

L'HISTOIRE DE L'ELECTRICITE

I- Généralité :

1- Définition :

L'électricité est la **forme d'énergie** qui permet de faire fonctionner la plupart des objets de notre quotidien, comme un ordinateur, un fer à repasser, le **TGV** ou une ampoule électrique.

Dans les **atomes**, constituants de base de la matière, se trouvent trois types de particules : les **protons**, les **neutrons** et les **électrons**. Ces particules possèdent des propriétés physiques caractéristiques comme la masse ou la taille, et parfois une **charge électrique** : **positive pour les protons** et **négative pour les électrons**. Les neutrons n'ont aucune charge : on dit qu'ils sont électriquement neutres.

Les particules chargées possèdent une propriété remarquable : les particules de charge positive attirent les particules de charge négative et inversement, tandis que deux particules de même charge (positive ou négative) se repoussent.

Contrairement aux autres particules, **les électrons peuvent facilement se déplacer**. C'est ainsi que lorsque le mathématicien grec **Thalès** frotte de l'ambre jaune sur une peau de chat, quelques électrons de la peau sont arrachés et se déposent sur l'ambre qui est alors « électrisé », c'est-à-dire porteur de charges électriques (dans ce cas négatives). L'ambre peut alors attirer certains objets chargés positivement (porteurs de charges positives).

2- Le Courant électrique :

Lorsque des électrons se déplacent à travers certains matériaux dits **conducteurs**, on parle de **courant électrique**. C'est le courant électrique qui alimente les appareils électriques (ordinateur, bouilloire électrique, lampe, etc.). On appelle ces appareils des **récepteurs électriques**.

Les exemples de récepteurs électriques sont nombreux, mais tous fonctionnent selon un même principe : un récepteur électrique convertit l'**énergie électrique** qui lui est fournie par le courant en une autre forme d'énergie. Dans le cas du TGV, le courant électrique alimente un moteur qui fait rouler le train. L'énergie électrique est ainsi transformée en énergie mécanique : cela rend possible le déplacement du train. Dans le cas d'une ampoule électrique, un filament de tungstène émet de la lumière lorsqu'il est traversé par le courant électrique : l'énergie électrique est donc transformée en énergie lumineuse.

Très souvent, le passage du courant dans le récepteur crée un échauffement de celui-ci : c'est l'**effet Joule**, qui correspond à la conversion d'une partie de l'énergie électrique en chaleur (ou énergie calorifique). C'est ainsi que fonctionnent par exemple les radiateurs et les fours électriques.

3- Les Générateurs :

Pour alimenter un récepteur en courant électrique, on fait appel à un **générateur électrique**. Le générateur est un système qui, contrairement au récepteur, convertit une certaine forme d'énergie (mécanique, lumineuse, etc.) en énergie électrique.

Une **pile électrique** est un exemple de générateur qui convertit l'énergie chimique en énergie électrique. Constituée de deux tiges métalliques (des électrodes) plongées dans une solution ionique (l'électrolyte) dans laquelle a lieu une réaction chimique, la pile produit du courant pendant toute la durée de la réaction chimique.

L'**accumulateur** est un générateur fonctionnant sur le principe de la pile, mais dont la réaction chimique, une fois terminée, peut être réinitialisée lorsqu'on lui communique de l'énergie électrique : on dit que l'on recharge l'accumulateur, qui pourra ainsi à nouveau produire de l'électricité. Les **piles rechargeables** et les **batteries** de voiture sont des accumulateurs.

D'autres types de générateurs existent, tels que la **photopile** qui transforme l'énergie lumineuse en énergie électrique, ou la **dynamo** qui produit du courant à partir d'un mouvement (comme celui d'un vélo) et dont le principe de fonctionnement est celui de toutes les **centrales électriques**. Différents types de centrales électriques existent, telles les **éoliennes** qui utilisent la force du vent, ou les **centrales nucléaires** qui créent puis utilisent la force de la vapeur d'eau sous pression.

II- Les Précurseurs :

L'utilisation et la maîtrise de l'électricité constituent certainement **le symbole le plus fort du progrès scientifique et technique**. La première célébration de cette forme d'énergie, surnommée la « **fée électricité** », se déroule lors de l'exposition internationale de Chicago **en 1893**. Mais l'histoire de l'électricité remonte à l'**Antiquité**...

Dès l'Antiquité, les hommes connaissent et savent reproduire certains phénomènes électriques. En effet, il y a environ **2 600 ans**, le mathématicien grec **Thalès** constate qu'une résine appelée « **ambre jaune** » (**ἤλεκτρον** en grec), frottée contre une peau de chat, est capable d'attirer de petits objets comme des plumes. On peut reproduire cette expérience en frottant, par exemple, une règle en plastique contre un chiffon.

À partir du **XVII^e siècle**, les scientifiques inventent de nombreuses machines et instruments qui leur permettent d'étudier et de comprendre les phénomènes électriques. Ils découvrent ainsi au **XVIII^e siècle** l'existence des **charges électriques positives et négatives**, objets invisibles dont ils ne savent rien mais dont les propriétés supposées leur permettent d'expliquer et de prévoir les phénomènes qu'ils observent.

En 1752, le savant américain **Benjamin Franklin** établit la nature électrique de la foudre en utilisant un cerf-volant et invente le **paratonnerre** pour s'en protéger. **En 1785**, le Français **Charles Augustin**

de Coulomb énonce les premières lois expérimentales et théoriques de l'électricité, tandis qu'en **1800** l'Italien **Alessandro Volta** invente la **première pile électrique**.

Au cours du **XIX^e siècle**, la science progresse considérablement avec la découverte des équations générales de l'**électromagnétisme** par le physicien anglais **James Clerk Maxwell**. Ces équations fondamentales font le lien entre les phénomènes électriques et les phénomènes magnétiques, étudiés jusque-là séparément.

Avec la révolution industrielle, les hommes apprennent à produire de très grandes quantités d'électricité dans des centrales électriques et lui trouvent de multiples applications, comme le **téléphone (en 1876)**, la **lampe à incandescence (en 1879)** ou la **radio (en 1895)**. La première célébration de l'électricité se déroule lors de l'**exposition internationale de Chicago en 1893**, où tout un bâtiment (l'Electricity Building) est consacré aux diverses applications de l'électricité (éclairage, chauffage, téléphone, etc.). Lorsque se tient à Paris l'**exposition universelle de 1900**, c'est tout un palais aux innombrables illuminations qui est dédié à la « fée électricité ».

Enfin, à la suite des progrès réalisés en physique appliquée dans la première moitié du **XX^e siècle**, l'électricité donne naissance à l'**électronique**. L'électronique et les composants électroniques (transistors, circuits intégrés, etc.) permettent le développement de nouvelles applications, comme les **ordinateurs** et les **téléphones mobiles**.

1- Benjamin Franklin :

Benjamin Franklin (**1706-1790**) est **un savant et un homme politique américain**. Il est principalement connu pour avoir découvert **la nature électrique de l'éclair** et inventé le **paratonnerre**. Il a également joué un rôle déterminant dans la naissance des **États-Unis**.

Né à Boston, Benjamin Franklin est le quinzième enfant d'une famille modeste. Autodidacte, il commence à travailler très jeune comme ouvrier imprimeur. **En 1729** il rachète un journal, la *Gazette de Pennsylvanie*. Il ouvre une imprimerie **en 1730** et publie un almanach **en 1732** afin de répandre l'instruction dans le peuple.

Il se passionne pour la science, et notamment pour les phénomènes électriques. **En 1752**, à l'aide d'un cerf-volant, Franklin démontre que **la foudre est de l'électricité**. Il est également l'**inventeur du paratonnerre**.

Élu à l'Assemblée de Pennsylvanie en **1747**, Franklin fait voter de nombreuses mesures pour le bien public : construction de collèges et d'hôpitaux, création d'une milice et d'un corps de sapeurs-pompiers, etc. Il est choisi pour défendre les intérêts de la Pennsylvanie à Londres **en 1757** (les États-Unis sont alors une colonie anglaise), et réussit à faire révoquer la loi du timbre (**Stamp Act**), qui interdisait aux colonies de décider elles-mêmes de leurs impôts (**1763**).

Franklin revient à Philadelphie **en 1775** et est élu député de Pennsylvanie au Congrès. Il aide le général **George Washington** pendant la guerre de l'Indépendance, et il est l'un des cinq rédacteurs de la **Déclaration d'Indépendance (4 juillet 1776)**. Il est ensuite chargé de demander l'aide de la France. Il conclut en 1778 un traité d'amitié entre la France et les États-Unis et obtient l'envoi d'une armée, d'une flotte et d'une aide financière importante. Franklin est alors nommé ministre plénipotentiaire des États-Unis en France.

En 1781, il signe les préliminaires du traité de paix avec l'Angleterre. Il rentre en Amérique en 1785. Il est élu délégué à la Convention qui est chargée de rédiger la **Constitution des États-Unis (1787)**. Il se retire de la vie publique en 1788.

3- Charles de Coulomb :

Charles de Coulomb (1736-1806) est un **physicien français** qui a contribué à une meilleure connaissance des phénomènes de l'électricité, du magnétisme et de la mécanique appliquée à l'étude des frottements et des torsions. Il est le fondateur de l'**électrostatique** avec le chimiste et physicien britannique **Henry Cavendish**.

Charles de Coulomb effectue ses études à Paris, au collège Mazarin puis au collège de France, dans l'espoir de devenir mathématicien. Mais sa famille déménage à Montpellier et il entre finalement en 1760 à l'École du génie de Mézières. Sa carrière d'ingénieur militaire le conduit aux Antilles où il participe à la construction du fort Bourbon. De retour en France en 1772, il décide de se consacrer entièrement à la recherche scientifique — son rôle dans l'armée n'étant plus que consultatif. Il devient **membre de l'Académie des sciences** en 1781.

Entre 1785 et 1791, Coulomb établit les lois quantitatives d'attractions électrostatiques et magnétiques. Il invente la **balance à torsion**, qui permet de mesurer avec précision les forces exercées par les charges électriques et magnétiques. Grâce à sa balance, il formule la loi d'attraction et de répulsion des charges électriques (loi fondamentale de l'électrostatique), connue aujourd'hui sous le nom de **loi de Coulomb**.

Dans le domaine du **magnétisme**, Coulomb explique le fonctionnement de la **boussole**. Il définit également, sans le nommer, le concept d'**aimantation**.

Après la Révolution, Coulomb aide le nouveau gouvernement à concevoir un système métrique pour les **poids et mesures**. Il laisse son nom à l'unité de charge électrique du Système international, le **coulomb** (de symbole **C**) : un coulomb est la quantité d'électricité transportée par un courant d'intensité égale à 1 ampère, pendant 1 seconde.

4- Alessandro Volta :

Alessandro Volta (1745–1827) est un **physicien italien**, célèbre pour ses travaux sur l'électricité et pour avoir inventé la **pile électrique**.

Vers 1774, Volta commence ses premiers travaux sur les phénomènes électriques. Il met au point l'**électrophore**, une machine qui rend possible de nombreuses expériences.

Il étudie par ailleurs la composition des gaz des marais et isole en 1778 le **méthane**, qui est un gaz formé par la décomposition de la matière organique.

Par la suite, il construit un **électroscope** qui permet de déceler les différences de potentiel.

Volta est très influencé par le médecin et physicien italien **Luigi Galvani**, professeur d'anatomie à l'université de Bologne. Ce dernier étudie les phénomènes électriques produits par un générateur, sur des grenouilles mortes.

Volta reprend les expériences de Galvani et découvre que le générateur n'est qu'un accessoire. En réalité, les muscles se contractent au contact de deux morceaux de métal, et plus fortement lorsqu'il s'agit d'un fil de cuivre et d'un fil de zinc. Il émet donc l'hypothèse que l'électricité est générée par ces deux plaques de métal et qu'elles doivent être mises en contact par un conducteur humide. Sur ce principe, Volta construit **la première pile électrique en 1800**.

Pour cela, il empile des disques de cuivre et de zinc en alternance. Chaque paire est séparée de sa voisine par un tissu imbibé d'eau salée. Grâce à cet assemblage, il obtient un **courant électrique continu**.

Avec cette découverte, Volta ouvre la voie au développement de l'**électrochimie**, et en particulier à l'**électrolyse** (technique utilisée principalement pour l'obtention, la séparation et la purification de métaux comme l'aluminium et le cuivre).

Les premières **batteries** (composées de plusieurs piles voltaïques réunies) font ensuite leur apparition.

Le nom de Volta reste attaché à l'**unité de tension électrique, le volt** (de symbole **V**).

5- James Maxwell :

James Maxwell (**1831-1879**) est un **physicien écossais** dont l'œuvre a été capitale dans la connaissance des **phénomènes lumineux** et **électromagnétiques**.

Brillant élève au collège, James Maxwell poursuit des études de mathématiques à l'université de Cambridge. Il est fasciné par la géométrie et la mécanique.

Il travaille sur plusieurs sujets dont l'**étude cinétique des gaz** en thermodynamique et la **nature des anneaux de Saturne** en astronomie. Mais ce sont ses recherches en **électromagnétisme** qui font de lui l'un des savants les plus célèbres du **XIX^e siècle**.

Ses connaissances mathématiques lui permettent d'élaborer **en 1873** les quatre équations qui décrivent la nature des champs électromagnétiques dans l'espace et le temps : les **équations de Maxwell**. Il pose ainsi les bases de l'électromagnétisme et définit **la lumière en tant qu'onde électromagnétique**.

Les équations de Maxwell permettent d'interpréter de nombreux phénomènes optiques jusqu'alors inexpliqués, comme les propriétés ondulatoires ou la polarisation de la lumière.

Il réalise également des études sur la perception des **couleurs**. Il démontre que celle-ci est assurée par le jeu de **trois couleurs primaires** : le **rouge**, le **vert** et le **bleu**. Il réalise la première photographie en trichromie (par projection des radiations primaires à travers trois plaques en noir et blanc) et pose ainsi les bases théoriques de la reproduction des couleurs.

III- Production et Distribution :

Il est difficile d'imaginer le monde d'aujourd'hui sans électricité. Les applications de l'électricité sont en effet toujours plus nombreuses, accompagnant les nouvelles inventions et les avancées technologiques. En conséquence, la production et la consommation d'électricité augmentent chaque année, souvent au mépris total de l'environnement. Mais comment produit-on et distribue-t-on l'électricité ?

1- Production :

Partout dans le monde, l'électricité est produite en très grandes quantités dans des **centrales électriques**. Il existe différents types de centrales électriques, des **centrales nucléaires** qui marchent à l'énergie nucléaire aux **éoliennes** qui utilisent la force du vent. Mais elles fonctionnent toutes grâce à un **turbogénérateur**, composé d'un **alternateur** couplé à une **turbine**.

L'alternateur est une dynamo géante, qui comprend un **stator** et un **rotor**. Le stator est une immense bobine de fils au centre de laquelle est placé le rotor, un **électroaimant** qui produit un puissant champ magnétique.

Le rotor est fixé à une **turbine**. La turbine est une sorte de roue pourvue d'hélices ou de lames, qu'un fluide en mouvement (de l'eau, un gaz ou de la vapeur) peut faire tourner, comme la roue d'un moulin à eau.

En tournant, la turbine entraîne le rotor. Le champ magnétique du rotor crée alors dans le stator un intense courant électrique. C'est le **principe de la dynamo de vélo**, et c'est ainsi qu'est produit le courant électrique dans les centrales.

Versions modernes des moulins à eau et à vent, les **centrales hydroélectriques** et les **éoliennes** utilisent la force de l'eau et celle du vent. Dans une centrale hydroélectrique, les turbines tournent sous l'action d'un fort courant d'eau. Pour en augmenter la pression, de très grands **barrages** sont construits dans le monde entier, comme le barrage d'Assouan en Égypte. La turbine d'une éolienne tourne, quant à elle, sous l'action du vent. **Non polluantes et inépuisables**, ces sources d'énergie nécessitent néanmoins des conditions géographiques ou climatiques particulières : un important débit d'eau pour l'une, beaucoup de vent pour l'autre.

Par ailleurs, les centrales hydroélectriques ont un impact sur l'environnement et sur les hommes : la construction des barrages implique bien souvent l'immersion de grandes étendues de terre, de zones habitées, parfois de sites historiques, et par conséquent le déplacement de populations entières. Les éoliennes présentent également quelques inconvénients : elles occupent de grandes superficies et sont assez bruyantes ; toutefois, dans les zones isolées, elles constituent une source d'énergie idéale ; c'est pourquoi elles voient leur nombre augmenter depuis les **années 1990** et pourraient produire **10 %** de l'électricité dans le monde au milieu du **XXI^e siècle**.

Dans les **centrales thermiques** et les **centrales nucléaires**, les turbines sont actionnées par de la **vapeur sous pression**, produite dans d'immenses chaudières. Dans le cas des centrales thermiques, les chaudières fonctionnent au **charbon**, au **pétrole** ou au **gaz**. Très répandues dans le monde (la Chine produit plus de la moitié de son électricité dans des centrales à charbon), ces centrales électriques sont également **très polluantes** et menacent sérieusement notre environnement. Elles produisent notamment en grandes quantités du **gaz carbonique** (ou **dioxyde de carbone**, de formule chimique CO_2) qui perturbe le climat de la Terre (en accentuant l'**effet de serre**).

Les centrales nucléaires, quant à elles, tirent leur énergie des propriétés remarquables de l'**uranium**, un élément instable et radioactif qui peut produire de grandes quantités de chaleur au cours d'une réaction appelée **fission nucléaire** (division du noyau atomique). En France, **75 %** de l'électricité est produite dans des centrales nucléaires. Si elles ne polluent pas l'atmosphère, elles produisent néanmoins de très dangereux résidus radioactifs qu'il est nécessaire de traiter puis de stocker. **En 1986**, l'explosion de la centrale nucléaire de **Tchernobyl** (en **Ukraine**) a provoqué la mort de nombreuses personnes par irradiation et a causé de très graves maladies, notamment des cancers. Elle a aussi entraîné la pollution de la région et d'une grande partie de l'Europe pour des décennies.

Il existe aussi des **centrales marémotrices** (comme celle de la **Rance** en **Bretagne**) qui utilisent la force des **marées**, et des **centrales solaires** dotées de **cellules photoélectriques** (et non pas de turbines) qui transforment la lumière du **Soleil** en électricité.

Avec l'augmentation de la population mondiale et de la consommation en énergie, l'impact de l'homme sur l'environnement est de plus en plus lourd. Par ailleurs, les réserves mondiales en **combustibles fossiles** (charbon, pétrole, gaz naturel, etc.) et **fissiles** (uranium, plutonium) seront un jour épuisées.

L'avenir énergétique du monde pourrait bien s'appeler la **fusion thermonucléaire** : lorsque l'on force deux atomes légers (comme deux atomes d'**hydrogène**) à fusionner pour en donner un plus gros, on produit une grande quantité de chaleur **sans produire de déchets radioactifs**. Une centrale nucléaire fonctionnant sur ce principe serait donc non polluante, et son « **carburant** » (les atomes d'hydrogène) presque inépuisable. La fusion thermonucléaire fait actuellement l'objet de nombreuses recherches et l'espoir est grand de voir naître les premières centrales avant la fin du **XXI^e siècle**.

2- Distribution :

Une fois produit, il faut **acheminer le courant électrique** jusqu'aux lieux où il sera consommé (maisons, écoles, usines, etc.). Ce transport ne se fait pas sans pertes d'énergie, notamment en raison de l'**effet joule** qui transforme une partie de l'énergie électrique en chaleur. C'est pourquoi il faut tout d'abord **augmenter son voltage** de **20 000 à 400 000 V** (volts) grâce à des **transformateurs**, puis employer des **câbles haute tension** constitués de câbles conducteurs renforcés d'acier, dans lesquels circule l'électricité. Les câbles haute tension sont portés par des **pylônes** dotés de systèmes de fixation isolants qui empêchent l'électricité de rejoindre le sol. En France, où la production et la distribution de l'électricité sont assurées par **EDF**, plus d'**un million** de kilomètres de lignes assurent le transport de l'électricité des zones de production aux zones de consommation.

Avant que l'électricité ne parvienne chez l'utilisateur, elle passe à nouveau par un transformateur qui va, cette fois, réduire son voltage. C'est ainsi que **le voltage du courant électrique d'une maison passe à 230 V**.

L'électricité **ne peut être stockée en grandes quantités**. Si les besoins en électricité augmentent brutalement, par exemple en hiver pendant une vague de froid, la production doit augmenter tout autant. À l'inverse, la production en électricité d'une centrale nucléaire peut être réduite lorsque celle-ci n'a plus assez d'eau pour fonctionner. D'autres centrales peuvent alors être amenées à augmenter leur production pour maintenir une production globale constante et satisfaisante pour les consommateurs.

IV- Les Circuits électriques :

Un circuit électrique est un **assemblage de différents conducteurs** dans lesquels circule le courant électrique. Dans le cas d'un circuit simple comme celui d'une lampe électrique, le circuit est composé de fils électriques (ou fils de connexion), d'un interrupteur, d'une ampoule et d'une pile.

Un circuit électrique comporte donc au moins deux éléments : un **générateur** (pile, prise du secteur, etc.) et un **récepteur** (ampoule, moteur, etc.). Les **fils de connexion** véhiculent l'énergie électrique du générateur vers le récepteur. L'**interrupteur** assure l'ouverture (le courant ne passe pas) ou la fermeture (le courant passe) du circuit électrique.

1- Caractéristiques :

La **tension électrique** (notée **U**) correspond à une différence d'état électrique (ou **différence de potentiel électrique**) entre deux points d'un circuit électrique. Ainsi, la différence des potentiels électriques V_A et V_B entre deux points **A** et **B** du circuit est la tension électrique : $U_{AB} = V_A - V_B$

La tension et le potentiel électriques s'expriment en **volts (V)**. La tension électrique aux bornes d'un conducteur peut être mesurée grâce à un **voltmètre**.

L'**intensité du courant électrique** (notée **I**) correspond au **débit de charges électriques** en un point du circuit. L'intensité du courant qui traverse un conducteur s'exprime en **ampères (A)** et peut être mesurée à l'aide d'un **ampèremètre**.

C'est la tension électrique qui provoque le mouvement des charges. L'intensité électrique est donc directement liée à la tension.

Un conducteur laisse passer le courant, mais il possède toujours une certaine **résistance** (notée **R**), exprimée en **ohms (Ω)**. Plus la résistance d'un conducteur est grande, moins le courant passe.

Les **conducteurs ohmiques** sont particuliers : lorsqu'un conducteur ohmique est raccordé à un circuit, la tension électrique à ses bornes est strictement proportionnelle à l'intensité du courant : $U = R \times I$ Cette équation est appelée **loi d'Ohm**.

Par ailleurs, le passage du courant dans un conducteur s'accompagne généralement d'un dégagement de chaleur (appelé **effet Joule**) du fait de sa résistance (résistance d'un four électrique, d'un radiateur électrique, etc.).

Les dipôles électriques sont des composants pourvus de deux bornes électriques. Il en existe deux types : les **dipôles passifs** et les **dipôles actifs**.

Les dipôles passifs ne présentent aucune différence de potentiel entre leurs bornes lorsqu'ils ne sont pas raccordés à un circuit. L'ampoule électrique est un exemple de dipôle passif, de même que tous les conducteurs ohmiques. Un interrupteur est un dipôle passif qui s'oppose au passage du courant lorsqu'il est « **ouvert** » : les charges électriques ne peuvent plus circuler dans le circuit (le circuit est dit « ouvert »). Si l'interrupteur est « fermé », le courant circule normalement dans le circuit (le circuit est dit « **fermé** »). Une diode est un dipôle passif qui ne laisse passer le courant que si la tension atteint une valeur minimum : sa résistance n'est pas constante et devient très grande, voire infinie, au-dessous de cette valeur.

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

2- Branchements :

a- Les circuits en série :

Lorsque deux conducteurs sont raccordés à une même branche d'un circuit (l'un à la suite de l'autre), par exemple l'ampoule et l'interrupteur d'une lampe électrique, on dit qu'ils sont branchés **en série** : toutes les charges électriques qui passent par l'interrupteur (si celui-ci est fermé) passent également dans l'ampoule. Un ampèremètre branché en série avec un conducteur mesure le débit des charges électriques dans le conducteur : le débit dans le conducteur est égal au débit dans l'ampèremètre.

Dans un circuit en série comprenant plusieurs ampoules, si l'une grille, toutes les ampoules s'éteignent. L'ampoule grillée joue alors le rôle d'un interrupteur ouvert, qui empêche la circulation du courant. L'intensité du courant électrique délivré par la pile est la même pour les deux ampoules, mais la tension aux bornes du générateur est répartie entre les ampoules.

b- Les circuits en parallèle :

Il est possible de dévier les charges électriques en effectuant un branchement « secondaire » sur le circuit : on crée ainsi deux circuits dérivés. Lorsqu'un conducteur est relié de cette façon au circuit, on dit qu'il est branché **en parallèle** (ou **en dérivation**). Les tensions électriques aux bornes de deux

conducteurs branchés en parallèle sont les mêmes. C'est pourquoi, pour mesurer la tension aux bornes d'un conducteur, on branche le voltmètre en parallèle avec ce conducteur.

Dans un circuit comprenant plusieurs ampoules montées en parallèle, si l'une grille, les autres ampoules continuent de briller. Toutefois, l'intensité du courant électrique délivré par la pile est partagée entre les ampoules.

3- Les Principales lois des Courants :

a- La loi des nœuds :

Un **nœud** est un point du circuit où se rejoignent plusieurs branches du circuit. Lorsqu'elles atteignent un nœud dans le circuit, les charges électriques vont se répartir dans toutes les branches adjacentes au nœud. C'est pourquoi la somme des intensités des courants qui arrivent à un nœud est égale à la somme des intensités des courants qui en partent : c'est la loi des nœuds.

b- La loi des mailles :

La tension aux bornes d'un circuit électrique constitué de plusieurs conducteurs en série est la somme des tensions aux bornes de chaque conducteur. Ainsi, la somme des tensions le long d'une **maille** (ensemble de branches constituant un parcours fermé) est nulle : c'est la loi des mailles.

Ces deux lois fondamentales ont été formulées par le physicien allemand **Gustav Kirchhoff** et sont souvent appelées **lois de Kirchhoff**.

V- Les Sources d'énergie :

L'énergie **fait partie de l'Univers** dans lequel nous vivons. On ne la voit pas, mais on peut en observer les effets : c'est grâce à l'énergie que la Terre tourne autour du Soleil, que les végétaux poussent et que les animaux grandissent.

L'énergie existe sous différentes formes : le mouvement, la chaleur, la lumière ou l'électricité sont des formes d'énergie.

De plus, **l'énergie peut passer d'une forme à une autre sans se perdre**. Par exemple, il y a de l'énergie dans le bois : quand on le fait brûler, l'énergie qu'il contient se transforme en chaleur et en lumière ; si on pose une casserole d'eau sur le bois qui brûle, l'eau chauffe, puis se transforme en vapeur d'eau ; en comprimant cette vapeur, on peut utiliser l'énergie soit pour faire avancer un

véhicule (c'est le principe de la machine à vapeur) soit pour produire de l'électricité ; à son tour l'électricité permet d'éclairer, de chauffer, de faire fonctionner des machines...

1- Les énergies non renouvelables :

Le **charbon**, le **pétrole** et le **gaz naturel** sont les principales énergies non renouvelables. Ces sources d'énergies sont souvent appelées **énergies fossiles**, car elles sont issues de la décomposition des végétaux. Elles se forment très lentement dans le **sous-sol de la Terre**. Pour les exploiter, il faut d'abord les extraire, puis les faire brûler dans des centrales qui produisent de l'électricité. Les réserves en énergies fossiles, abondamment utilisées depuis le **XIX^e siècle**, diminuent.

Parmi les sources d'énergie non renouvelables se trouve aussi l'**uranium**, nécessaire à la production d'**énergie nucléaire** (on dit aussi que l'uranium est une source d'énergie fissile, car il subit des réactions de fission nucléaire).

2- Les énergies renouvelables :

a- Le Soleil :

Toute l'énergie reçue sur Terre provient du Soleil.

Les végétaux savent utiliser directement la lumière du Soleil pour vivre (c'est la **photosynthèse**). Les animaux et l'homme se nourrissent de végétaux ou d'autres animaux, et parviennent ainsi à récupérer l'énergie nécessaire à leur croissance et à leurs activités.

Le **Soleil** n'est pas éternel, mais à l'échelle de la vie humaine, son énergie est inépuisable. L'énergie solaire peut être captée et transformée en électricité grâce à des **panneaux solaires** installés sur les façades ou les toits des bâtiments.

Cependant, l'énergie du Soleil n'est pas disponible la nuit, ni par mauvais temps. De plus, pour couvrir les besoins en énergie d'une petite ville, il faudrait pouvoir installer des champs entiers de panneaux solaires, ce qui coûte cher et prend de la place.

b- L'énergie éolienne :

Le vent est une autre source d'énergie renouvelable. Pour exploiter l'**énergie du vent** (on parle d'**énergie éolienne**), on utilise deux types d'éoliennes : les **éoliennes pour le pompage de l'eau** et les **éoliennes pour la production d'électricité** (appelées **aérogénérateurs**) d'environ **60 m** de hauteur, munies de trois grandes pales. Dans les deux cas, l'énergie éolienne est captée par les pales qui actionnent un système d'engrenage : s'il est relié à une pompe, l'énergie éolienne est transformée en

énergie mécanique et s'il est relié à un générateur, l'énergie éolienne est transformée en énergie électrique (électricité).

Toutefois, si l'énergie éolienne est inépuisable, elle n'est pas disponible par temps calme. De plus, il faut beaucoup d'éoliennes pour produire relativement peu d'électricité ; les champs d'éoliennes prennent beaucoup de place et sont assez bruyants.

c- L'énergie hydraulique :

L'eau des rivières et des chutes d'eau fournit une énergie transformable en électricité : l'énergie hydraulique. Les centrales hydrauliques sont installées partout où c'est possible (lorsque le débit de l'eau est suffisamment fort et régulier) et nécessitent des travaux d'aménagement très importants (**construction d'un barrage et d'un réservoir**). C'est la seule énergie renouvelable réellement exploitée.

Mais la construction des barrages et des réservoirs nécessaires aux centrales provoque le plus souvent l'inondation de régions entières, et donc le déplacement des populations qui y vivent ainsi que la destruction des plantes et des animaux qui y habitent.

d- L'énergie géothermique :

Enfin, le **centre de la Terre** est constitué de roches liquides (**magma**) extrêmement chaudes (environ **6 000 °C**), que l'on peut apercevoir lors des éruptions volcaniques. Cette chaleur dégagée par le noyau de la Terre (on parle d'**énergie géothermique**) peut être captée en certains endroits de la surface (sources chaudes par exemple), voire même être transformée en électricité. Toutefois, l'énergie géothermique est trop faible pour être facile à exploiter.

Il n'en reste pas moins que l'avantage principal de ces énergies renouvelables, c'est que **leur utilisation ne pollue pas l'atmosphère** : elles ne produisent pas de **gaz à effet de serre** (comme le dioxyde de carbone et les oxydes d'azote) qui sont responsables du **réchauffement de la Terre**.

e- Les énergies fossiles :

Les énergies fossiles sont actuellement très utilisées, et devraient s'épuiser rapidement. Quant aux énergies renouvelables, elles ne sont pas encore prêtes à prendre le relais. Répondre aux besoins humains en énergie devrait ainsi être l'un des grands défis du III^e millénaire.

Il n'y a pas de solution miracle pour le moment, mais les scientifiques comme les gouvernements s'orientent vers les pistes suivantes :

- **la chasse au gaspillage**, pour économiser les ressources en énergies fossiles ;

- **le développement des énergies renouvelables**, à la fois pour trouver des solutions à leurs inconvénients, mais aussi pour en développer de nouvelles : chaleur des océans, mouvement des vagues, énergie marémotrice, etc.
- **la production d'énergie nucléaire plus « propre »**, c'est-à-dire produisant des déchets radioactifs dont la durée de vie est plus courte que pour ceux produits actuellement ;
- **le moteur à hydrogène** : il s'agit d'un moteur dont le carburant est de l'hydrogène (élément chimique le plus abondant de l'Univers) et qui rejette uniquement de l'eau ;
- **la fusion thermonucléaire** : il s'agit de la réunion de deux noyaux atomiques légers en un seul plus lourd. C'est ce type de réaction nucléaire qui se déroule **au cœur des étoiles** (comme le Soleil) ; si l'on parvenait à réaliser et à contrôler sur Terre des réactions de fusion thermonucléaire, on disposerait d'une source d'énergie phénoménale et inépuisable.

3- L'énergie nucléaire :

L'énergie nucléaire provient de réactions qui se déroulent dans le **noyau des atomes**. Les atomes sont souvent considérés comme les « **briques** » de la matière. Ils sont formés d'un noyau autour duquel gravitent les **électrons**. Le noyau comprend des **protons** et des **neutrons**.

Un noyau se désintègre difficilement parce que les particules qui le composent sont fortement liées les unes aux autres ; mais lorsque cela arrive, l'énergie libérée est considérable.

a- La fission ou fusion nucléaire :

Une réaction nucléaire est une réaction qui a lieu dans les noyaux des atomes. Les noyaux peuvent se diviser en plusieurs fragments (c'est la **fission nucléaire**) ou bien s'associer (c'est la **fusion nucléaire**).

Les réactions de fusion nucléaire ont lieu en permanence dans le **cœur des étoiles** : c'est de cette façon que le Soleil éclaire et chauffe la Terre. Pour l'instant, les scientifiques ne sont pas parvenus à reproduire et à contrôler sur Terre ce type de réactions qui alimente en énergie les étoiles.

En revanche, les physiciens allemands **Otto Hahn** et **Fritz Strassmann** ont réussi à **recréer la fission nucléaire en laboratoire** dès 1938. Pour cela, ils ont bombardé le noyau d'un atome d'uranium avec des neutrons.

b- Fonctionnement :

Il n'existe pas beaucoup d'éléments naturels utilisables dans les centrales nucléaires : le plus courant est l'**uranium**. Plus précisément, c'est une sorte d'uranium particulier, l'**uranium-235**, qui permet les réactions de fission nucléaire.

L'uranium est un minerai relativement abondant dans le sous-sol de la Terre, en particulier en Australie, en Amérique du Nord et en Afrique du Sud. Mais l'uranium naturel n'est pas très concentré en **uranium-235** (moins de **1 %**), aussi doit-il être « **enrichi** » avant d'être utilisé.

L'uranium enrichi est façonné en pastilles, qui sont empilées dans de longs tubes appelés « **crayons** ». Ces crayons sont placés au cœur du réacteur de la centrale et bombardés avec des neutrons.

Lorsqu'on le bombarde avec des neutrons, le noyau d'un atome d'**uranium-235** se décompose : il forme deux noyaux plus légers et libère deux neutrons, ainsi qu'une énorme quantité de chaleur. Les neutrons libérés peuvent à leur tour provoquer la fission d'autres noyaux d'**uranium-235** et ainsi de suite : il se produit donc une **réaction en chaîne**.

Cette réaction peut être rapide et extrêmement violente si elle n'est pas contrôlée : c'est ainsi que fonctionne **la bombe atomique**.

Dans une centrale nucléaire, la réaction en chaîne est contrôlée à l'aide de **barres de contrôle** qui absorbent les surplus de neutrons créés. On utilise l'importante chaleur dégagée lors des réactions de fission pour chauffer l'eau contenue dans le réacteur. Cette eau est ensuite transformée en **vapeur**. La vapeur fait tourner une **turbine** qui produit de l'**électricité**.

c- Avantages du nucléaire :

Le nucléaire n'a cessé de se développer depuis les **années 1970**. Aujourd'hui, environ **15 %** de l'électricité produite dans le monde est d'origine nucléaire. En France, la proportion est de **80 %**.

L'énergie nucléaire est **économique** : les réserves d'uranium sont bien plus importantes que celles des énergies fossiles (**charbon, pétrole, gaz naturel**) et le prix de l'uranium est moins sensible à la situation politique internationale que celui du pétrole. De plus, l'énergie nucléaire est très **puissante** : **1 kg** d'uranium peut produire autant d'énergie que **2 500 tonnes** de charbon.

Par ailleurs, les centrales nucléaires ne polluent pas l'air comme les centrales qui fonctionnent avec du pétrole, du charbon ou du gaz naturel : elles ne contribuent donc pas à augmenter l'**effet de serre**, responsable du **réchauffement de la planète**. Ainsi, à première vue, le nucléaire apparaît comme une source d'énergie relativement propre et économique. Mais le nucléaire présente également de lourds inconvénients écologiques (**gestion des déchets nucléaires**) et géopolitiques (**dissuasion nucléaire** et **prolifération des armes nucléaires**).

d- Dangers du nucléaire :

Tout d'abord, l'énergie nucléaire est une énergie extrêmement puissante, qui est utilisée depuis sa découverte pour la **fabrication d'armes nucléaires**. En 1945, le largage des **bombes atomiques** sur **Hiroshima** et **Nagasaki** a entraîné la fin de la guerre du Pacifique entre les États-Unis et le Japon, et précipité la fin de la Seconde Guerre mondiale ; les effets néfastes de ces bombes sur les hommes et la nature sont encore visibles de nos jours (cancers, contamination des sols, de l'eau, etc.). Par ailleurs, bien que les essais nucléaires aient été stoppés dans la majorité des pays et que la production d'armes nucléaires soit extrêmement contrôlée, l'éventualité d'une guerre nucléaire, capable de détruire la Terre entière, reste d'actualité.

Ensuite, l'industrie nucléaire produit d'importantes quantités de **déchets nucléaires**. Ces déchets sont **radioactifs** et **la radioactivité est très dangereuse pour l'homme** : à forte dose, elle tue les cellules et entraîne la mort ; à plus faible dose, elle peut endommager les cellules et causer de graves maladies (cancers, troubles du fonctionnement de la thyroïde, etc.).

De plus, **une grande partie des déchets nucléaires ne sont pas recyclables** et restent radioactifs pendant plusieurs milliers d'années. Ces déchets sont alors conditionnés dans des fûts spéciaux et enfouis sous terre.

Dans les années 1970-1980, le nucléaire apparaissait comme l'énergie du futur. Mais le 26 avril 1986, l'un des réacteurs de la centrale de **Tchernobyl** (en Ukraine) a explosé, irradiant toute la région et projetant un gigantesque nuage radioactif dans l'atmosphère. Là encore, les conséquences humaines et environnementales de cet accident resteront visibles pendant plusieurs dizaines d'années. Depuis, de nombreux pays ont préféré ralentir, voire stopper, leurs programmes nucléaires.