pantalla muestra la interfaz de Windows "Bloc-notes" con el siguiente código HTML:

```

<html>
<frameset cols="30%, *" frameborder="0" border=0 framespacing=0>
<frame src="page1.htm">
<frame src="page2.htm" name="2">
</frameset>
</html>
  
```

El código es resaltado con óvalos:

- Un óvalo rodea la línea <frameset cols="30%, *" frameborder="0" border=0 framespacing=0>.
- Otro óvalo rodea la línea <frame src="page1.htm">.
- Otro óvalo rodea la línea <frame src="page2.htm" name="2">.

Las siguientes anotaciones explicativas están dirigidas a estos óvalos:

- Un cuadro de texto apunta al óvalo del <frameset> y dice: "attribut de la dimension des cadres".
- Un cuadro de texto apunta al óvalo del primer <frame> y dice: "insertion de la page1.htm dans le premier cadre à gauche".
- Un cuadro de texto apunta al óvalo del segundo <frame> y dice: "insertion de la page2.htm dans le deuxième cadre qui est à droite".

Figure 45: les étapes à suivre pour créer une page avec des cadres (frames)

Et la page web ainsi créée à partir de ces différentes balises est comme suit :

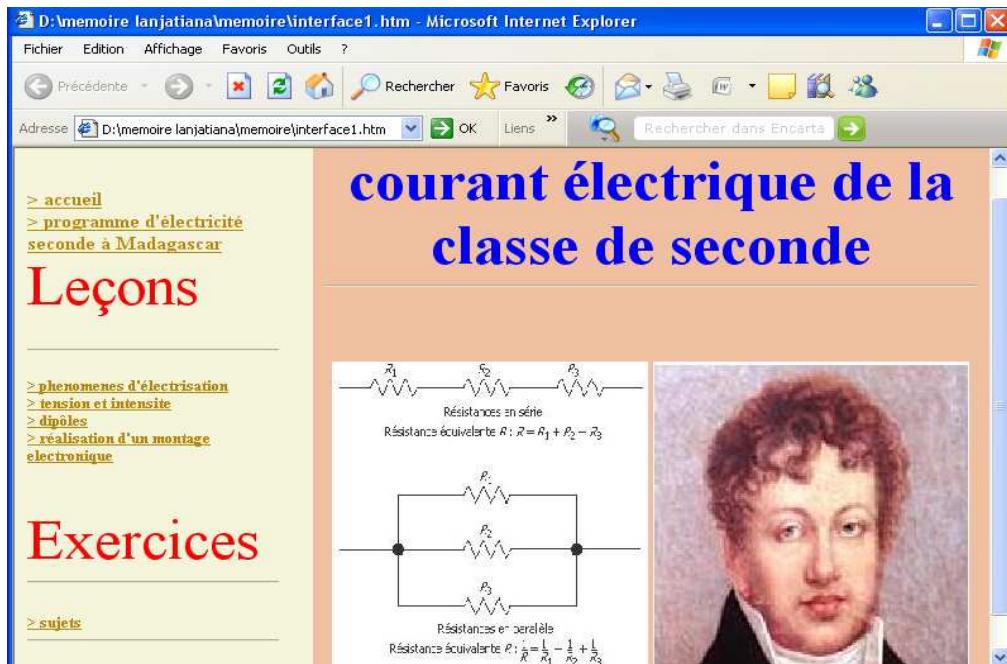


Figure 46: Image d'une page à deux frames.

Cette page que l'on aperçoit est l'interface d'accueil de la page web créée.

Notons qu'il y a des liens entre les deux pages car juste après un simple clic sur la partie gauche, les contenus relatifs au titre cliqué seront affichés directement sur la grande partie (cadre) à droite.

Et le processus de création de la page de contenu est comme suit :

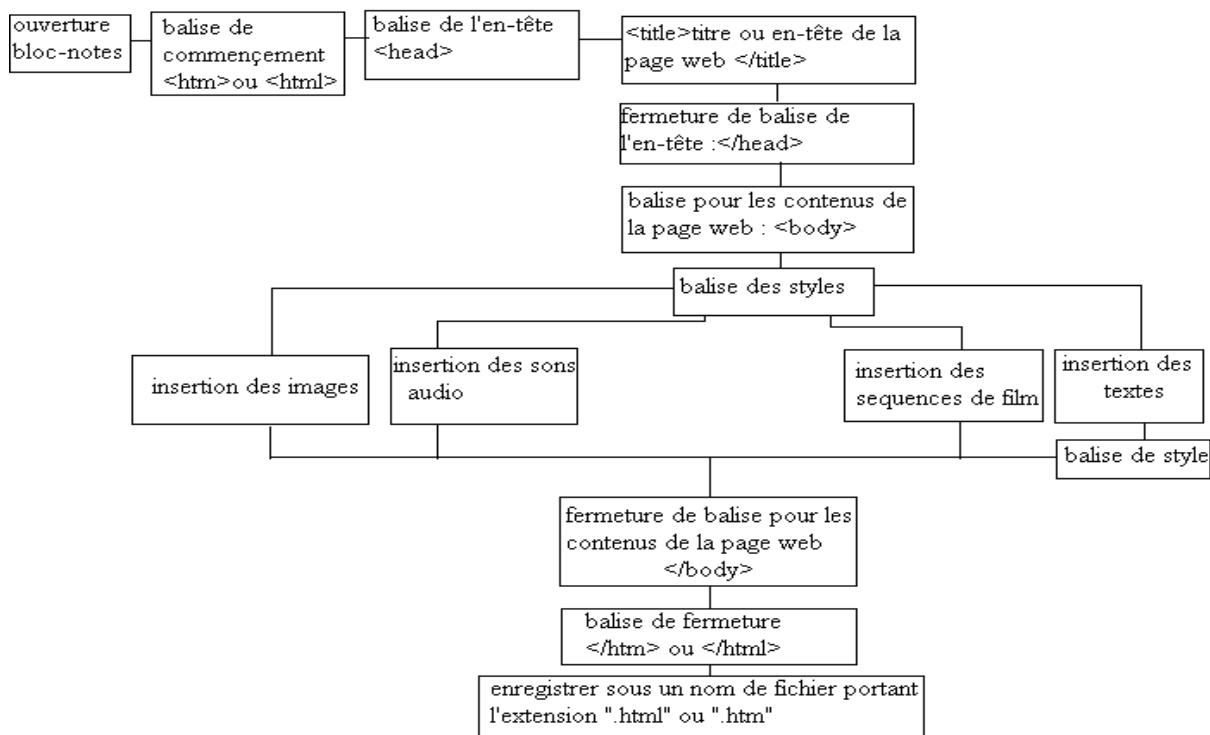


Figure 47 : organigramme d'élaboration d'une page web sans cadre (frame).

L'exemple que l'on prend est la création d'une page relative à la page d'exercice:

The screenshot shows a Microsoft Notepad window titled "exo - Bloc-notes". The content is an HTML document with the following structure:

```

<html>
<head><title>exo</title></head> en-tête de la page web
<body bgcolor="#B5CED6">
<p><strong><font color="red"><u>EXERCICE 1</u></strong></font></p>
<br>1- Une quantité d'électricité de 1800C travaille pendant n
<br>2- si on fait passer ce courant dans le même fil de 10mm, q
<hr color="blue">
<p><strong><font color="red"><u>EXERCICE 2</u></strong></font>
<br>Le cadran d'un ampèremètre comporte 150 divisions. Il existe
<p>1- Quelle est l'intensité mesurée par l'ampèremètre?
<br>2- quel calibre est utilisé pour mesurer une intensité de 0.018A? Que
</p>
<hr color="blue">
<p><strong><font color="red"><u>EXERCICE 3</u></strong></font>
<br>Une boule de sureau porte une charge de - 10-9C. Possède-t-elle
</p>
    insertion d'une image et des textes
<hr color="blue">
<p><strong><font color="red"><u>EXERCICE 4</u></strong></font>
<center></center>
<br>Dans un orage, un éclair accompagne un transfert de charge entre la
<br>on suppose que la décharge transfère une charge électrique de 20C pendant
<br>a - Déterminer l'intensité moyenne du courant électrique accompagnant le transfert
<br>b - Quel est le rôle du paratonnerre?
<br>c - La charge totale du nuage étant -300C, calculer l'excès d'électrons

```

Figure 48 : création d'une page html contenant des images et des textes.

Après toutes ces balises sur bloc-notes, on enregistre et on nomme la page. Et quand on ouvre cette page, on obtient :

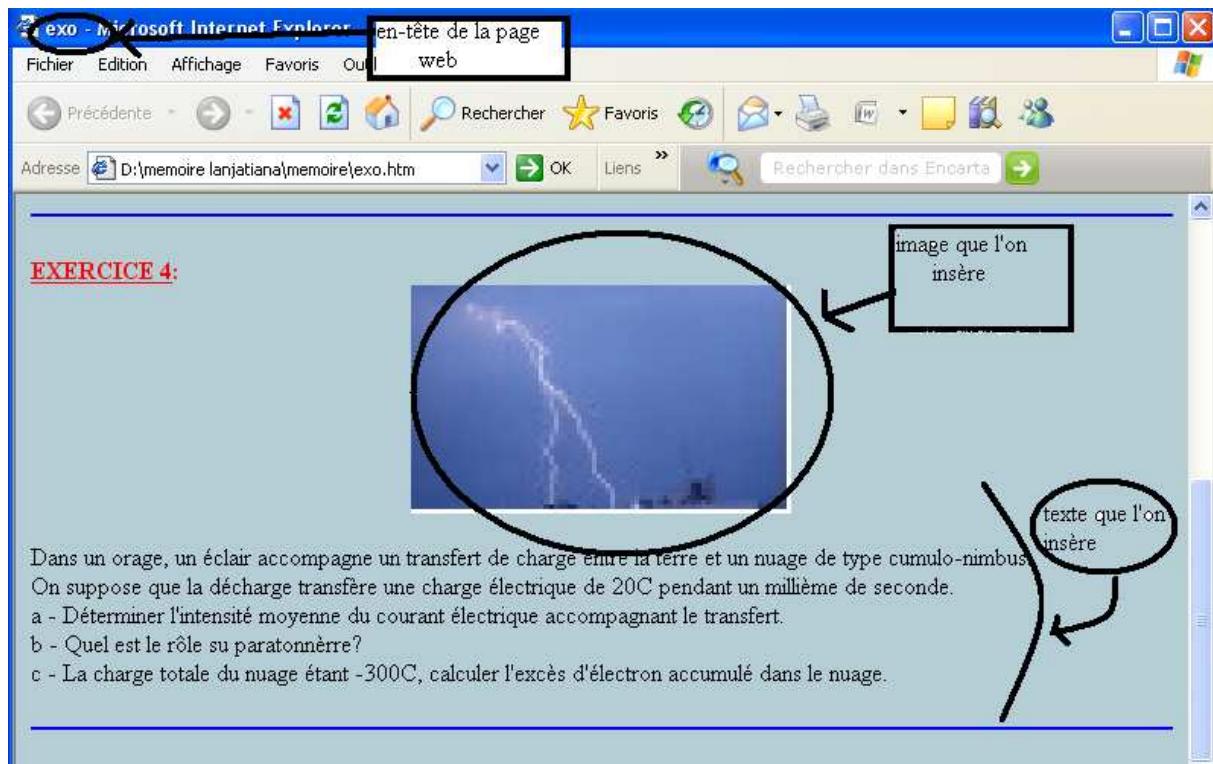


Figure 49: Image de la page ainsi créée à partir des balises du bloc-notes de la figure 48

V-Les avantages sur les cours diffusés par internet :

L'apprentissage en ligne, encore appelé **WBT** (Web-based training) ou formation en ligne, permet de délivrer un contenu éducatif vers notre ordinateur personnel via le World Wide Web. Nous accédons à un site Web sur lequel se trouvent les pages web éducatives, en un clic. Notons que certains cours en ligne se déroulent selon le mode de l'auto-formation, d'autres sont dirigés par un télétuteur.

La formation en ligne présente bien des avantages par rapport à l'enseignement traditionnel :

- **absence de contrainte de lieu.** L'apprentissage se fait aussi bien à la maison qu'au bureau car les seuls outils requis sont un ordinateur et un accès à Internet.
- **absence de contrainte de temps.** Nous pouvons accéder aux cours 24 heures sur 24, 7 jours sur 7.
- **liberté d'action.** Nous pouvons assister aux cours selon notre emploi du temps et à notre rythme.
- **coûts réduits.** Les frais de déplacement, parking et garde d'enfant, et tous ceux induits par la présence physique aux cours sont supprimés.
- **corrections instantanées.** Les tests peuvent être corrigés, notés et restitués en quelques secondes.
- **accès à des références actualisées.** Les formateurs peuvent facilement mettre à jour les références pédagogiques à mesure que de nouvelles informations apparaissent. La plupart des livres sont périmés avant même leur impression.
- **environnement d'étude coopératif.** Les technologies en ligne permettent d'interagir avec les autres étudiants et les formateurs.

VI- FICHE TP :

VI-1 Fiche TP d'un résistor :

But et principe de la manipulation : Obtenir et étudier les caractéristiques réelles d'un résistor.

Appareils utilisés :

- résistor
- Pile 9V
- interrupteur
- potentiomètre 50K
- Ampèremètre numérique
- voltmètre numérique

Montage expérimental : La source de tension variable est obtenue par un montage potentiométrique alimenté par une pile (courant continu). L'interrupteur général permet d'éviter que le potentiomètre reste constamment sous tension. L'ampèremètre A indique l'intensité I du courant qui parcourt le dipôle et le voltmètre V donne la tension aux bornes du dipôle (résistor).

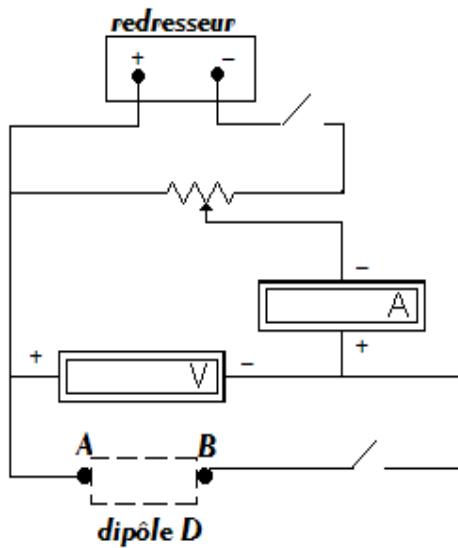


Figure 24: Schéma d'un dispositif pour étudier la caractéristique d'un dipôle

Mode opératoire :

En agissant sur le curseur du potentiomètre, on obtiendra différentes valeurs de la tension aux bornes du résistor. On notera alors pour chaque valeur de la tension la valeur correspondante de l'intensité du courant.

- Fiche pour enseignant : [16]

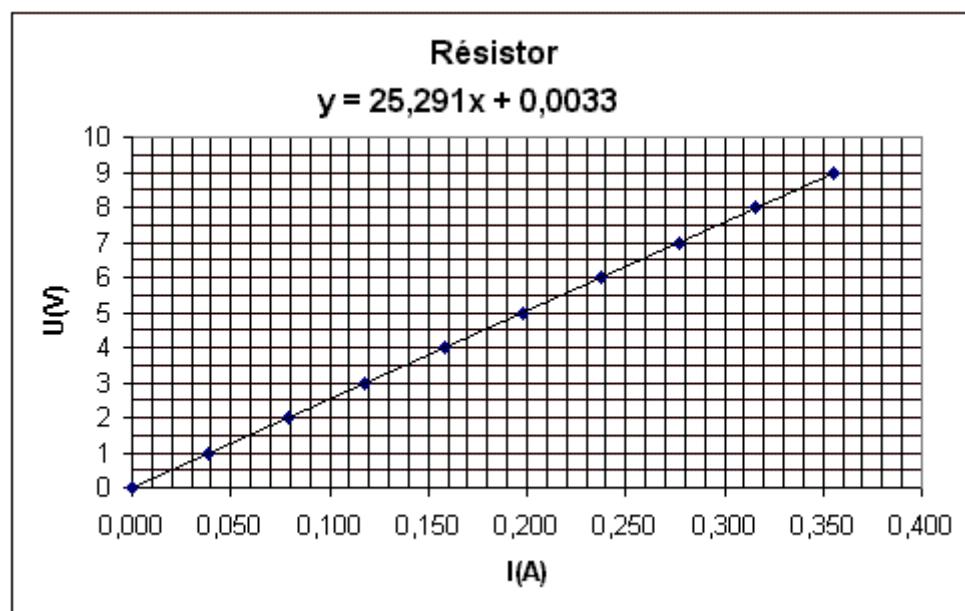
Etudes de la courbe :

| | | | | | | | | | | |
|-------|---|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| U (V) | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| I (A) | 0 | 0,039 | 0,079 | 0,118 | 0,160 | 0,198 | 0,238 | 0,277 | 0,316 | 0,355 |

Tableau 07: Tableau caractéristique d'un résistor ($R = 25,3\Omega$)

On trace la droite qui passe par le maximum de points.

(Il ne faut pas joindre les points par une ligne brisée)



Courbe08: Courbe caractéristique d'un résistor($R=25,3\Omega$)

L'équation est de la forme $y = ax$
c'est-à-dire $U = a I$

Le coefficient directeur (**a=25,3**) de la droite représente la résistance **R** du dipôle.

Le rapport U/I constant, représente la résistance électrique R du résistor.

U étant exprimé en volt et I en ampère, l'unité de la résistance R est l'ohm dont le symbole est **Ω** (oméga).

Le dipôle, dont l'étude expérimentale $U=f(I)$ est linéaire, présente les propriétés suivantes :

* c'est un dipôle symétrique,

* la caractéristique $U=f(I)$ est une droite.

Il est donc possible de donner une représentation mathématique simple de la relation bijective entre l'intensité et la tension aux bornes : c'est une relation linéaire que l'on peut écrire : $U=RI$ dans laquelle R est une constante positive qui ne dépend que du dipôle : c'est la résistance du dipôle. Cette relation $U=RI$ est connue sous le nom de « loi d'ohm » et tous les conducteurs qui la vérifient sont appelés conducteurs ohmiques. Dans le langage courant, on désigne généralement les conducteurs ohmiques sous le nom de « résistance ».

- **Fiche pour élève :**

1) Montage

a) Reproduire le schéma du montage et ajouter le sens de circulation du courant I . Représenter la tension U_{AB} .

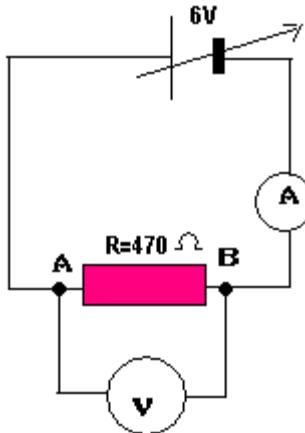


Figure 50: Dispositif, à générateur réglable, pour étudier la caractéristique d'un résistor.

b) Indiquer les bornes du voltmètre et de l'ampèremètre pour qu'ils mesurent une tension U_{AB} positive et une intensité I positive.

· Réaliser le montage et le faire vérifier.

2) Caractéristique $U_{AB} = f(I_{AB})$ du conducteur ohmique

a) Faire varier la tension U aux bornes du générateur de **0 V à 10 V** en tournant le bouton du générateur de tension. Noter dans le tableau ci-dessous les valeurs de la tension U_{AB} (en V) et de l'intensité I_{AB} (en A). Pour avoir des tensions négatives on inversera le branchement des fils du générateur de tension.

| | | | | | | | | | | | | | |
|-----------------------------------|--|--|--|--|--|--|-----|--|--|--|--|--|--|
| U_{AB} (V) | | | | | | | 0,0 | | | | | | |
| $I_{AB}(A)$ | | | | | | | | | | | | | |

Tableau 08: Tableau vide d'une caractéristique d'un résistor.

b) Tracer le graphe $U_{AB} = f(I_{AB})$ sur une demi feuille de papier millimétré verticale avec les échelles suivantes:

Sur U_{AB} : 1 cm \rightarrow 2 V Sur I_{AB} : 1 cm \rightarrow 5 mA

c) Quelle est l'allure du graphe ? Quelle relation peut-on alors écrire entre U_{AB} et I_{AB} ?

d) Calculer le coefficient directeur de la droite, noté a .

e) Retirer le conducteur ohmique du circuit et mesurer sa résistance R avec l'ohmmètre. Comparer avec la valeur du coefficient directeur a . Conclure.

f) Écrire puis encadrer la relation obtenue, appelée "loi d'Ohm". Faire un schéma à côté de la relation en indiquant les sens de la tension U_{AB} et du courant I_{AB} et les unités de chaque grandeur.

VI-II Fiche TP d'une lampe à incandescence :

But et principe de la manipulation : établir la courbe caractéristique d'une lampe à incandescence.

Appareils utilisés :

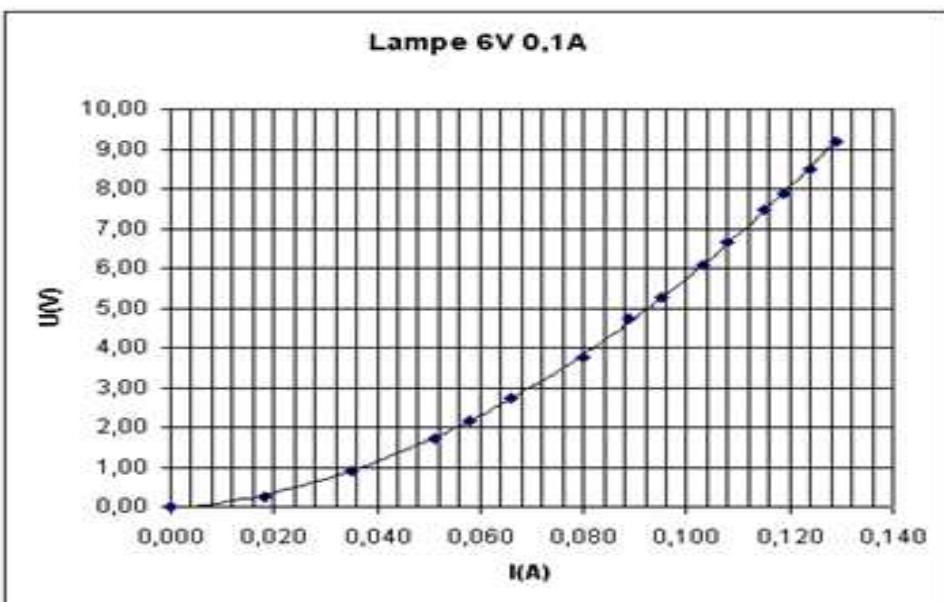
- ampoule 6V, 0.1A
- Pile 9V
- interrupteur
- potentiomètre 50K
- Ampèremètre numérique
- voltmètre numérique

Caractéristique d'une lampe à incandescence [13]



Figure 51: représentation symbolique d'une lampe

Le filament d'une lampe à incandescence est en tungstène. (*Il existe des lampes à filament de carbone, utilisées dans des expériences de laboratoire*)



Courbe 09 : Courbe caractéristique d'une lampe

| I(A) | U (V) | U/I |
|-------|-------|------|
| 0,000 | 0,00 | ? |
| 0,018 | 0,25 | 13,9 |
| 0,018 | 0,25 | 13,9 |
| 0,035 | 0,88 | 25,1 |
| 0,051 | 1,72 | 33,7 |
| 0,058 | 2,16 | 37,2 |
| 0,066 | 2,72 | 41,2 |
| 0,080 | 3,76 | 47,0 |
| 0,080 | 3,76 | 47,0 |
| 0,103 | 6,08 | 59,0 |
| 0,108 | 6,64 | 61,5 |
| 0,115 | 7,48 | 65,0 |
| 0,119 | 7,88 | 66,2 |
| 0,124 | 8,51 | 68,6 |
| 0,129 | 9,20 | 71,3 |

Tableau 09: les valeurs du rapport entre U(V) et I(A) d'une lampe.

CONCLUSION

Face à l'évolution incessante des TIC, des lacunes évidentes empêchent les enseignants dans la modernisation de leur tâche d'une part, d'autre part le programme de formation aux Technologies éducatives n'est pas encore envisagé.

Aussi la mise en place de centres de ressources TIC dans le Département de Formation Initiale Scientifique de l'Ecole Normale Supérieure (ENS) d'Antananarivo qui forment les futurs enseignants des lycées dans sept filières, est digne d'être envisagée.

Ainsi, la formation des enseignants aux TIC, notamment l'utilisation des supports de cours, devrait accompagner cette mise en place. Nous pensons que l'utilisation des supports didactiques multimédias a un effet favorable sur la transmission des connaissances. Cette dernière est confirmée par des études statistiques menées au sein des établissements secondaires qui ont la possibilité d'utiliser et d'exploiter des outils multimédias comme support de cours dans l'enseignement.

L'outil que nous avons élaboré vise à améliorer la qualité d'enseignement. Et nous pensons que l'installation d'un centre multimédia qui produira d'autres outils, contribuera à la mise en place dans la formation, des cours à l'usage des TIC exploitables dans la formation en salle, au développement de l'enseignement secondaire et modernisera les méthodes d'accès au savoir et au savoir-faire.

Les pages web déjà créées sont stockées dans un CD en attendant la diffusion et la propagation sur internet, de la part de l'école.

Les pages web que l'on a créées sont qualifiées d'être un site d'amateur, en donnant au mot le double sens de non professionnel et de connaisseur. Mais, comme en musique, le fait de ne pas être un professionnel n'empêche pas d'être un connaisseur, passionné, sensible à la qualité des œuvres. Notre outil est donc loin d'être parfait, et il nécessite des améliorations dans l'animation et l'interactivité. D'autres chapitres peuvent être créés dans des pages web. Ainsi nous encourageons nos cadets de poursuivre ce travail dans le but d'améliorer la méthode d'enseignement des sciences physiques et d'autres matières.

Bibliographie

- (1) BLAIN, F., 2^{de} Physique chimie, France, Magnard, 1981, p174.
- (2) BOULAND, A., Physique chimie 2^{de}, France, Bordas, 1997, p382.
- (3) COLIN, A., Sciences physiques 4^e, Baume-les-Dames, impression I.M.E, 1990, p159.
- (4) DAHRINGER, F., Physique Chimie seconde, Paris, Hatier, 1993, p334.
- (5) DEGURSE, A.-M., Physique chimie de 2^{de} , Hatier, 1987, p286.
- (6) DEGURSE, A., Physique 2^{de} , France, Hatier, 1983, p231.
- (7) DURANDEAU, J.-P., Physique chimie livre du professeur 2^{de} , HACHETTE, Paris, 1997, p 207.
- (8) NIARD,J. , Courant continu, Paris, NATHAN TECHNIQUE,1982, p 302.
- (9)) RANAIVOSON, J., Elaboration d'un cours en ligne sur la dynamique du programme des classes Terminales C et D, mémoire CAPEN ENS Antananarivo numéro d'ordre 241/PC 2006.
- (10) TOMASINO, A., Physique chimie 2^{de} , Paris, NATHAN, 1997, p 334.
- (11) TOMASINO, A., Physique 2^e , France, NATHAN, 1993,p 239.
- (12) UERP (Unité d'Etude et de Recherche Pédagogique) Programme officiel du secondaire, 1996.

Webographies

(13) Caractéristiques des dipôles :

<http://webetab.ac-bordeaux.fr/Pedagogie/Physique/Physico/Electro/e07carac.htm>

(14) Les résistances réglables. Potentiomètre :

<http://webetab.ac-bordeaux.fr/Pedagogie/Physique/Physico/Electro/e07resis.htm>

(15) les résistors :

<http://webetab.ac-bordeaux.fr/Pedagogie/Physique/Physico/Electro/e07rtor.htm>

(16) loi d'ohm :

<http://webetab.ac-bordeaux.fr/Pedagogie/Physique/Physico/Electro/e07ohm.htm>

(17) résistance d'un fil :

<http://webetab.ac-bordeaux.fr/Pedagogie/Physique/Physico/Electro/e07fil.htm>

(18) bases cours électronique

<http://crteknologies.free.fr/electronique/cours/bases.html>

(19) cours électronique pour ingénieurs physiciens

<http://lsiwww.epfl.ch/LSI2001/teaching/physiciens/lecon02/lecon2.html>

(20) cours sur les codes de couleur :

<http://www.atlence.com>

(21) le courant électrique :

<http://webetab.ac-bordeaux.fr/Pedagogie/Physique/Physico/Electro/e02coura.htm>

(22) Crookes :

<http://dspt.club.fr/crookes.htm>

(23) Intensité :

<http://webetab.ac-bordeaux.fr/Pedagogie/Physique/Physico/electric.htm>

(24) électricité :

http://d.villafruela.free.fr/4eme/Electricite/elec4_05/cours/elec405.htm

(25) circuit et courant électrique :

<http://www.vieartificielle.com>

(26) intensité :

<http://www.physicos.com>

(27) transistor :

<http://www.4p8.com/eric;brasseur/index.html>

(28) Charge électrique :

http://fr.wikipedia.org/wiki/Charge_Électrique

(29) transistor :

<http://fr.wikipedia.org/wiki/Transistor>

(30) sens conventionnel du courant :

http://www.ac-amiens.fr/pedagogie/spc/phydoc/college/elec/sens_courant/SPCCH_College_5_Electricite_Sens_du_courant.htm

(31) sens du courant :

<http://www.w3c.org/TR/1999/REC-html401-19991224/loose.dtd>

(32) programme PC Mayotte :

<http://sip2.ac-mayotte.fr/Programmes-de-P-C-classe-de-2nde.html>

(33) transistor :

<http://fr.wikipedia.org/wiki/Thermistance>

(34) diode :

<http://fr.wikipedia.org/wiki/Diode>

(35) MOSFET:

http://fr.wikipedia.org/wiki/Metal_Oxide_Semiconductor_Field_Effect_Transistor

(36) LED :

<http://www.01net.com/editorial/191638/diode-electroluminescente>

I

ANNEXES 1:

Quelques informations utiles sur les composantes électroniques :

Transistor petits signaux :

* Transistor BC 108A

VCB (V) =30

VCE (V) = 20

VEB(V) = 5

Polarité= NPN

* Transistor BC 177B

VCB (V) =45

VCE (V) = 45

VEB(V) = 5

Polarité=PNP

* Transistor 2N2369A

VCB (V) =40

VCE (V) = 15

VEB(V) = 4

Polarité=NPN

* Transistor BD 138

VCB (V) =60

VCE (V) = 60

VEB(V) = 5

Polarité=PNP

* Transistor BD 139

VCB (V) =80

VCE (V) = 80

VEB(V) = 5

II

Polarité=NPN

DIODES DE REDRESSEMENT

Diode 1N 4002 VL (V)= 200 IF (A)= 1

Diode 1N 4004 VL(V)= 600 IF (A)= 1

Diode 1N 4007 VL(V)= 1300 IF(A)= 1

Diode 1N 5402 VL (V)= 200 IF(A) = 3

Diode 1N 5406 VL (V) = 600 IF(A) =3

Diode 1N 5408 VL(V) = 1000 IF(A)= 3

Diode Zener

* Diode Zener BZX 55C2V7 P(W)=0,5 VZ(V) = 2,7

*Diode zener BZX 55C12V P(W)=0,5 VZ(V) = 12

*Diode Zener BZX 85C3V6 P(W) = 1,3 VZ (V) = 3,6

*Diode Zener BZX 85C62 P(W) = 1,3 VZ (V) = 62

Diode électroluminescente (LED)

Diode LED rouge (diamètre = 3mm) λ (nm)= 650

Diode LED verte (diamètre = 3mm) λ (nm)=560

Diode LED Jaune (diamètre = 3mm) λ (nm)=590

Diode LED rouge (diamètre = 5mm) λ (nm)= 650

Diode LED Jaune (diamètre = 5mm) λ (nm)=590

Diode LED plate rouge λ (nm)= 630

Diode LED plate verte λ (nm)=560

Diode LED plate jaune λ (nm)=590

III

ANNEXES 02 : Programme d'électricité de Seconde :[12]

Objectifs généraux : l'élève doit être capable de (d') :

- * Interpréter le passage du courant électrique dans un conducteur métallique ;
- * Définir l'intensité du courant électrique ;
- * Tracer les caractéristiques de quelques dipôles ;
- * Utiliser une diode électroluminescente (D.E.L), une thermistance, une photorésistance et un transistor.

| Objectifs spécifiques | Contenus | Observations |
|--|--|--|
| L'élève doit être Capable de (d') : <ul style="list-style-type: none"> • Interpréter L'électrisation par Frottement ; • Montrer que deux charges de même signe se repoussent et que deux charges de signes contraires s'attirent ; • Interpréter le passage du courant électrique dans un métal ; • Représenter dans un circuit fermé le sens conventionnel du courant • Définir et mesurer l'intensité d'un courant électrique ; | <p>➤ Electrisation par frottement. Les deux espèces d'électricité et leur interaction</p> <p>➤ Nature du courant électrique dans un métal. Sens conventionnel du courant</p> <p>➤ Intensité d'un courant électrique</p> | <ul style="list-style-type: none"> • A traiter après la leçon sur l'atome. • La loi de Coulomb n'est pas au programme. • Ne traiter que le cas du courant continu. • Ce sens est purement conventionnel : il est dirigé, à l'extérieur du générateur, du pôle (+) au pôle(-). • Définir la quantité d'électricité Q traversant une section d'un conducteur pendant une durée t : $Q = n q_e$ Avec q_e la charge d'un électron et n le nombre d'électrons traversant la section pendant la durée t. |

IV

| | | |
|--|--|--|
| | | |
|--|--|--|

- Mesurer la tension entre deux points d'un circuit électrique ;

- Déterminer la résistance d'un conducteur ohmique équivalent à l'ensemble de deux conducteurs ohmiques montés en série ;

- Déterminer la résistance d'un conducteur ohmique équivalent à l'ensemble de deux conducteurs ohmiques montés en dérivation ;

- Réaliser une tension variable

- Tracer la caractéristique $U=f(I)$ ou $I=g(U)$ de chacun des dipôles suivants : conducteur ohmique, diode à jonction et diode Zener ;

➤ **Tension électrique ou d.d.p entre deux points d'un circuit électrique**

➤ **Association en série deux conducteurs ohmiques**

➤ **Association en dérivation de deux conducteurs ohmiques**

➤ **Existence de tensions variables**

➤ **Dipôles**

- Etude expérimentale des caractéristiques intensité-tension de quelques dipôles passifs : conducteur ohmique, diode à jonction et diode Zener

- Définir l'intensité I du courant :
 $I = Q/t$

- Vérifier la loi d'additivité des tensions en utilisant les intervalles d'incertitudes. On admettra que l'incertitude sur une somme est égale à la somme des incertitudes de ses termes.

- Utiliser cette loi pour calculer la résistance équivalente.

- Vérifier le résultat ainsi trouvé à l'aide d'un ohmmètre.

- Vérifier la loi des noeuds en utilisant les intervalles d'incertitude.

- Utiliser cette loi pour calculer la résistance équivalente.

- Vérifier le résultat ainsi trouvé à l'aide d'un ohmmètre.

- Le va-et-vient d'un barreau aimanté, convenablement orienté, devant les spires d'une bobine connectée à un voltmètre à aiguille et à zéro central permet de montrer l'existence d'une tension variable.

- Respecter les limites d'utilisation des composants électriques que vous considérez.

V

| | | |
|--|--|--|
| | <ul style="list-style-type: none"> • Tracer la caractéristique $U=f(I)$ d'une pile ; • Déterminer le point de fonctionnement d'un circuit ; • Définir et représenter une thermistance ; • Définir et représenter une photorésistance ; • Définir et représenter une diode électroluminescente • Décrire et représenter un transistor ; <ul style="list-style-type: none"> • Expliquer les fonctions essentielles assurées par le transistor (interrupteur, amplificateur) ; | <ul style="list-style-type: none"> • Etude expérimentale de la caractéristique intensité-tension d'un dipôle actif (pile) <ul style="list-style-type: none"> • Point de fonctionnement d'un circuit • Exemple de dipôles commandés <ul style="list-style-type: none"> - Par la température : thermistance - Par la lumière : photorésistance - Par une tension : cas de la diode électroluminescente • Transistor • Pour le cas du conducteur ohmique, calculer sa résistance $R = \text{pente de la droite } U=f(I)$. • Vérifier le résultat ainsi trouvé à l'aide d'un ohmmètre. • Déterminer graphiquement la f.e.m. E et la résistance r de la pile sachant que $U = E - rI$ • Poser le problème évoquant la nécessité de prévoir le point de fonctionnement d'un circuit. • Résoudre le problème pour le cas suivant : <ul style="list-style-type: none"> - Circuit pile-conducteur ohmique ; - Circuit pile-diode à jonction dans le sens direct - Circuit pile-diode Zener dans le sens direct. • Montrer expérimentalement que la résistance d'une thermistance diminue lorsque la température s'élève. • Montrer expérimentalement que la résistance d'une photorésistance diminue rapidement lorsque l'éclairement auquel il est soumis augmente. • Montrer expérimentalement qu'une diode électroluminescente (D.E.L) s'illumine lorsqu'elle est soumise, dans le sens direct, à une tension supérieure à sa tension de seuil. <p>On montrera comment on peut repérer les trois bornes de quelques transistors : un ergot indiquant l'émetteur, une couleur indiquant le collecteur...</p> |
|--|--|--|

VI

| | | |
|---|--|--|
| <ul style="list-style-type: none">Utiliser un transistor, une diode électroluminescente et une thermistance | <ul style="list-style-type: none">Exemples de montages utilisant un transistor | <ul style="list-style-type: none">On signalera lors de la schématisation d'un transistor que :<ul style="list-style-type: none">Pour le transistor de type NPN, le courant entre par le collecteur et sort par l'émetteur ;Pour le transistor de type PNP, le courant entre par l'émetteur et sort par le collecteur.Tout montage sera réalisé avec le type NPN qui est couramment utilisé. Toutefois, la théorie des semi-conducteurs est hors programme.On effectuera des mesures (de courant d'entrée, de courant de sortie et de tension U_{BE} entre la base et l'émetteur) pour dégager les trois phases des états de fonctionnement d'un transistor : transistor bloqué (interrupteur ouvert), transistor débloqué (amplificateur) et transistor saturé (interrupteur fermé).On étudiera un testeur de conductivité, un détecteur d'échauffement et une commande automatique d'éclairage.<p>On introduira la notion de chaîne électronique à partir de ces trois dispositifs.</p> |
|---|--|--|

VII

Programme d'électricité de la classe de Première à Madagascar [12]

Objectifs généraux : L'élève doit être capable d' :

- Appliquer l'étude énergétique en électricité ;
- Effectuer le bilan énergétique d'un circuit.

| Objectifs spécifiques | Contenus | Observations |
|---|--|--|
| <p>L'élève doit être capable de(d') :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Définir un champ electrostatique et donner sa formule $\vec{E} = \frac{\vec{F}}{q}$ • Donner les caractéristiques du champ uniforme • Définir la différence de potentiel électrique et donner son expression : $V_A - V_B = \vec{E} \cdot \vec{AB}$ • Donner le sens du champ electrostatique • Etablir l'expression d'une force électrique : $W = q(V_A - V_B)$ | <p>➤ Champ electrostatique</p> <ul style="list-style-type: none"> • Définition • Cas particulier du champ uniforme • Différence de potentiel • Travail d'une force électrique | <ul style="list-style-type: none"> • On pourra introduire la notion de champ electrostatique, en exploitant l'analogie entre le poids d'un corps dans le champ de pesanteur et la force electrostatique dans le champ electrostatique. Le champ electrostatique en un point sera caractérisé par le vecteur champ electrostatique en ce point. • On ne considérera que le champ uniforme existant entre les armatures d'un condensateur plan. • On dira qu'entre deux points A et B, se trouvant dans un champ electrostatique uniforme existe une différence (qui peut être éventuellement nulle). Cette différence de potentiel dépend du champ et des positions A et B dans ce champ. • On signalera l'existence de plans équipotentiels, après avoir souligné que le champ electrostatique est toujours orienté vers les potentiels décroissants. • On établira l'expression du travail d'une force électrique $W = q(V_A - V_B)$, puis on fera remarquer que ce travail est l'opposé de la variation d'une fonction $E_p = qV$ appelée énergie potentielle électrique. |

VIII

| | | |
|--|---|--|
| <ul style="list-style-type: none"> Rappeler la définition d'une force conservative Définir l'énergie potentielle électrique et donner son expression : $Ep_e = qV + C^{te}$ Enoncer et appliquer la conservation de l'énergie mécanique, d'une particule chargée en mouvement sans frottement dans un champ électrostatique : $E = \frac{1}{2}mV^2 + qV = C^{te}$ définir la puissance et l'énergie reçue par un dipôle récepteur en courant continu. Etablir et énoncer la loi de joule : $W = RI^2t$ | <ul style="list-style-type: none"> Energie potentielle d'une charge électrique <p style="text-align: right;">➤ Les récepteurs- Bilan énergétique</p> <ul style="list-style-type: none"> Energie et puissance électriques reçues par un dipôle récepteur Effet calorifique dans un conducteur ohmique en régime permanent : loi de joule | <ul style="list-style-type: none"> On indiquera que le travail de la force électrostatique est indépendant du chemin suivi : la force électrique est aussi force conservative. On se limitera au seul cas du champ uniforme. L'énergie potentielle électrique sera abordée d'une manière analogue à celles de pesanteur et élastique. On définira rapidement l'unité d'énergie : electron-volt. On fera remarquer l'analogie formelle entre le champ de pesanteur et celui de l'électrique sur les points suivants : vecteur-champ, travail, énergie potentielle, énergie mécanique et sa conservation. <p style="text-align: right;"> • On montrera que l'énergie potentielle des électrons sortant d'un dipôle récepteur est inférieure à celle des électrons entrant : $\Delta Ep < 0$ si n est le nombre d'électrons traversant le dipôle, l'énergie électrique reçue par le dipôle est : </p> $Ee = \sum (-\Delta Ep) = ne(V_A - V_B) = q U_{AB}$ <p style="text-align: right;">Ee = UIt</p> <p style="text-align: right;">La puissance électrique reçue sera : $P_e = UI$</p> <p style="text-align: right;"> • A partir de la relation qui traduit la loi d'ohm , on établira la relation traduisant la loi de joule : </p> $P = RI^2 \text{ et } W = RI^2 t$ |
|--|---|--|

IX

| | | |
|--|--|---|
| | | <p>Lorsque les conditions matérielles le permettent, on procédera à la vérification expérimentale de cette loi, sinon, cette expérience doit être soigneusement décrite</p> <ul style="list-style-type: none"> • On expliquera l'utilisation de l'effet Joule pour : <ul style="list-style-type: none"> -le chauffage -l'éclairage -protéger une installation électrique. • On signalera aussi les effets néfastes : <ul style="list-style-type: none"> -perte d'énergie -perte en ligne -échauffement nuisible des circuits. • En exploitant la courbe donnant la caractéristique de l'électrolyseur, on établira la loi d'Ohm pour un récepteur : $U = e' + r' I.$ <p>On déterminera la f.c.é.m. (e') et la résistance interne (r').</p> • On donnera le bilan énergétique d'un récepteur : $Ee = Eu + Ed \rightarrow Pe = Pu + Pd$ • Le récepteur est un convertisseur d'énergie donc on peut définir le rendement <p style="text-align: center;">$\eta = \frac{Pu}{Pe}$</p> <p>Pd : puissance dissipée sous forme de</p> <p style="text-align: center;">➤ Les générateurs-Bilan énergétique dans un circuit</p> |
|--|--|---|

X

| | | |
|--|--|---|
| <ul style="list-style-type: none"> Définir la puissance électrique engendrée par le générateur ($P=eI$) Présenter le bilan énergétique d'un générateur $P = P_j + P_g$ <p>soit</p> $eI = rI^2 + U_{PN} \cdot I$ | <ul style="list-style-type: none"> Puissance engendrée par un générateur Bilan énergétique d'un générateur Bilan énergétique dans un circuit en série. Loi de Pouillet Bilan énergétique dans un circuit avec dérivation | <p>chaleur</p> <p>P_u : puissance convertie utilement</p> <p>P_e : puissance électrique reçue</p> <ul style="list-style-type: none"> On montrera que l'énergie potentielle des électrons sortant d'un générateur est supérieure à celle des électrons entrant : $E_p > 0$ $E_{pN} - E_{pP} = -e(V_N - V_p) > 0$ <p>L'énergie gagnée par n électrons traversant le générateur est :</p> $E_g = q(V_p - V_N) = It \cdot U_{PN}$ et $P_g = U_{PN} \cdot I = eI - rI^2$ <p>La puissance engendrée par le générateur est eI</p> $eI = U_{PN} \cdot I + rI^2$ <p>La puissance engendrée par le générateur se partage en deux :</p> <p>P_j : la puissance Joule (rI^2) et</p> <p>P_g : la puissance disponible utilisée par le reste du circuit ($U_{PN} \cdot I$)</p> <ul style="list-style-type: none"> On établira la loi de Pouillet généralisée : $I = \frac{\sum e - \sum er}{\sum R}$ <ul style="list-style-type: none"> A partir d'exemple précis, on démontrera que la puissance électrique engendrée par le générateur est égale à la somme des puissances perdues par effet Joule dans les différents appareils et les puissances utiles des récepteurs : $P = P_{ch} + P_{cal} + P_m$ |
|--|--|---|

XI

| | | |
|---|--|--|
| <ul style="list-style-type: none"> Présenter le bilan énergétique d'un générateur <p>P=Pj +Pg soit</p> <p>eI=rI² +UPN.I</p> <ul style="list-style-type: none"> Enoncer et appliquer la loi de Pouillet Appliquer le transfert d'énergie entre les générateurs et les dipôles passifs | <ul style="list-style-type: none"> Bilan énergétique d'un générateur <ul style="list-style-type: none"> Bilan énergétique dans un circuit en série. Loi de Pouillet Bilan énergétique dans un circuit avec dérivation | <p>L'énergie gagnée par n électrons traversant le générateur est :</p> <p>Eg=q(V_P-V_N) = It.U_{PN} et</p> <p>Pg= U_{PN}.I =eI - rI²</p> <p>La puissance engendrée par le générateur est eI</p> <p>eI= U_{PN} .I + rI²</p> <p>La puissance engendrée par le générateur se partage en deux :</p> <p>P_j : la puissance Joule (rI²) et</p> <p>P_g : la puissance disponible utilisée par le reste du circuit(UPN.I)</p> <ul style="list-style-type: none"> On établira la loi de Pouillet généralisée : $I = \frac{\sum e - \sum er}{\sum R}$ <ul style="list-style-type: none"> A partir d'exemple précis, on démontrera que la puissance électrique engendrée par le générateur est égale à la somme des puissances perdues par effet Joule dans les différents appareils et les puissances utiles des récepteurs : <p>P =Pch + Pcal +Pm</p> |
|---|--|--|

XII

| | | |
|--|--|--|
| | <p style="text-align: center;">➤ Le condensateur</p> <ul style="list-style-type: none"> • Définir et reconnaître un condensateur • Donner sa représentation symbolique • Définir la capacité d'un condensateur • Donner son unité dans le S.I et les sous multiples les plus courants • Exprimer la relation qui existe entre la charge, la capacité et la tension aux bornes d'un condensateur : $q_A = C(V_A - V_B)$ | <ul style="list-style-type: none"> • Présentation du condensateur • Capacité d'un condensateur • Association de condensateurs en série et en parallèle. • On donnera les principaux constituants d'un condensateur. • On présentera divers types de condensateurs (à défaut d'appareils réels, présenter des photos). • On fera admettre les relations $i = \frac{dq_A}{dt}$ $q_A = C(V_A - V_B) = C \cdot U_{AB}$ • On signalera que $q_A = C \cdot U_{AB}$ est une relation algébrique où q_A et U_{AB} sont toujours de même signe. |
|--|--|--|

XIII

| | | |
|---|--|--|
| <ul style="list-style-type: none"> • Calculer le condensateur équivalent, à une association en série et en parallèle <p>• Définir l'énergie d'un condensateur et donner son expression :</p> $E = \frac{1}{2}CV^2$ | <ul style="list-style-type: none"> • Utilisation des condensateurs : condensateur, réservoir d'énergie • Réalisation d'un montage qui simule le fonctionnement d'un flash électronique | <ul style="list-style-type: none"> • On établira l'expression de la capacité du condensateur équivalent à un groupement en série et en parallèle. • La méthode graphique sera encore utilisée pour établir l'expression de l'énergie emmagasinée dans un condensateur $E = \frac{1}{2}CV^2$ <p>• Expliquer le résultat obtenu avec un montage, qui exploite l'énergie emmagasinée dans un condensateur</p> <p>• Il s'agit ici de réaliser un montage qui simule le fonctionnement d'un flash électronique.</p> <p>Si la réalisation du montage n'est pas possible par manque de matériel, présenter le schéma du montage et justifier le résultat attendu.</p> |
|---|--|--|

XIV

Annexes 03 :

Comment diriger une séance de TP de 2h (électricité) ?

- Préparation du TP

⇒ **Déterminer les objectifs "professeurs"**

Faisons émerger les principaux savoirs et savoir-faire en électricité de la classe de 3^{ème} et les utiliser.

- Faisons tracer la caractéristique d'une "résistance" pour pouvoir introduire la loi d'Ohm.
- Stimulons l'activité intellectuelle de l'élève en privilégiant le travail autonome et les échanges au sein d'un groupe.
- Valorisons les élèves : ils savent des choses, ils ont des idées.

⇒ **Lister les objectifs "élèves"**

L'élève doit savoir :

- choisir, placer dans un circuit et brancher l'appareil permettant de mesurer l'intensité du courant qui traverse un dipôle.
- choisir, placer dans un circuit et brancher l'appareil permettant de mesurer la tension aux bornes d'un dipôle.
- modifier la tension aux bornes d'un dipôle ou l'intensité du courant qui traverse un dipôle.

XV

- tracer la caractéristique du conducteur ohmique étudié et savoir l'interpréter.

⇒ **Choisir de la question de départ (la formulation) en n'oubliant pas que :**

L'élève doit être capable d'atteindre le but fixé en raisonnant, en s'a aidant de divers documents choisis par le professeur, en s'appuyant sur le questionnement de ses camarades du groupe ou du professeur.

L'élève ne suit plus le chemin tracé par le professeur et qui amène à la réponse...

L'élève doit trouver seul son chemin...

Cette situation dérange certains élèves (très "scolaires" le plus souvent...) qui sont inquiets au départ.

Il n'est pas question de mettre les élèves en situation d'échec mais au contraire de les valoriser en leur montrant qu'avec du bon sens, un peu d'aide (documents, questions posées par le professeur...) ils peuvent comprendre le pourquoi de ce qu'ils font et peuvent réussir.

Il faut donc formuler clairement et simplement ce que l'on attend d'eux.

Pour les aider à mieux prendre conscience de ce qu'ils font et à mieux s'en imprégner, on les incite à verbaliser en ne leur demandant pas simplement de tracer la caractéristique mais en leur demandant qui a raison (Koto ou Bozy) et pourquoi.

⇒ **Prévoir les difficultés que les élèves vont rencontrer et imaginer des remèdes (quand ? comment ?)**

- Donnons des devoirs pour réactiver certains acquis de 3ème à faire à la maison pour le jour du TP.
- orientons l'élève pour mettre sur la bonne voie pendant le TP.
- Nous sommes des jokers pour apporter de nouvelles connaissances.

⇒ **Faire une liste du matériel à prévoir**

Pensons à calculer la puissance électrique transformée lors du choix du résistor.

Exemple : $R = 150 \Omega$ et $P_{max} = \frac{1}{4} W$

Les élèves peuvent proposer de brancher la "résistance" directement sur l'alimentation 6V/12V. Si $U = 12V$ alors $P = U^2/R$ $P = 144/150$ $P \approx 1W...$

• **Déroulement de la séance**

- En début de séance il est préférable de ne pas laisser le matériel visible pour ne pas orienter la réflexion des élèves.

XVI

- Dévoilons le problème à résoudre (fiche élève)
- Réflexion individuelle (10 min environ) : les élèves sont invités à émettre des hypothèses puis à réfléchir à la manière de pouvoir les vérifier.
- Formons des équipes hétérogènes de trois ou quatre élèves .
- Débat "élève-élève", propositions au professeur.
- Essayons de ne pas donner pas aussitôt le matériel aux premiers qui ont trouvé le protocole expérimental... Demander par exemple de commencer à rédiger le compte-rendu (schémas des montages et choix).
- Expérience
- Tableau de mesures
- Tracé de la courbe

- **Gestion de la séance**

Ce relatif "laisser-faire" doit s'accompagner d'une très grande exigence.

- Echanges à voix basse au sein de chaque groupe.
- On ne communique pas entre les différents groupes.
- Tout élève doit être capable de justifier ce qu'il fait. (On ne règle pas un multimètre sur le calibre 200mA parce que le groupe voisin a réglé ainsi le sien...)
- Les consignes de sécurité doivent être respectées. (C'est le professeur qui met en marche le générateur par exemple...)
- Le compte-rendu doit être soigné et il doit être le reflet de la démarche intellectuelle qui a permis à l'élève d'atteindre son but.

Au cours de la séance, le professeur doit savoir:

- partager son temps.
- se taire (éviter de donner la réponse) mais aussi savoir poser la bonne question (qui les aidera à trouver le bon chemin).
- laisser les élèves s'engager et poursuivre dans une voie qui n'est pas la sienne... (Souvent il n'y a pas qu'une seule solution à un problème).
- laisser les élèves se tromper (l'erreur est souvent formatrice....)
- ne pas s'affoler si un groupe n'a pas eu le temps de faire toutes les mesures parce qu'il s'est égaré sur de fausses pistes.

XVII

Il est essentiel que ces élèves aient compris pourquoi ils n'ont pas atteint le but et on peut leur conseiller d'exploiter les résultats d'un autre groupe.

- **Travail "maison" pour le lendemain**

Le professeur doit avoir corrigé les comptes-rendus pour le cours suivant afin de pouvoir exploiter la caractéristique.

Auteur : ANDRIANASOLO Lanjatiana Setraniaina

Titre du mémoire :

« CREATION DES PAGES WEB POUR L'ENSEIGNEMENT DE L'ELECTRICITE DE LA CLASSE DE SECONDE »

CER : Physique chimie de l'Ecole Normale Supérieure (E.N.S)

Nombre de page : 67

Nombre de figure : 46

Nombre de tableau : 09

Nombre de courbe : 08

Résumé : Dans ce mémoire nous avons élaboré un cours sur l'électricité du programme de seconde (illustré par des animations, des séquences de film), des fiches de travaux pratiques relatives aux cours et un petit site web dans lequel sont placés le cours et les fiches de TP. Ce site a été préparé dans l'éditeur de format HTML Bloc -Notes qui existe dans tous les ordinateurs.

Mots clés :

Electrisation, tension électrique, intensité du courant, association en série, association en dérivation, dipôle électrique, diode électroluminescente, transistor, résistors, thermistance, photorésistance.

Directeur de mémoire : ANDRIANARIMANANA Jean Claude Omer

Adresse de l'auteur : Lot IIN 131 bis Anjanahary

Tel : 0331406095

