Module 1 : La matière : ses propriétés et ses transformations

Séquence d'E/A n° 1 : Les hydrocarbures

- **Séance d'E/A n°1 : Formule générale et Nomenclature des alcanes**
- **Séance d'E/A n° 2 : Les principales réactions**
- **Séance d'E/A n°3 : Préparation du méthane au laboratoire**

Séquence d'E/A n°2 : Les alcènes et les alcynes

- **Séance d'E/A n° 1 : Formules générales des alcènes et alcynes**
- **Séance d'E/A n° 2 : Principales réactions**
- **Séance d'E/A n° 3 : Principe du fonctionnement du chalumeau oxyacétique**
- **Séance d'E/A n°4 : Préparation de l'acétylène au laboratoire**

Séquence d'E/A n°3 : Métallurgie

- **Séance d'E/A n°1 : Méthodes générales d'élaboration d'un métal**
- **Séance d'E/A n°2 : Fabrication du Fer**
- **Séance d'E/A n°3 : Fabrication de l'Aluminium par le procédé Bayer.**

Module 2 : Energie

Séquence d'E/A n°1 : Etude d'un dipôle générateur

- **Séance d'E/A n°1 : Définition et Représentation normalisée**
- **Séance d'E/A n°2 : Association des générateurs**

Séquence d'E/A n°2 : Quelques composants électroniques usuels

- **Séance d'E/A n°1 : Etude du dipôle résistor**
- **Séance d'E/A n°2 : La diode**

Séquence d'E/A n°3 : Loi des réseaux

Séquence d'E/A n°4 : Le courant alternatif

- **Séance d'E/A n°1 : Tension et intensité en courant alternatif monophasé**
- **Séance d'E/A n°2 : Redressement d'un courant alternatif monophasé**
- **Séance d'E/A n°3 : Dangers du courant de secteur**
- **Séance d'E/A n°4 : Energie et puissance en courant alternatif**
- **Séance d'E/A n°5 : Electricité de la maison**
- **Séance d'E/A n°6 : Existence d'un courant triphasé**

Séquence d'E/A n°5 : La dynamique

- **Séance d'E/A n°1 : Relation fondamentale de la dynamique de translations**
- **Séance d'E/A n°2 : Relation fondamentale de la dynamique de rotations**

Séquence d'E/A n°6 : Energie mécanique

IBRAHIM ELHADJI DJIBRILLA PCEG EN CHIMIE

- **Séance d'E/A n°1 : Energie potentielle**
- **Séance d'E/A n°2 : Energie cinétique**
- **Séance d'E/A n°3 : Energie mécanique**

Module 3 : Chimie et protection de l'environnement

Séquence d'E/A n°1 : Les pétroles

- **Séance d'E/A n°1 : Origine et composition chimique des pétroles**
- **Séance d'E/A n°2 : Raffinage et étapes de raffinage**
- **Séance d'E/A n°3 : Principales coupes pétrolières**
- **Séance d'E/A n°4 : Principales utilisations des produits pétroliers**
- **Séance d d'E/A n°5 : Lutte contre la pollution liée à l'utilisation des produits pétroliers**

Séquence d'E/A n°2 : Les matières plastiques

- **Séance d'E/A n°1 : Définitions**
- **Séance d'E/A n°2 : Identification et utilisation**
- **Séance d'E/A n°3 : Recyclage des matières plastiques.**

IBRAHIM ELHADJI DJIBRILLA PCEG EN CHIMIE

Module 1 : La matière : ses propriétés et ses transformations

La nature est entourée des particules. Certaines possèdent des propriétés physico-chimiques identiques. De ces particules, l'homme a su transformer et améliorer sa condition de vie.

➔ Ce que je sais du module :

- La matière est l'ensemble de tous ce qui nous entoure
- Les alcanes sont des hydrocarbures saturés à une seule liaison
- Les alcènes et les alcynes sont des hydrocarbures insaturés à 2 et 3 liaisons
- La métallurgie est une science de traitement de minerai.

➔ Je m'interroge :

- Comment peut-on différencier les alcanes des alcènes et des alcynes ?
- Quelles sont les méthodes de préparation du méthane et de l'acétylène au laboratoire ?
- Comment extrait –on un minerai ?

➔ Je découvre :

Un hydrocarbure est un composé chimique constitué uniquement d'atones de carbone et d'hydrogène. L'association de ces deux atomes peut donner des liaisons simples (saturation du composé : alcane) ou des liaisons doubles ou triples (instauration du composé : alcène et alcyne).

➔ Famille de situation : Utilisation, production et conservation de biens usuels de consommation

➔ Exemple de situation :

- Utilisation de biens usuels de consommation
- Production et conservation de biens usuels de consommation.

➔ Compétence à faire développer :

- Déterminer les caractéristiques et les propriétés de la matière
- Déterminer les transformations physiques et chimiques de la matière.

➔ Situation de vie envisageable :

Lors d'une visite au lycée technique de Garoua bibémiré, Bouba entre dans leur laboratoire et remarque de boules de différentes couleurs associées formant des composés chimiques. Certaines boules sont liées par un seul pont tandis que d'autres en ont 2 voir même 3. Curieux, il demande à l'enseignant ce que ça représente. On lui fait comprendre que les boules représentent les atomes et lorsqu'on les associe on obtient ce qu'on appelle molécules. Les liaisons qui s'établissent entre ces atomes font que cet assemblage devient des alcanes (pour une liaison simple) et des alcènes et alcynes pour des liaisons doubles et triple. Dans ce cas, on ne dispose que des atomes d'hydrogène et de carbone pour former un hydrocarbure.

➔ Je réfléchis et je cherche des solutions possibles :

1. Qu'est-ce qu'un hydrocarbure ?
2. Qu'est-ce qu'un alcane ?
3. Quelle différence faites-vous entre un alcène et un alcyne ?

➔ Je trouve une solution appropriée à ma situation de vie :

Un hydrocarbure est un alcane, un alcène et un alcyne mais la différence se trouve juste au niveau des liaisons.

IBRAHIM ELHADJI DJIBRILLA PCEG EN CHIMIE

Catégorie d'action n°1 : Détermination des caractéristiques et des propriétés de la matière.

Séquence d'E/A n° 1 : Les hydrocarbures

☞ **Séance d'E/A n°1 : Formule générale et Nomenclature des alcanes**

Objectifs : A la fin de ce chapitre, je dois être capable de :

- Connaitre la constitution d'un alcane
- Nommer les alcanes

Activité :

Je retiens :

1. Formule générale.

Les hydrocarbures sont des composés constitués uniquement de carbone et d'hydrogènes.
Les alcanes sont des hydrocarbures saturés de formule générale C_nH_{2n+2}, n Є N*.

La formule générale des cyclanes est $\mathbf{C_2H_{2n}}$ avec n≥3.

2. Nomenclature des alcanes.

Pour nommer un alcane, on utilise les règles de nomenclatures de L'U.I.P.A.C. Le nom d'un alcane se termine par le suffixe **« ane ».**

a. Nomenclature des alcanes à chaine linéaire (droite).

Le nom d'un alcane est construit en associant le suffixe « **ane »** au préfixe désignant la chaine carbonée de la molécule.

Le tableau ci-dessous donne les noms des dix premiers alcanes linéaires.

n	C_nH_{2n+2}	Préfixe	nom
1	CH_4	Méth	Méthane
2	C_2H_6	Éth	Éthane
3	C_3H_8	Prop	Propane
4	C_4H_{10}	But	Butane
5	C_5H_{12}	Pent	Pentane
6	C_6H_{14}	Hex	Hexane
7	C_7H_{16}	Hept	Heptane
8	C_8H_{18}	Oct	Octane
9	C_9H_{20}	Non	Nonane
10	$C_{10}H_{22}$	Déc	décane

IBRAHIM ELHADJI DJIBRILLA PCEG EN CHIMIE

b. Nomenclature des alcanes à chaine ramifiée.

i. les groupes alkyles

Ce sont des groupes monovalents obtenus en retirant un atome d'hydrogène de l'alcane correspondant. La formule générale des alcanes étant C_nH_{2n+2}, celle des alkyles est C_nH_{2n+1}. On nomme un alkyle en remplaçant le suffixe « ane » de l'alcane dont il provient par **« yle ».** Exemple **:**

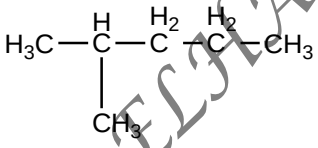
n	C_nH_{2n+1}	nom
1	CH3	Méthyle
2	C2H5	Éthyle
3	C3H5	Propyle
4	C4H9	butyle

3. Règle de nomenclature.

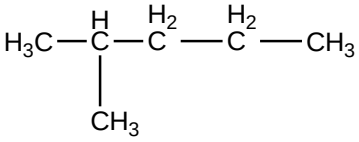
Pour nommer un alcane à chaine ramifiée :

- On cherche la chaine carbonée la plus longue appelée **chaine principale (son nombre de carbone donne le nom de l'alcane)**.
- On numérote les atomes de carbone de la chaine principale (de droite à gauche ou inversement) de façon à ce que les groupements alkyles substitués aient les indices les plus petits possibles.
- Le nom de l'alcane ramifié correspond au nom de l'alcane de la chaine principale, précédé des noms des groupes alkyles (classés par ordre alphabétique) dans lesquels on élude le **« e »** final, eux aussi précédé de leur indice de position.

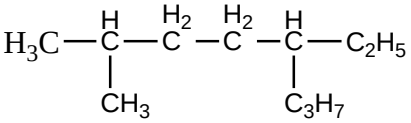
Exemple :



2-méthylbutane



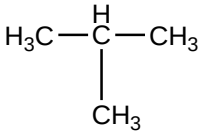
2-méthylpentane



5-éthyl-2-méthyloctane

NB : On s'intéresse d'abord à l'ordre numérique des substituants avant l'ordre alphabétique (cas 3). Il est inutile d'indiquer la position du substituant lorsqu'il n'existe qu'une seule possibilité de position.

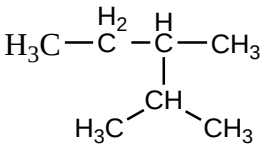
Exemple :



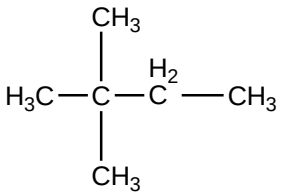
méthylpropane

IBRAHIM ELHADJI DJIBRILLA PCEG EN CHIMIE

Lorsque plusieurs groupes alkyles sont identiques, on utilise les préfixes di, tri, tétra, penta, hexa, hepta, octa etc. qui indique leur nombre. Exemples :



2,3-diméthylpentane



2,2-diméthylbutane

☞ **Séance d'E/A n° 2 : Les principales réactions**

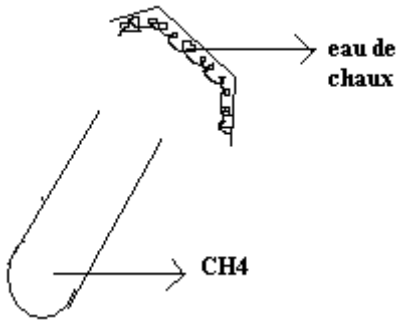
Objectifs :

- Connaitre les principales réactions des alcanes

1. PRINCIPALES REACTIONS

a. Cas du méthane

Lorsqu'on enflamme du méthane dans un excès de dioxygène, il se dégage un gaz qui trouble l'eau de chaux : Le dioxyde de carbone.



L'équation de la réaction est :

$$CH_4 + 2O_2 \longrightarrow CO2 + 2H2O + E$$

Lorsque la quantité de dioxygène est insuffisante, il y à dépôt d'une substance noire : Du carbone tel que :

$$CH_4 + O_2 \longrightarrow C + 2H2O + E$$

Remarque : Le mélange méthane dioxygène dans les proportions stœchiométriques (2/3 de dioxygène pour 1/3 de méthane) est détonnant, une telle réaction se produit dans les mines de charbon, c'est ce que l'on appelle **le coup de grisou**.

b. La combustion complète et incomplète des alcanes.

La combustion des alcanes dégage beaucoup de chaleur, la réaction est dite exothermique. Suivant la quantité de dioxygène utilisée, on a des combustions complètes ou incomplètes:

IBRAHIM ELHADJI DJIBRILLA PCEG EN CHIMIE

- Équation de la combustion complète des alcanes :

$$C_nH_{2n+2} + \frac{(3n+1)}{2} O_2 \longrightarrow n\,CO_2 + (n+1)\,H_2O$$

ou $$2C_nH_{2n+2} + (3n+1)\,O_2 \longrightarrow 2n\,CO_2 + 2\,(n+1)\,H_2O$$

- Équations de la combustion incomplète des alcanes.

$$C_nH_{2n+2} + \frac{(n+1)}{2} O_2 \longrightarrow n\,C + (n+1)\,H_2O$$

ou $$2C_nH_{2n+2} + (n+1)\,O_2 \longrightarrow 2n\,C + 2\,(n+1)\,H_2O$$

Remarque : Lorsque la combustion est incomplète, il peut se former du monoxyde de carbone qui est un poison tuant à faible dose, il est donc conseillé d'effectuer les combustions à l'air libre ou dans un local aéré.

La réaction de combustion est une réaction de destruction car elle **brise** la chaine carbonée.

c. Les réactions de substitution.

i. Définition.

Une réaction de substitution est une transformation au cours de laquelle les atomes d'hydrogènes d'un hydrocarbure sont remplacés par d'autres atomes ou groupes d'atomes.

Remarque :

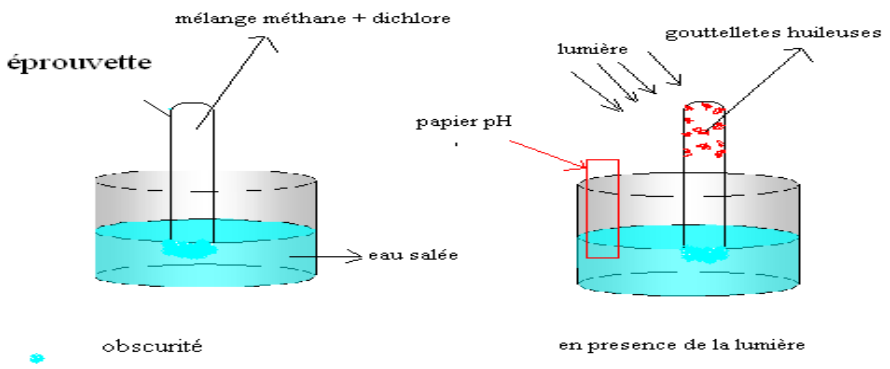
- la réaction de substitution à lieu sur des molécules saturées.

- La réaction de substitution ne modifie pas le squelette (chaine carbonée) de la structure de la molécule initiale

ii. Chloration du méthane.

- Expérience.

Réalisons un mélange de dichlore (couleur verdâtre) et de méthane à volume égaux dans une éprouvette et retournons le tout sur une cuve contenant de l'eau salée.



IBRAHIM ELHADJI DJIBRILLA PCEG EN CHIMIE

Dans l'obscurité, on n'observe aucun phénomène.

A la lumière, on observe les faits suivants :

- Le niveau d'eau monte dans l'éprouvette.
- La couleur verdâtre du dichlore disparaît progressivement
- Il y' a apparition de gouttelettes huileuses sur les parois de l'éprouvette.
- Le papier pH introduit dans l'eau salée rougit, traduisant ainsi un milieu acide.

➢ Interprétation.

La disparition de la couleur verdâtre du dichlore, la formation des gouttelettes huileuses montre qu'il y'a eu une réaction entre le méthane et le dichlore.

L'analyse des gouttelettes huileuses montre qu'il s'agit de plusieurs produits :

Le monochlorométhane (CH_3Cl), le dichlorométane (CH_2Cl_2), le trichlorométhane ($CHCl_3$) et le tétrachlorométhane (CCl_4).

Les équations traduisant la formation de ces produits sont :

$$CH_4 + Cl_2 \xrightarrow{\text{lumière}} CH_3Cl + HCl$$

$$CH_3Cl + Cl_2 \xrightarrow{hv} CH_2Cl_2 + HCl$$

$$CH_2Cl_2 + Cl_2 \xrightarrow{hv} CHCl_3 + HCl$$

$$CHCl_3 + Cl_2 \xrightarrow{hv} CCl_4 + HCl$$

Le monochlorométhane (gazeux), est utilisé dans la synthèse des résines.

Le dichlorométane (liquide), est utilisé comme diluant des peintures et aussi pour extraire la caféine du café.

Le trichlorométhane (liquide) ou chloroforme et le tétrachlorométhane (liquide) sont utilisés comme des solvants, des antiseptiques, et surtout dans la fabrication des fréons (dérivés chlorofluorés du méthane et de l'éthane).

Le caractère acide de l'eau provient de la dissolution du chlorure d'hydrogène formé, dans l'eau.

Remarque :

La réaction entre le dichlore et le méthane ayant lieu en présence de la lumière, on dit que c'est une **réaction photochimique**.

Les atomes d'hydrogènes ayant été remplacés par les atomes de chlore, cette réaction de substitution est appelée **chloration**.

IBRAHIM ELHADJI DJIBRILLA PCEG EN CHIMIE

Les fréons sont utilisés comme fluides réfrigérant cependant, ils sont dangereux pour la couche d'ozone.

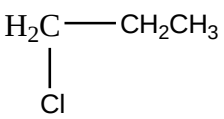
SP : pourquoi utilise-t-on une eau salée au cours de l'expérience ?

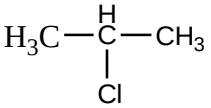
iii. Autre halogénation

Comme le méthane, les autres alcanes peuvent subir la chloration de même que la bromation.

Par ailleurs, il existe des dérivés iodés et fluorés dont l'obtention ne se fait pas directement par substitution du méthane.

L'halogénation conduit souvent à un mélange de produit ce qui fait apparaître une autre forme d'isoméries qu'on appelle l'isomérie de position exemple : La monochloration du propane conduit au 1-chloropropane et au 2-chloropropane.





☞ Séance d'E/A n°3 : Préparation du méthane au laboratoire

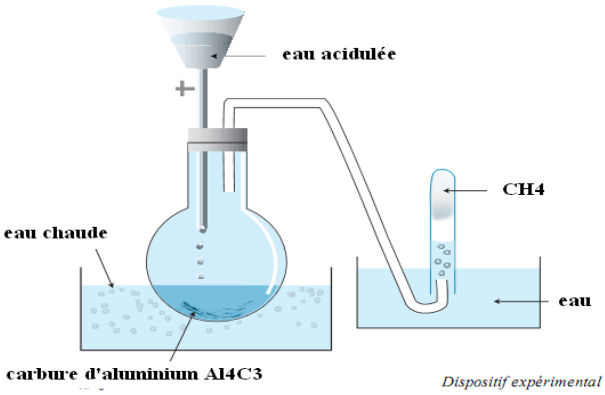
OPO :

- Savoir comment on prépare du méthane au Laboratoire.

Le méthane s'obtient au laboratoire par action de l'eau acidulée sur du carbure d'aluminium suivant la réaction :

$$Al_4C_3 + 12H_2O \longrightarrow 4Al(OH)_3 + 3CH_4$$

Le schéma du montage est :



Dispositif expérimental de la préparation du méthane

Séquence d'E/A n°2 : Les alcènes et les alcynes

☞ Séance d'E/A n° 1 : Formules générales des alcènes et alcynes

Objectifs : A la fin de ce chapitre, je dois être capable de :

- Connaitre les caractères insaturés des alcènes et alcynes

IBRAHIM ELHADJI DJIBRILLA PCEG EN CHIMIE

- Nommer les alcènes et alcynes
- Connaitre la définition des réactions d'addition et de polymérisation
- Connaitre la préparation de l'acétylène au laboratoire.

1. ALCENES

a. Définition

Les alcènes sont des hydrocarbures à chaine ouverte dont la molécule possède une double liaison covalente C=C. La formule générale des alcènes est **C_nH_{2n} avec n≥2**.

b. Nomenclature

Pour nommer un alcène on remplace le suffixe **« ane »** de l'alcane dont il provient par le suffise **« ène »** pour l'alcène**.**

Le préfixe est fonction du nombre d'atome de carbone dans la molécule. Dans l'écriture on tient toujours compte de la position de la liaison multiple.

D'une manière générale, pour nommer ses composés :

- On choisit la chaine carbonée la plus longue contenant la liaison multiple.
- On repère la position de la liaison multiple par un indice de position qui est le numéro du carbone rencontré participant à la liaison multiple. Ce numéro se place entre le préfixe et le suffixe.
- On numérote la chaine de façon à ce que l'indice de position de la liaison multiple soit le plus petit possible.

Pour les groupe substituant, on procède comme dans le cas des alcanes.

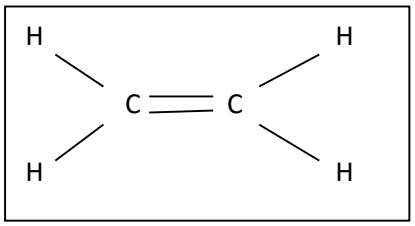
c. Formules développées des alcènes

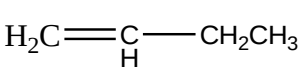
On dit que les alcènes sont insaturés parce qu'ils possèdent la double liaison. Une liaison sigma(δ) qui est rigide et une liaison pi(π) qui est souple.

Le plus simple des alcènes est : l'ethene ou éthylène

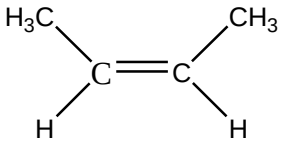
Sa formule brute est : C_2H_4

Sa formule développée est :





but-1-ène



(Z)-but-2-ène

IBRAHIM ELHADJI DJIBRILLA PCEG EN CHIMIE

2. ALCYNES

a. Définition

Les alcynes sont des hydrocarbures insaturés possédant une triple liaison carbone-carbone de formule générale brute**C_nH_{2n-2} avec n≥2**.

b. Nomenclature

Pour nommer un alcyne on remplace le suffixe **« ane »** de l'alcane dont il provient par le suffise **« yne »** pour l'alcyne**.**

Le préfixe est fonction du nombre d'atome de carbone dans la molécule. Dans l'écriture on tient toujours compte de la position de la liaison multiple.

D'une manière générale, pour nommer ses composés :

- On choisit la chaine carbonée la plus longue contenant la liaison multiple.
- On repère la position de la liaison multiple par un indice de position qui est le numéro du carbone rencontré participant à la liaison multiple. Ce numéro se place entre le préfixe et le suffixe.
- On numérote la chaine de façon à ce que l'indice de position de la liaison multiple soit le plus petit possible.

Pour le groupe substituant, on procède comme dans le cas des alcanes.

c. Formules développées des alcynes

On dit que les alcynes sont insaturés parce qu'ils possèdent la triple liaison. Une liaison sigma(δ) qui est rigide et deux liaisons pi(π) qui sont souples.

Le plus simple des alcynes est : ethyne ou acétylène.

Pour n=2, sa formule brute est : C_2H_2

Sa formule développée est : H — C ≡ C — H

Exercice d'application :

Dire si les composés suivants sont des alcènes ou des alcynes ; puis écrire leurs formules développées et les nommer.

a) C_2H_4
b) C_3H_4
c) C_4H_8
d) C_5H_8
e) C_6H_{12}

☞ **Séance d'E/A n° 2 : Principales réactions**

1. Principales Réactions

a. Réaction de combustion.

IBRAHIM ELHADJI DJIBRILLA PCEG EN CHIMIE

Alcènes et alcynes brulent dans le dioxygène pour donner du CO_2 et H_2O. Ces réactions sont exothermiques et les équations bilans sont dans le cas de la combustion complète :

- Alcènes :

$$C_nH_{2n} + \frac{3n}{2} O_2 \longrightarrow nCO_2 + nH_2O$$

- Alcynes :

$$C_nH_{2n-2} + \frac{3n-1}{2} O_2 \longrightarrow nCO_2 + (n-1)H_2O$$

Dans l'air, l'éthylène donne une combustion complète alors que l'acétylène donne une combustion incomplète.

Remarque : Les alcènes et les alcynes donnent des combustions incomplètes avec le dichlore.

b. Réaction d'addition.

Une réaction d'addition est une transformation au cours de laquelle des atomes nouveaux viennent se fixer sur une molécule insaturée.

Les alcènes et les alcynes possédant la liaison fragile pi, peuvent subir des réactions d'addition par rupture de cette liaison.

i. Addition du dihydrogène ou hydrogénation (H_2).

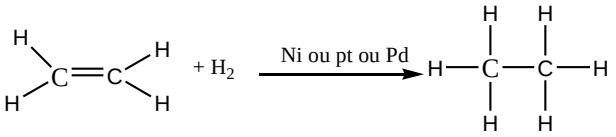
1. Hydrogénation des alcènes

- Cas de l'éthylène (C_2H_4).

En présence des catalyseurs tels que le nickel (Ni), le platine (Pt) ou le palladium (Pd) à 200°C, le dihydrogène se fixe sur l'éthylène pour donner l'éthane tel que :

$$C_2H_4 + H_2 \xrightarrow[\text{ou Pd/200°C}]{\text{NiouPt}} C_2H_6$$

ou



De façon générale :

$$C_nH_{2n} + H_2 \xrightarrow{\text{Ni/pt/pd}} C_nH_{2n+2}$$

NB : L'éthane et l'éthylène n'ont pas la même structure géométrique.

2. hydrogénation des alcynes

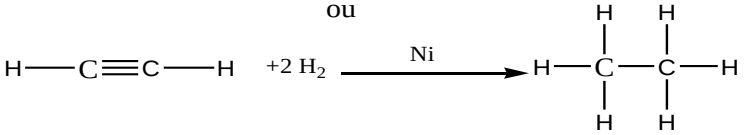
- Cas de l'acétylène (C_2H_2).

En présence du nickel comme catalyseur, l'acétylène donne directement l'éthane tel que :

IBRAHIM ELHADJI DJIBRILLA PCEG EN CHIMIE

$$C_2H_2 + 2H_2 \xrightarrow{Ni} C_2H_6$$

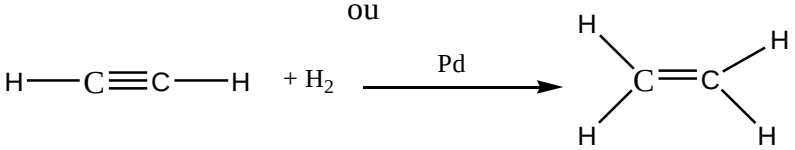
ou



En présence du palladium comme catalyseur, l'acétylène donne l'éthylène tel que :

$$C_2H_2 + H_2 \xrightarrow{Pd} C_2H_4$$

ou



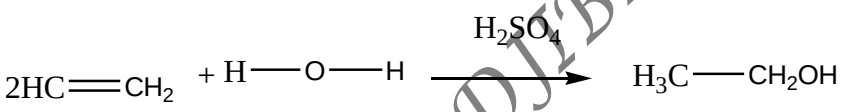
Dans un cas comme dans l'autre, il y' a modification profonde de la structure de la molécule initiale.

c. Addition de l'eau (hydratation)

❖ cas des alcènes.

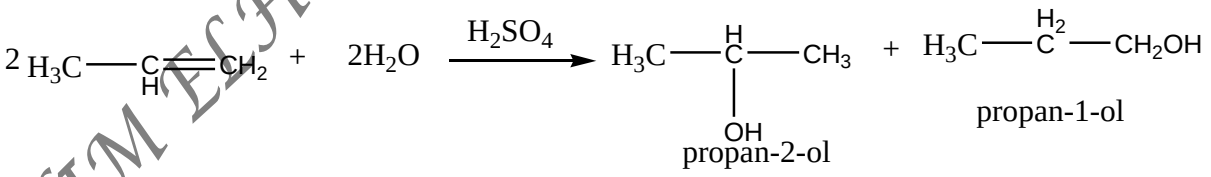
Les alcènes réagissent avec l'eau en présence de l'acide sulfurique comme catalyseur. Il y'a ouverture de la liaison pi, le groupe OH se fixe sur un atome de la double liaison et l'atome d'hydrogène sur l'autre atome de carbone.

Exemple :



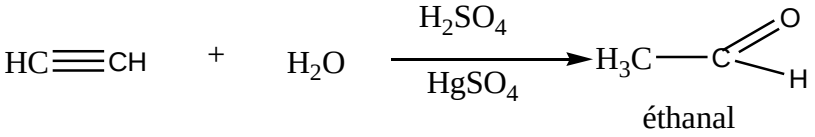
Si l'alcène est dissymétrique, on obtient deux produits dont le plus prépondérant est celui respectant la règle de markovnikov.

Exemple :



❖ cas des alcynes.

Lorsque l'on fait barboter dans l'eau à 80°C, en présence du sulfate de mercure($HgSO_4$) et de l'acide sulfurique (H_2SO_4) de l'acétylène, il se forme un composé gazeux d'odeur de pomme qui rosit le réactif de Schiff et qui donne un précipité jaune avec la 2 , 4-dinitrophénylhydrazine (2,4-DNPH), c'est l'éthanal (aldéhyde). L'équation de la réaction est :



IBRAHIM ELHADJI DJIBRILLA PCEG EN CHIMIE

NB : L'hydratation des alcynes donne aussi des cétones.

a. La polymérisation.

On appelle polymérisation, l'addition les unes aux autres des molécules identiques et insaturées.
Le résultat de cette addition est appelé polymère.

Le monomère est un composé insaturé dont la molécule possède une double liaison.

Si un polymère contient **n monomères** alors, on dit que **n est le degré ou l'indice de polymérisation.**

L'équation bilan générale d'une réaction de polymérisation est :

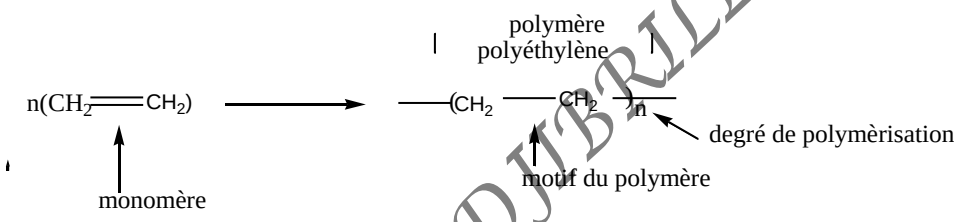
$$nM \longrightarrow Mn$$

Si M_{po} est ma masse molaire moléculaire du polymère, M_{mo}, celle du monomère, on a la relation :

M_{po} = n x M_{mo}, n étant le degré de polymérisation

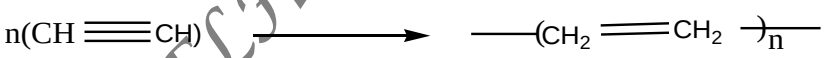
- ✓ polymérisation de l'éthylène.

L'équation de la réaction s'écrit :



- ✓ polymérisation de l'acétylène.

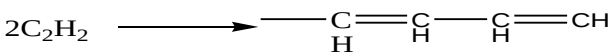
L'équation de la réaction est :



Lorsque n vaut 3 (trimère), on obtient du benzène tel que :

$$3C_2H_2 \longrightarrow C_6H_6$$

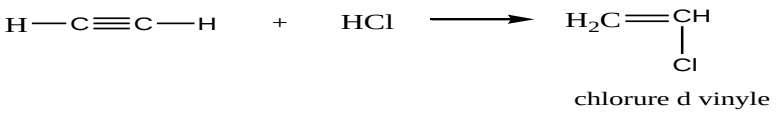
Si n =2 (dimère) le produit de la réaction est le vinylacétylène tel que :



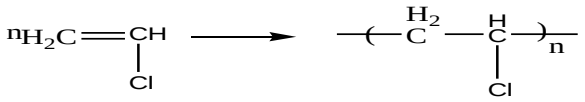
- ✓ polymérisation du chlorure de vinyle.

Le chlorure de vinyle est obtenu par action du chlorure d'hydrogène sur l'acétylène tel que :

IBRAHIM ELHADJI DJIBRILLA PCEG EN CHIMIE



La polymérisation du chlorure de vinyle conduit au polychlorure de vinyle (PVC) te que :



<u>Exercice d'application</u> :

A- Le 1,2-dichloroéthylène peut être polymérisé.

1. Écrire la formule développée de ce composé.
2. Écrire l'équation bilan de sa polymérisation, nommer le polymère obtenu et donner le motif de ce polymère.
3. Déterminer son degré de polymérisation sachant que la masse molaire du polymère est de 24500g/mol. On donne en g/mol : Cl = 35,5, H = 1, C = 12.

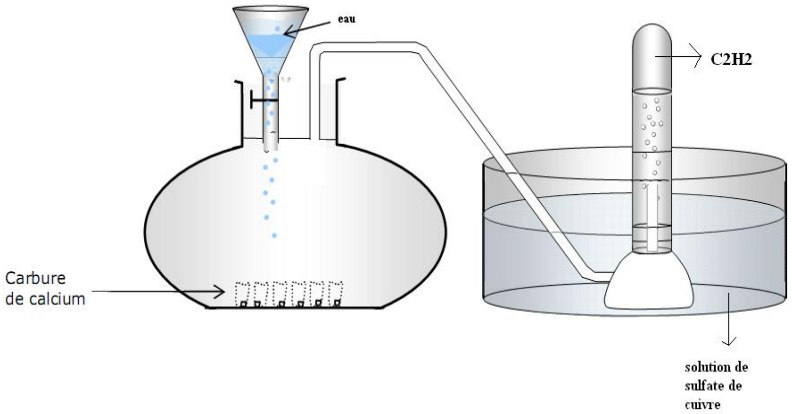
☞ **<u>Séance d'E/A n° 3 : Principe du fonctionnement du chalumeau oxyacétique</u>**

☞ **<u>Séance d'E/A n°4 : Préparation de l'acétylène au laboratoire</u>**

Au laboratoire, on obtient l'acétylène par action de l'eau sur le carbure de calcium suivant la réaction :

$$CaC_2 + 2H_2O \longrightarrow C_2H_2 + Ca(OH)_2$$

Le schéma du montage est :



☞

<u>Séquence d'E/A n°3 : Métallurgie</u>

☞ **<u>Séance d'E/A n°1 : Méthodes générales d'élaboration d'un métal</u>**

<u>COMPETENCES :</u>

- Détermination des caractéristiques et des propriétés de la matière
- Transformations physiques et chimiques

IBRAHIM DJIBRILLA PCEG EN CHIMIE

TEXTE :

Les métaux précieux tels que l'or, argent…se trouvent dans la nature à l'état non combinés. Par contre les autres métaux comme le fer, l'aluminium…se trouvent à l'état combinés à divers éléments avec lesquels ils forment des corps composés (oxyde de cuivre, ferrite, magnétite…). Ces composés souvent mélangés à des matières terreuses, constituent des roches appelées minerais.

En vous inspirant du texte et de vos propres connaissances, répondre aux questions suivantes :

a. Citer deux minerais et définir minerai
b. Comment désigne-t-on l'ensemble des opérations par lesquelles on extrait un métal de son minerai ?

1. Définitions

Un minerai : est une roche à partir de laquelle on extrait un métal.

La métallurgie : est l'ensemble des opérations par lesquelles on extrait un métal de son minerai.

2. Méthodes générales d'élaboration d'un métal

a. Les étapes de préparation d'un minerai

Le minerai extrait des carrières ou de mines, se présente sous forme des fragments de dimensions variables il contient des impuretés. On lui fait subir un traitement mécanique.

On distingue :

- **Le triage** : opération faite à la main sur le site de la mine et qui permet d'éliminer les morceaux inutiles de la gangue (substance terreuse inutile) ;
- **Le concassage et le broyage** : cette étape se fait à l'aide des concasseurs et des pilons. On obtient en suite des petits fragments de minerais ;
- **Le lavage** : sous l'action d'un courant d'eau, la gangue est entrainée tandis que le composé métallique plus dense tombe au fond ;
- **Le triage magnétique** : se fait à l'aide d'un électro-aimant qui attire les composés en fer ;
- **La flottaison ou flottage**

b. Réduction des minerais par voie sèche et par électrolyse

i. Par voie sèche

Les principaux réducteurs utilisés en industrie sont le carbone et l'oxyde de carbone.

ii. Cas des oxydes

De façon générale, les équation-bilans de réduction s'écrivent:

- $\boldsymbol{oxyde\ métallique + C \rightarrow métal + CO_2}$;
- $\boldsymbol{oxyde\ métallique + CO \rightarrow métal + CO_2}$.

IBRAHIM ELHADJI DJIBRILLA PCEG EN CHIMIE

Exemple : les équation-bilans la réduction de l'oxyde de cuivre CuO par le carbone et l'oxyde de carbone s'écrivent :

$$\boldsymbol{2CuO + C \rightarrow 2Cu + CO_2}$$

$$\boldsymbol{CuO + CO \rightarrow Cu + CO_2}$$

c. Cas des carbonates

En présence de la chaleur les carbonates métalliques se décomposent par calcination.

L'équation bilan de la calcination s'écrit :

$$\boldsymbol{carbonate \rightarrow oxyde\ métallique + CO_2}$$

L'oxyde métallique obtenu est ensuite réduit soit par le carbone ou l'oxyde de carbone.

Exemple : la calcination du carbonate de calcium :

$$\boldsymbol{CaCO_3 \rightarrow CaO + CO_2}$$

$$\boldsymbol{CaO + CO \rightarrow Ca + CO_2}$$

d. Cas des sulfures

Les sulfures sont d'abord transformés en oxydes puis on les réduit en suite. Cette oxydation dans l'air est appelée grillage.

i. Par électrolyse

Certains métaux comme l'aluminium et le zinc sont préparés par électrolyse de leurs composés fondus.

L'aluminium est obtenu par électrolyse de l'alumine qui consiste à la dissoudre dans la cryolite et fondue à 1000°C, dans une cuve garnie de graphite (carbone) et traversée par un courant de forte intensité.

☞ **Séance d'E/A n°2 : Fabrication du Fer**

- **Etapes de fabrications du fer à partir de la magnétite** $(\boldsymbol{Fe_3O_4})$

La fabrication du fer et ses alliages s'effectue dans les hauts fourneaux suivant deux étapes : l'élaboration de la fonte et la fabrication du fer.

L'équation bilan s'écrit : $\boldsymbol{Fe_3O_4 + 4CO \rightarrow 3Fe + 4CO_2}$

Remarque : Détermination de la teneur du minerai

La teneur du minerai est le rapport de la masse du métal considéré par la masse du minerai.

$$Teneur = \frac{m_0}{m} \quad où \begin{cases} m_0\ est\ la\ masse\ du\ métal \\ m\ est\ la\ masse\ du\ minerai \\ teneueur\ en\ \% \end{cases}$$

IBRAHIM ELHADJI DJIBRILLA PCEG EN CHIMIE

☞ Séance d'E/A n°3 : Fabrication de l'Aluminium par le procédé Bayer.

1. Fabrication de l'aluminium par le procédé de Bayer

<< La bauxite, concassée et triée, est attaquée par la soude et transformée en aluminate de sodium. Cette opération s'effectue à chaud et sous pression dans des autoclaves. L'aluminate est ensuite brassé avec de l'eau dans les cuves où il se décompose pour donner de l'alumine hydratée($Al_2O_3, 3H_2O$. Celle-ci est calcinée dans des grands fours rotatifs. On obtient alors une poudre blanchâtre d'alumine (Al_2O_3) presque pure.>>

Exercice : Une industrie métallurgique traite le carbonate de fer ($FeCO_3$)enrichi en vue d'obtenir l'oxyde de fer.

1°) Ecrire l'équation-bilan de la calcination du carbonate de fer

2°) Quelle masse d'oxyde de fer pourrait être produite à partir de 5 tonnes de carbonate de fer

3°) pour extraire le fer, l'oxyde de fer obtenu est réduit par le carbone.

- Ecrire l'équation-bilan de cette réduction
- Calculer la masse de fer obtenue après cette opération

4°) Calculer la teneur du fer dans le minerais de carbonate de fer.

IBRAHIM ELHADJI DJIBRILLA PCEG EN CHIMIE

Module 2 : Energie

Une énergie est une grandeur physique qui représente la capacité d'un corps ou d'un système à déformer ou déplacer un corps ou élever la température ou changer l'état physique d'un corps. Cette énergie a été avec le temps transformer, traiter et réalimenter afin d'être utile à l'homme.

➔ Ce que je sais du module :

- Un générateur fournit de l'énergie à un circuit
- Un dipôle peut jouer le rôle de récepteur et/ou du générateur
- Une diode ne laisse traverser le courant que dans un seul sens
- Le courant alternatif est le courant fournit par énéo
- L'énergie existe sous trois formes principales : énergie cinétique, potentielle et mécanique.

➔ Je m'interroge :

- A quoi sert un dipôle générateur ?
- Quels sont les dangers liés au courant de secteur ?
- Comment évaluer l'énergie cinétique ? l'énergie potentielle ? l'énergie mécanique ?

➔ Je découvre :

Un générateur est un dipôle actif qui transforme une forme quelconque d'énergie en énergie électrique. Exemple la pile.

Un récepteur est un dipôle passif qui transforme l'énergie électrique en toute autre forme d'énergie. Exemple l'électrolyseur.

La relation fondamentale de la dynamique (RFD) s'applique sur un solide en mouvement de translation et un solide en mouvement de rotation.

➔ Famille de situation :

- Utilisation de l'énergie électrique au quotidien
- Utilisation de l'énergie mécanique au quotidien

➔ Exemple de situation :

- Alimentation d'un appareil en énergie électrique
- Communication et information sur les actions mécaniques

➔ Compétences à faire développer :

- Utiliser un appareil électrique
- Utiliser un appareil électrique en courant alternatif
- Caractérisation d'un mouvement
- Déterminer l'énergie mécanique

➔ Situation de vie envisageable :

Un village vient d'être alimenter en courant électrique. Avant l'arrivée du courant, les villageois produisaient chacun sa lumière à sa façon, d'autres utilisaient les lampes solaires, d'autres des torches rechargeables, d'autres le feu de bois, les enfants quant à eux fabriquaient des torches à partir des fils et des piles. Après installation, on les demandé de faire très attention car le courant est

IBRAHIM ELHADJI DJIBRILLA PCEG EN CHIMIE

très dangereux. Ils ont commencé à acheter les appareils électroniques et électriques. Sur ces appareils sont marqués les indications suivantes : 220V-10A ; 110V- 5A ; 3,7V -1150mA ;

➔ **Je réfléchis et je cherche les solutions**

- Quel est l'importance du courant électrique ?
- Pourquoi doivent-ils faire attention au courant électrique ?
- Quelles sont les différentes formes d'énergies utilisées par les villageois ?
- Que signifient les indications citées dans le texte ?

➔ **Je trouve une solution appropriée** : Utilisation du courant alternatif.

Séquence d'E/A n°1 : Etude d'un dipôle générateur

Séance d'E/A n°1 : Définition et Représentation normalisée

Objectifs : A la fin de cette séance, je dois être capable de :

- Connaitre la représentation normalisée d'un générateur

Activité :

La pile, la génératrice du vélo, le panneau solaire… transforment leurs formes d'énergie en énergie électrique capable d'être utilisé par des appareils. Cette source est appelé générateur. Un générateur à ces caractéristiques qui lui permet de fonctionner à savoir sa tension U, son intensité I et sa résistance R. L'énergie qui arrive au niveau du générateur est dispensé dans tout le circuit avec la même capacité alors le circuit est dit parallèle dans e cas ou chaque secteur est alimenté par une énergie divisé alors le circuit est dit en série. Lorsqu'un générateur fonctionne il y'a un travail qui s'effectue entrainant une perte d'énergie associant une puissance avec laquelle il fonctionne.

Questions :

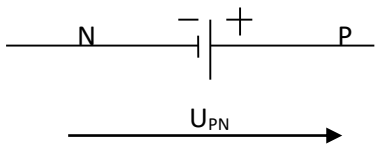
- Donner une définition à un générateur.
- Donner les caractéristiques d'un générateur.
- Quels sont les types de circuit cités dans le texte ?

Je retiens :

1. **Définition et représentation normalisée**

Un générateur est un dipôle actif dissymétrique, qui transforme une forme quelconque d'énergie en énergie électrique.

Exemples : Une pile ou batterie (générateur électrochimique) qui transforme l'énergie chimique en énergie électrique, une génératrice de bicyclette (générateur électromécanique) qui transforme l'énergie mécanique en énergie électrique, un panneau solaire qui transforme l'énergie solaire en énergie électrique. Le symbole normalisé d'un générateur est :

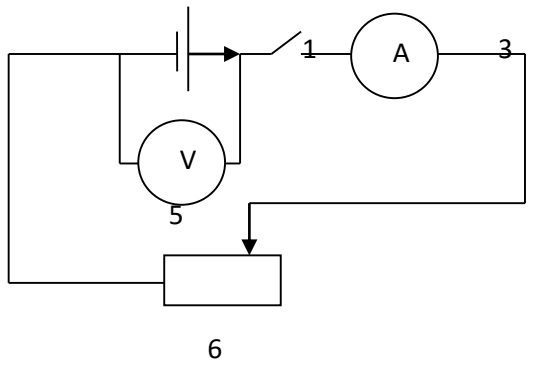


IBRAHIM ELHADJI DJIBRILLA PCEG EN CHIMIE

Dans le cadre de notre cours, nous allons étudier des générateurs de courant continu, caractérisés par une f.é.m. E (V) et une résistance interne r (Ω).

2. Caractéristique intensité-tension d'un générateur.

a. Schéma du montage et résultats expérimentaux.



1 = générateur

2 = interrupteur

3= ampèremètre

6 = rhéostat (fait varié l'intensité du courant)

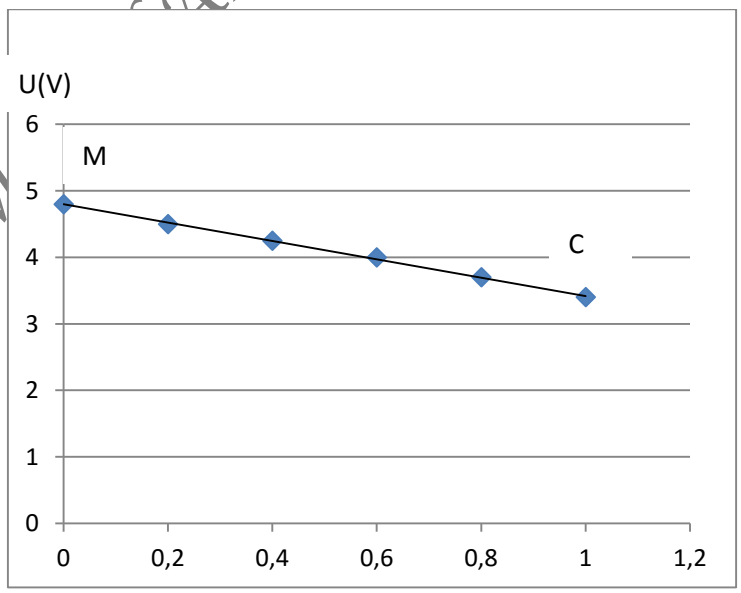
5= voltmètre

En déplaçant le curseur du rhéostat, on obtient expérimentalement :

I(A)	0	0,2	0,4	0,6	0,8	1
U(V)	4,80	4,50	4,25	4,00	3,70	3,40

b. Tracé de la caractéristique intensité-tension et exploitation (u =f(I))

Échelle 1cm pour 1V et 1cm pour 0,1A.



IBRAHIM ELHADJI DJIBRILLA PCEG EN CHIMIE

Le graphe u = f(I) est une droite à laquelle on peut associer la fonction affine : u = aI + b.

- **Détermination de b.**

Lorsque I = 0, on a u = b. Cette valeur correspond à l'ordonnée du point M, c'est la tension vide du générateur. Cette valeur particulière est une caractéristique de la pile appelée force électromotrice (f.é.m. notée E ou e) on a donc : I = 0, u = b = E = 4,8V.

- **Détermination de a :**

a correspond à la pente ou le coefficient directeur de la caractéristique. On l'obtient par la relation :

a = f(I_2) – f(I_1)/ (I_2 – I_1) = tangente à la pente.

Dans notre exemple, soit C (1A ; 3,4V) et M (0 ; 4,8V), a = (3,4 – 4,8)/ (1 – 0) =-1,4.

La valeur absolue de a mesure la résistance interne r du générateur. Donc r = 1,4Ω.

3. Loi d'Ohm

La loi d'ohm aux bornes d'un générateur de f.é.m. E et de résistance interne est donc : **U = E – rI**.
Avec U(V), E(V), r(Ω), I(A).

4. Point de fonctionnement : loi de Pouillet

D'après le principe de conservation de l'énergie, la somme des puissances engendrées par le générateur d'un montage électrique est égale à la somme des puissances utiles des récepteurs et des puissances calorifiques dissipées par effet joule : **EI = ΣE'I + ΣRI²**.

D'où la loi de Pouillet généralisée par la relation : **ΣE - ΣE' = Σ RI**

Séance d'E/A n°2 : Association des générateurs

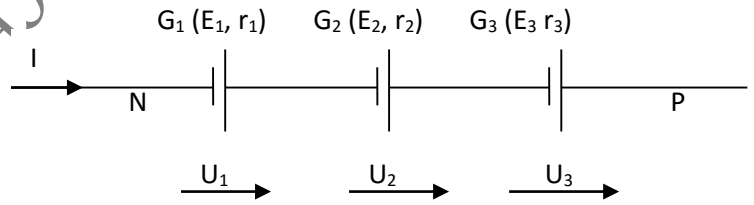
Objectifs :

- Montrer l'intérêt de la notion de point de fonctionnement
- Connaitre les lois d'associations des générateurs
- Etablir un bilan énergétique

Je retiens :

1. Groupement des générateurs en série.

Les générateurs sont dits groupés en série lorsque le pole (+) de l'un est relié au pôle (–) de l'autre.
Soit 3 générateurs G_1 (E_1, r_1), G_2 (E_2, r_2), G_3 (E_3, r_3) montés en série tel que :



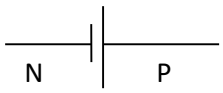
Le montage étant en série, $U_{PN} = U_1 + U_2 + U_3 \leftrightarrow U_{PN} = E_1 - r_1I + E_2 - r_2I + E_3 - r_3I$

IBRAHIM ELHADJI DJIBRILLA PCEG EN CHIMIE

$U_{PN} = E_1 + E_2 + E_3 - (r_1 + r_2 + r_3)I$

On peut donc remplacer les trois générateurs par un équivalent

(E, r)



Tel que: $E = E_1 + E_2 + E_3$ et $r = r_1 + r_2 + r_3$

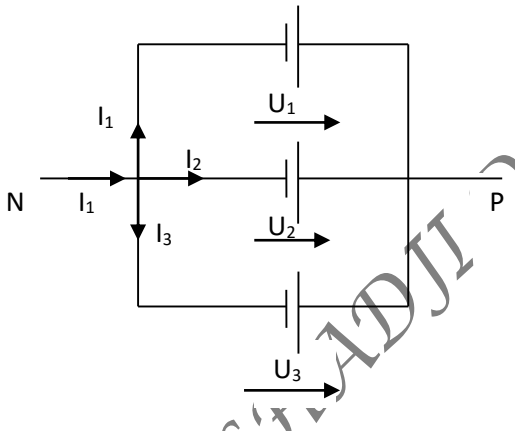
De façon générale, un groupement de n générateurs da caractéristiques (E_1…….E_n), (r_1…….r_n) montés en série peut être remplacé par un générateur unique G(E, r) tel que : **$E = E_1 + E_2 + \ldots + E_n$ et $r = r_1 + r_2 + \ldots + r_n$**

Les générateurs sont groupés en série lorsque l'on veut obtenir une f.é.m. plus importante et un courant limité. Ex : Accumulateurs, batteries.

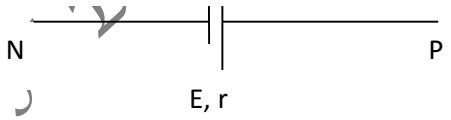
NB *: Dans le cas de n générateurs identiques de f.é.m. E_0 et de résistance interne r_0, que deviennent E et r ?*

2. Groupement des générateurs identiques en parallèle.

Des générateurs sont groupés en parallèle lorsque les pôles de même signe sont reliés entre eux. Considérons trois générateurs identiques groupés en parallèle, chaque générateur ayant une f.é.m. E_0 et une résistance interne r_0.



Soit E et r les caractéristiques du générateur équivalent au montage en parallèle.



$U_{PN} = E - rI$

Le montage étant en parallèle, $U_{PN} = U_1 = U_2 = U_3$ $U_1 = E_0 - r_0I_1$. De même et $I = I_1 + I_2 + I_3$ Les générateurs étant identiques, ils sont parcourus par la même intensité du courant d'où

$I_1 = I_2 = I_3$ ainsi $I = 3I_1$, $I_1 = I/3$. On obtient donc:

$U_{PN} = E - rI$ **$U_1 = E_o - r_oI/3$**	**Par comparaison** **$E = E_0$**

IBRAHIM ELHADJI DJIBRILLA PCEG EN CHIMIE

De façon générale, lorsque n générateurs identiques de caractéristique (E_0, r_0) chacun sont montés en parallèle, on peut les remplacer par un générateur équivalent de caractéristique (E,r) tel que : **$E = E_0$ et $r = r_o/n$**

La loi d'ohm s'écrit donc : **$U = E_0 - r_0 I/n$**.

Ce mode de groupement est utilisé lorsqu'on veut obtenir un courant d'intensité supérieure à celle fournie par chaque générateur.

3. Bilan d'énergie aux bornes d'un générateur

- Energie cédée par le générateur au circuit extérieur

$Wc = q.U = q(E - rI) = I.t(E - rI) = E.I.t - rI^2.t$

- Energie totale cédée par le générateur : **$Wt = E.I.t$**
- La chaleur perdue par effet joule dans le générateur : **$rI^2.t$**.

- Puissance cédée par le générateur au circuit extérieur : **$P = Wc / t = E.I - r.I^2$**
- L'expression de la tension électrique aux bornes d'un générateur de f.é.m. **E** et de résistance interne **r**, parcourue par un courant d'intensité **I** est **: $U = E - RI$.** En multipliant chaque membre par **I**, on a **: $U.I = E.I - rI^2 \leftrightarrow E.I = U.I + rI^2$**, ou, **E.I** représente la puissance engendrée par le générateur **(P_{eng}), U.I** la puissance disponible **(P_{disp})** et **rI^2** la puissance dissipée par effet joule **(P_{cal}).** Le rendement du générateur est donc donné par : **$\eta = P_{disp}/P_{eng} = U.I/E.I = U/E = (E-r.I)/E$.**

Exercice d'application :

On branche aux bornes d'un générateur de f.é.m. E = 230V et de résistance interne r = 2Ω, un électrolyseur de f.c.é.m. E' = 20V et de résistance interne r' = 18Ω ; puis un résistor de résistance 80Ω plongeant dans un calorimètre.

1. Calculer l'intensité I du courant qui passe dans le circuit.
2. Calculer la tension aux bornes du générateur puis en déduire son rendement.

Séquence d'E/A n°2 : Quelques composants électroniques usuels

Séance d'E/A n°1 : Etude du dipôle résistor

OPO : A la fin de cette séance, je dois être capable de :

- Monter des résistors en série et en parallèle ;
- Trouver la résistance équivalente à une association de résistor ;

Activité :

Votre frère cadet s'amuse à dépecer le fer à repasser que votre père vient de jeter, et y trouve des composants en forme cylindrique portant des anneaux colorés. Tout excité, il vous appelle pour savoir de quoi il s'agit. Que lui répondrez-vous ?

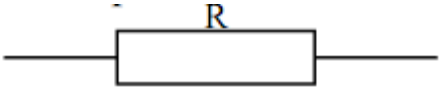
1. Étude du dipôle résistor

a. Définition

On appelle **résistor** (ou conducteur ohmique), tout dipôle passif qui transforme intégralement toute l'énergie électrique reçue en énergie calorifique.

IBRAHIM ELHADJI DJIBRILLA PCEG EN CHIMIE

b. Représentation normalisée



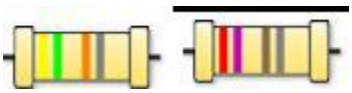
R est appelé résistance du résistor, et son unité est le Ohm (Ω).

c. Code de couleurs

Le plus souvent, la résistance se présente avec des bagues de couleurs (anneaux) autour de celle-ci. 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.

- Les deux premiers anneaux donnent les chiffres significatifs (le premier donne la dizaine et le second l'unité).
- Le troisième donne le multiplicateur (la puissance de 10 qu'il faut multiplier avec les chiffres significatifs).
- Le quatrième la tolérance (les incertitudes sur la valeur réelle de la résistance donnée par le constructeur en pourcentage).

Exemples : Déterminer la résistance de chacun des résistors représentés ci-dessous :

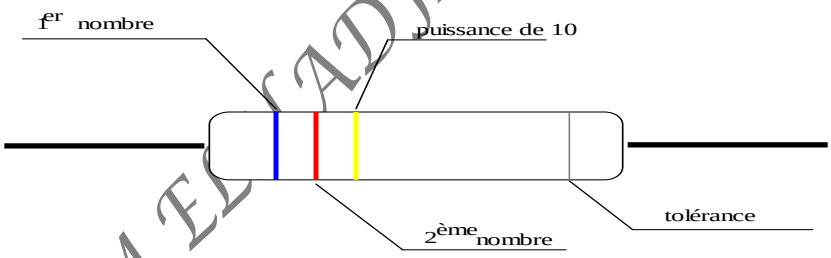


Couleur de l'anneau	Noir	Marron	Rouge	Orange	Jaune	Vert	Bleu	Violet	Gris	Blanc
1er et 2e chiffre	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Multiplicateur	1	10	10^2	10^3	10^4	10^5	10^6	10^7	10^8	10^9

Phrase mémotechnique :

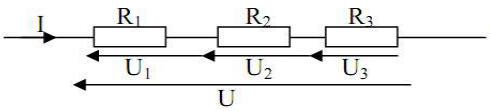
" Ne mangez rien où jeûnez voila bien votre grande bêtise. "

noir-marron-rouge-orange-jaune-vert_bleu-violet-gris-blanc



2. Association des résistors

a. Série



$$U = U_1 + U_2 + U_3 = I(R_1 + R_2 + R_3) = IR_{éq}$$

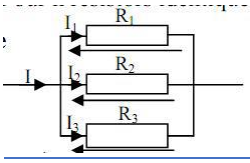
$$\Rightarrow \boxed{R_{éq} = R_1 + R_2 + R_3}$$

L'association des résistors en série est assimilable à un résistor équivalent de résistance Réq égale à la somme des résistances.

IBRAHIM ELHADJI DJIBRILLA PCEG EN CHIMIE

Remarque : Pour n résistors identiques de résistances R0 montées en série, la résistance équivalente est: Réq = nR0

b. Parallèle



$I=I_1+I_2+I_3$ $U=U_1=U_2=U_3$

$$\frac{U}{R_{éq}}=\frac{U_1}{R_1}+\frac{U_2}{R_2}+\frac{U_3}{R_3}=U(\frac{1}{R_1}+\frac{1}{R_2}+\frac{1}{R_3}) \Rightarrow \boxed{\frac{1}{R_{éq}}=\frac{1}{R_1}+\frac{1}{R_2}+\frac{1}{R_3}}$$

Pour n résistances identiques de résistances R0 montées en parallèles, on a :

$$\boxed{R_{éq}=\frac{R_0}{n}}$$

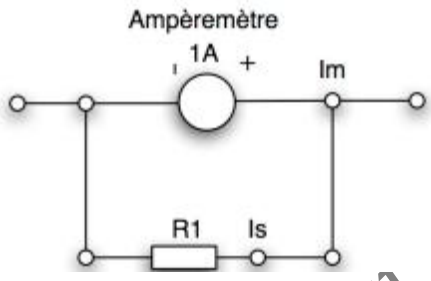
c. Montage potentiométrique

Le potentiomètre est un diviseur de tensions.

$$U=U_1+U_2 \text{ or } \begin{cases} U_1 = R_1 I \Rightarrow I=\frac{U_1}{R_1} \\ U_2 = R_2 I \Rightarrow I=\frac{U_2}{R_2} \end{cases} \Rightarrow U=(R_1+R_2)I \Rightarrow \boxed{U_1=\frac{R_1}{R_1+R_2}U} \text{ et } \boxed{U_2=\frac{R_2}{R_1+R_2}U}.$$

d. Shunt

Un shunt est une résistance que l'on met aux bornes d'un ampèremètre afin de mesurer des courants beaucoup plus forts que l'appareil ne peut en supporter.



R1 = Rs = résistance du shunt, Ri = Ra = résistance interne de l'ampèremètre, Im = Ia = courant maximum de l'ampèremètre,
Is = courant du shunt et I est le courant à mesurer.
$R_S=\frac{Ra}{n-1}$ et $n=\frac{I}{Ia}$ où n est appelé multiplicateur.

☞ Séance d'E/A n°2 : La diode

OPO : A la fin de cette séance, je dois être capable de :

- Décrire une diode et préciser le rôle et utilisations
- Monter une diode dans le sens passant

1. Diode

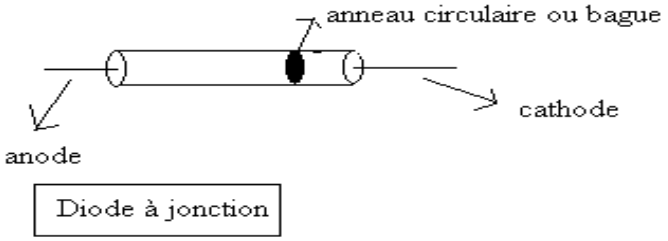
a. Définition

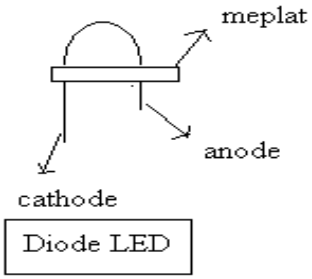
Une diode est un dipôle passif dissymétrique qui ne se laisse traverser par le courant que dans un seul sens. C'est un composant électronique rencontré dans les appareils électroniques.

IBRAHIM ELHADJI DJIBRILLA PCEG EN CHIMIE

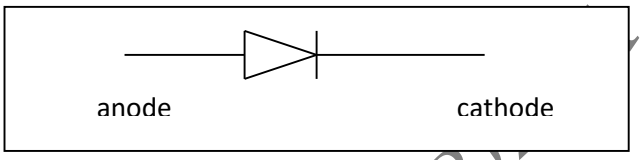
b. Symbole – Fonction – Utilisation

Si elle est à jonction, alors elle se présente sous la forme d'un petit cylindre portant sur un côté un anneau coloré encore appelé bague de couleur. Elle peut également se présenter sous la forme d'une ampoule présentant d'un côté un méplat.





La représentation symbolique d'une diode ordinaire est :

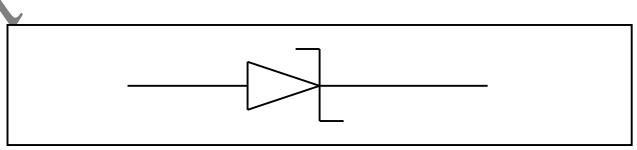


La diode est utilisée en électronique (radio, téléphone, chargeur…) pour ne laisser passer le courant qu'en un seul sens appelé sens directe. La fonction de la diode est de transformer le courant alternatif en courant continu afin d'assurer sa stabilité.

2. La diode Zener

a. Définition – Fonction - Symbole

Une diode Zener est une diode spéciale qui dans certaines conditions peut conduire le courant électrique en inverse. Elle est conçue de manière que la tension de claquage encore appelée tension zener puisse descendre jusqu'à quelques volts. Sa fonction est de stabiliser les fluctuations de tension. Son symbole est donné par :

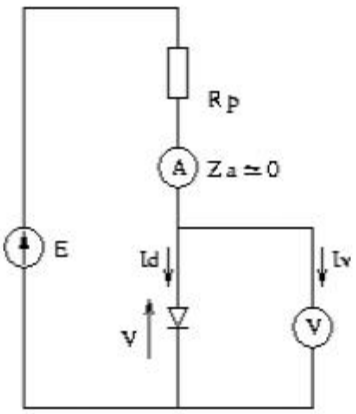


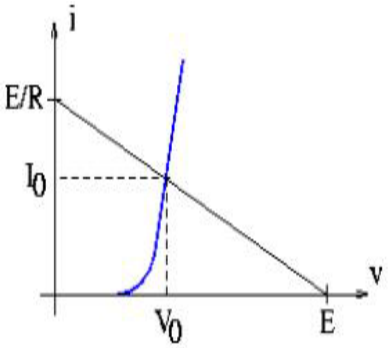
b. Allure de la caractéristique d'une diode

Allure de la caractéristique d'une diode est le graphique qui donne l'intensité du courant qui traverse la diode en fonction de la tension à ses bornes.

Son schéma de montage est le suivant :

IBRAHIM ELHADJI DJIBRILLA PCEG en CHIMIE





V_0 et I_0 sont les coordonnées du point de fonctionnement de la diode.

Activités :

1. Définir : diode, résistor

2. Donner le rôle d'une diode.

3. Donner la fonction d'une diode Zener.

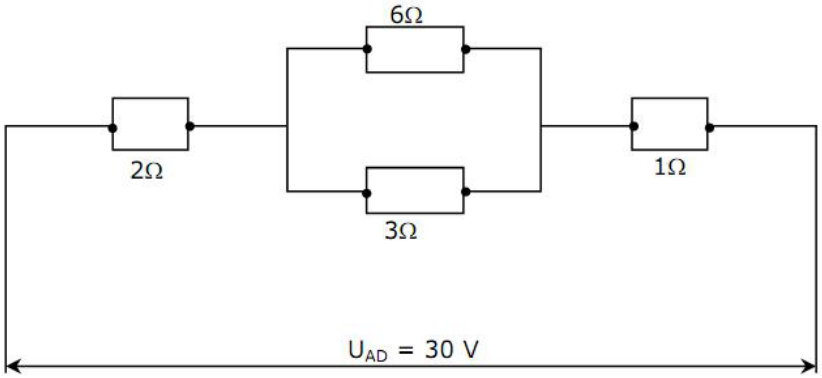
4. Tracer l'allure de la caractéristique tension-intensité d'une diode à jonction.

5. Quatre conducteurs ohmiques sont associés et alimentés comme l'indique la figure ci-dessous

Déterminer :

5.1. La résistance équivalente entre A et D.

5.2. Les intensités dans les différents résistors.



Séquence d'E/A n°3 : Loi des réseaux

OPO : A la fin de cette séance, je dois être capable de :

- Réaliser les montages permettant de tracer une caractéristique ;
- Appliquer les lois : des nœuds, des mailles, d'Ohm, de Joule et de Pouillet ;
- Calculer un rendement.

Activité :

Je retiens :

1. **les lois de KIRCHOFF**

IBRAHIM ELHADJI DJIBRILLA PCEG EN CHIMIE

En 1845, le physicien Allemand Gustav Robert Kirchoff a établi des lois qui fondent tous les calculs de réseaux électriques : la loi des nœuds et la loi des mailles.

a. Définitions

Soit un réseau électrique constitué de générateurs (ΣE), récepteurs (ΣE') et résistances (ΣR) ; on peut écrire selon le contour fermé du circuit : ΣE+ΣE'+ΣRI=0.

On appelle **nœud** tout point ou aboutissent plus de 2 fils conducteurs reliant les éléments entre eux.

On appelle **branche** l'ensemble des éléments situés entre 2 nœuds consécutifs.

On appelle **maille** tout contour fermé, formé d'une suite de branches.

2. loi des nœuds

Cette loi exprime la loi de conservation de la charge électrique. Pour un nœud donné, la somme des courants qui y arrivent est égale à la somme des courants qui en partent. Nous avons donc Σ I=0

Règles :

- Σ I=0
- on choisit comme signe (+) pour les courants entrants et comme signe (-) pour les courants sortants

3. loi des mailles

Cette loi est une conséquence de l'additivité des tensions. On a ΣE-ΣRI=0

Règles :

- on définit un sens arbitraire des courants
- on définit un sens arbitraire des parcours
- pour les f.é.m., on attribue le signe par lequel on rentre
- pour les chutes de tensions RI, on attribue un signe + si le sens de parcours coïncide avec le sens des courants et un signe - si le sens de parcours est différent du sens du courant.

4. Effet joule-énoncé

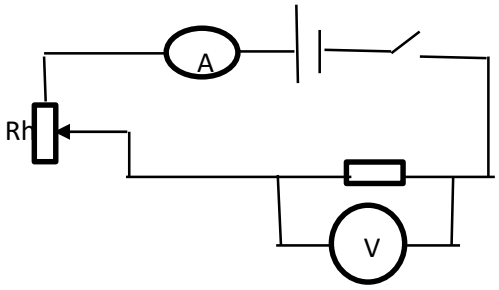
« l'énergie électrique consommée dans un conducteur ohmique est égale au produit de la résistance de ce conducteur par le carré de l'intensité du courant qui le traverse et par la durée de passage de ce courant » $W_{él} = RI^2t$ en joules.

NB : $P=RI^2=VI=V^2/R$ en watts

5. Caractéristique intensité-tension

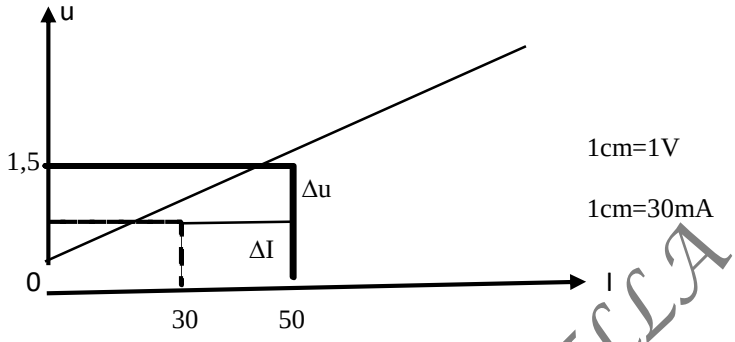
a. schéma du montage

IBRAHIM ELHADJI DJIBRILLA PCEG EN CHIMIE



b. Tracée de la caractéristique

U(V)	0	09	15	24	30	37
I(mA)	0	30	50	80	100	123



La caractéristique est une droite passant par l'origine et dont la pente est la résistance du conducteur. Elle permet de déterminer expérimentalement la résistance du courant I.

6. Bilan énergétique aux bornes d'un générateur et rendement

$P_{el}=EI=P_{disponible}+P_{joule}$ ($P_d=UI$) **$\eta=P_d/P_{él}=E-ri/E=U/E$**

NB : Soit w l'énergie fournit par le générateur pendant un temps t :

$W=P_{el}\,t$ or $P_{él}=EI$ d'où $w=EIt=Eq$ (car $q=It$)

7. Bilan énergétique aux bornes d'un récepteur et rendement

$P_{reçu}=UI=(E'+r'I)I$ **$\rightarrow P_r=P_j+P_{utile}$** (avec $P_j=r'I^2$ et $P_u=E'I$)

$\eta=P_u/P_r=E'/E'+r'I=E'/U$

8. Point de fonctionnement : loi de Pouillet

Le point de fonctionnement est le point d'intersection des caractéristiques intensité-tension du générateur et du résistor dans un circuit électrique. La connaissance du point de fonctionnement permet de prévoir l'intensité I du courant dans le circuit. Si cette intensité est supérieure à celle admissible pour le générateur ou le résistor, il faut éviter de réaliser le circuit pour ne pas détériorer ces appareils.

Enoncé loi de Pouillet : « Dans un montage en série, l'intensité du courant électrique est égale au rapport de la f.é.m. du générateur par la somme de toutes les résistances dans le circuit » I=E/ΣR.

IBRAHIM ELHADJI DJIBRILLA PCEG EN CHIMIE

Séquence d'E/A n°4 : Le courant alternatif

☞ Séance d'E/A n°1 : Tension et intensité en courant alternatif monophasé

Objectifs : A la fin de cette séance, je dois être capable de :

- Définir : tension alternative
- Distinguer une tension alternative sinusoïdale et en donner les Caractéristiques.

1. Tension alternative et tension alternative sinusoïdale

a. Définitions

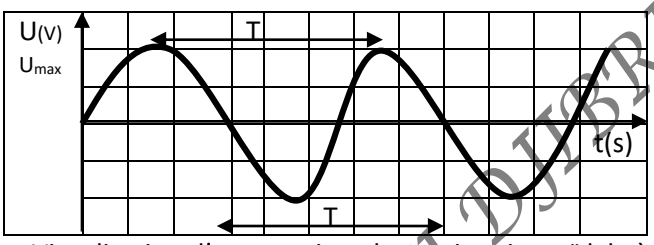
Tension continue : tension dont le sens ne change pas au cours du temps. Elle est produite par des batteries.

Tension alternative : tension qui change alternativement de signe au cours du temps. Elle est délivrée aux bornes d'une prise de courant de secteur.

Tension alternative sinusoïdale : tension dont la courbe représentative est une suite d'ondes identiques appelée sinusoïde

Tips : Schématiser les différents types de tensions alternatives et bien expliquer que toutes les tensions alternatives ne sont pas sinusoïdales.

b. Visualisation d'une tension alternative sinusoïdale



Visualisation d'une tension alternative sinusoïdale à l'oscilloscope

L'oscilloscope est l'appareil qui permet de visualiser les variations d'une tension alternative en fonction du temps. La courbe ci-dessus appelée **oscillogramme** (sinusoïde) est la courbe représentative d'une tension alternative sinusoïdale.

La partie de la courbe située entre deux sommets ou deux creux consécutifs est appelée **motif**. La durée qui sépare deux sommets consécutifs est appelée **période** (durée d'un motif) notée **T** et exprimée en **secondes (s)**. La **fréquence F** est l'inverse de la période T. c'est aussi le nombre de périodes par unité de temps. Elle s'exprime en Hertz (Hz). La fréquence F et la période T sont liées par la relation :

$$\boxed{F = \frac{1}{T}} \quad \text{avec} \quad \begin{cases} T: \text{période en secondes } (s) \\ F: \text{fréquence en Hertz } (Hz) \end{cases}$$

Tips : Représenter sur le graphe U_{max} ; T et les divisions sur les axes du repère afin de faciliter la compréhension des notions de **sensibilité verticale (s)** et de **balayage horizontal (b)**

2. Caractéristiques d'une tension alternative sinusoïdale

L'oscillogramme nous permet de mesurer :

- La **période T** telle que

$$\boxed{T = n.b} \quad \begin{cases} n: \text{nombre de divisions sur l'axe des temps en divisions } (div) \\ b: \text{balayage horizontal en seconde/division } (s/div) \\ T: \text{période en secondes } (s) \end{cases}$$

IBRAHIM ELHADJI DJIBRILLA PCEG EN CHIMIE

- La valeur de la **tension maximale** $\mathbf{U_{max}}$ telle que

$$\boxed{\mathbf{U_{max} = n.s}} \quad \begin{cases} n: nombre\ de\ divisions\ sur\ l'axe\ des\ tensions\ en\ divisions\ (div) \\ s:\ sensibilité\ \ verticale\ \ en\ \ Volt/division\ (V/div) \\ Umax : tension\ maximale\ en\ volts\ (V) \end{cases}$$

3. Valeur efficace d'une tension alternative sinusoïdale

La valeur de la tension efficace U_{eff} est donnée par un voltmètre branché aux bornes d'un générateur de tension alternative. U_{eff} et U_{max} sont liées par la relation :

$$\begin{cases} Umax : tension\ max \\ Ueff : tension\ eff \end{cases} \quad \boxed{\mathbf{U_{max} = \sqrt{2} \times U_{eff}}}$$

De même, on peut avoir la relation entre l'intensité efficace I_{eff} et l'intensité maximale I_{max} telle que

$$\boxed{I_{max} = \sqrt{2} \times I_{eff}}$$

Tips : Montrer comment tirer les grandeurs physiques à partir des relations ci-dessus.

4. Dispositifs de production des tensions alternatives

Le courant alternatif est essentiellement produit à partir des **alternateurs**. On distingue :

- Les alternateurs des centrales électriques
- Les générateurs de laboratoires
- Les générateurs de très basses fréquences (GBF)
- Les dynamos des bicyclettes …

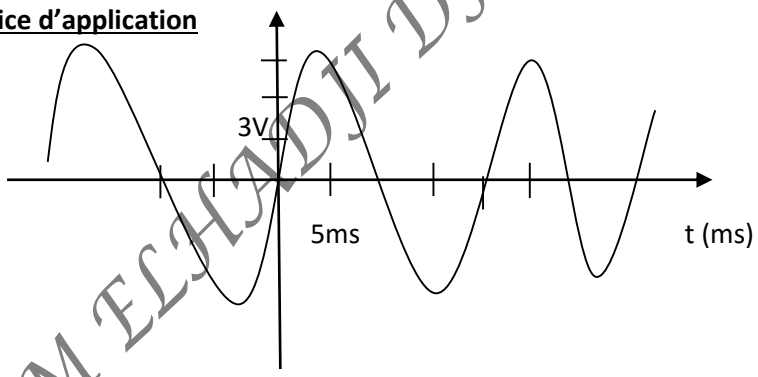
NB : Toutes les tensions alternatives ne sont pas sinusoïdales.

U_{max} et I_{max} sont généralement indiquées par les compteurs électriques **éneo**

Chaque appareil électrique porte un chiffre suivi de la lettre V : c'est sa tension nominale.

Un générateur de tension alternative a pour symbole :

Exercice d'application



L'oscillogramme ci-dessus représente une tension alternative. Déterminer

a) Le type de tension dont il est question.
b) La période T et en déduire la fréquence F
c) La valeur maximale et la valeur efficace de la tension

Solution

a. Type de tension : tension alternative sinusoïdale car l'oscillogramme est une sinusoïde.
b. Déterminons la période T.

Sur l'axe des temps, on voit que le balayage horizontal b = 5ms/div et on compte n = 4div.

La période T est donc : **T = n.b ;** AN : T = 4×5 Donc T = 20ms = 0,02s

IBRAHIM ELHADJI DJIBRILLA PCEG EN CHIMIE

- Déduisons la fréquence F

On sait que : **F =** $\frac{1}{T}$; AN : F = $\frac{1}{0,02}$ = 50 Donc F = 50Hz

c. Déterminons la valeur de la tension maximale U_{max}

Sur l'axe vertical, nous comptons n = 3div et la sensibilité verticale s vaut s = 3V/div

La tension maximale est : **U_{max} = n.s ;** AN : U_{max} = 3×3 U_{max} = 9V

Déduisons la valeur de la tension efficace U_{eff}

On sait que : $U_{max} = \sqrt{2} \times U_{eff}$ ⟶ $U_{eff} = \frac{Umax}{\sqrt{2}}$

AN : $U_{eff} = \frac{9}{\sqrt{2}} = 6,25$ Donc U_{eff} = 6,25 V.

☞ **Séance d'E/A n°2 : Redressement d'un courant alternatif monophasé**

OPO : A la fin de cette séance, je dois être capable de :

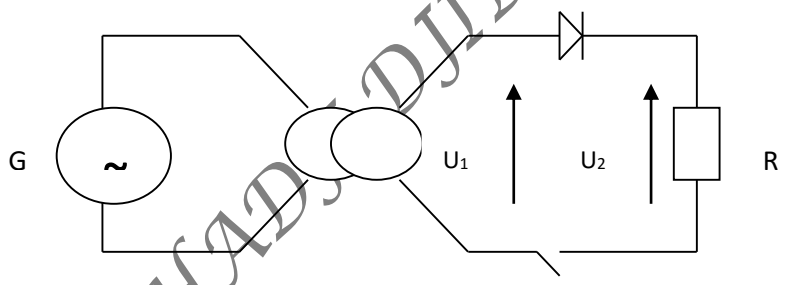
- Donner le redressement de simple alternance et double alternance

Je retiens

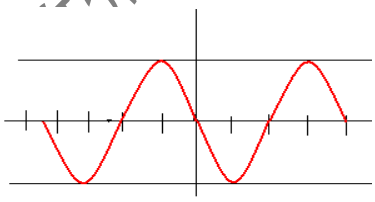
Les diodes jouent un rôle important dans le redressement du courant alternatif et la stabilisation des tensions aux bornes des dipôles.

1. Redressement simple alternance

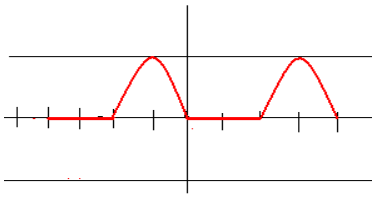
Le schéma du montage pour un redressement simple alternance est le suivant :



En redressement simple alternance, les alternances négatives sont supprimées. A l'écran de l'oscilloscope, on visualise les courbes :



tension U1



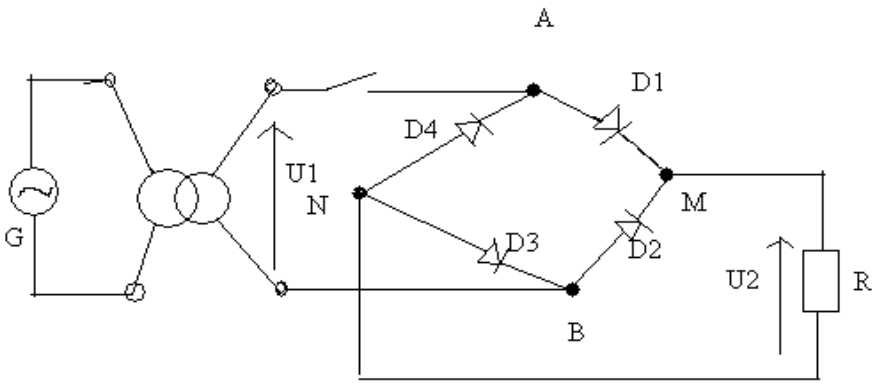
tension U2

Les alternances négatives supprimées correspondent à une polarisation en sens inverse de la diode, dans ce cas celle-ci ne laisse pas passer le courant.

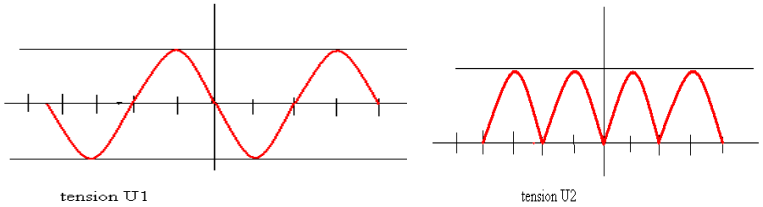
2. Redressement double alternance

IBRAHIM ELHADJI DJIBRILLA PCEG EN CHIMIE

Le schéma du montage pour un redressement double alternance est :



En redressement double alternance, les alternances négatives sont transformées en alternances positives. A l'écran de l'oscilloscope, on visualise les courbes :



Les tensions négatives de U_1 sont transformées en tension positives pour U_2, U_2 est dite redressée.

Remarque :

- Pour passer d'une tension redressée en une tension continue, il faut ajouter au dispositif un filtre.
- Dans un adaptateur secteur, le pont de diode sert à redresser le courant abaissé par un transformateur avant d'être lissée pour le rendre continue.

3. Stabilisation des tensions

Dans leur principe de fonctionnement, les appareils électroniques de mesure et de contrôle nécessitent des tensions d'alimentation rigoureusement constante à fin de remplir leur fonction avec la précision requise. Pour ce faire, on adjoint toujours au dispositif de redressement un dispositif de stabilisation dont l'élément fondamental est la diode zener. Afin d'éviter de détériorer un appareil polarisé lorsqu'on se trompe de sens de connexion à un générateur, on place une diode à l'entrée de l'appareil sur la borne + dans le sens passant.

☞ Séance d'E/A n°3 : Dangers du courant de secteur

OPO : A la fin de cette séance, je dois être capable de :

IBRAHIM ELHADJI DJIBRILLA PCEG EN CHIMIE

- Donner les dangers du courant
- Donner les règles de sécurité

Les courant électrique du secteur est dangereux pour des personnes et pour des équipements.

1. Dangers du courant

a. Dangers pour des personnes

Les différents dangers du courant pour des personnes sont :

- l'**électrisation** qui peut se manifester par un picotement, une commotion ou une tétanisation: La personne dans ce cas est dite électrisée.
- l'électrocution qui est la mort provoquée par l'électricité: La personne est dite électrocutée.

L'électrocution a lieu dans les circonstances suivantes:

- Si on touche à la fois le fil de phase et le fil neutre.
- Si on touche seulement le fil de phase en étant en contact direct avec le sol.
- Si on touche, en étant sur le sol, un appareil dont l'enveloppe métallique est relié au fil de phase.

Tips: Attirer l'attention des élèves sur le fait que le fil de phase soit le plus dangereux.

b. Dangers pour des équipements

Les risques pour les équipements sont :

- ✓ L'**incendie** dû à l'échauffement exagéré des fils conducteurs
- ✓ La **détérioration** des appareils de la maison.

La surintensité se produit dans les circonstances suivantes :

- Lorsqu'il y a surcharge de la ligne (branchement simultané de plusieurs appareils).
- Lorsqu'il y a court-circuit (contact direct entre le fil neutre et le fil de phase).

Pour mettre les personnes et des équipements à l'abri de ces multiples dangers, des protections sont donc nécessaires.

2. Protection contre les dangers du courants électrique

a. Protection des personnes

i. Dispositifs de sécurité

- Il faut isoler les fils conducteurs afin d'éviter d'éventuelles électrocutions.
- Il faut utiliser des prises à ellipses afin d'empêcher l'introduction d'objets métalliques.
- Il faut utiliser les prises de courant à trois bornes afin de relier la carcasse métalliques des appareils à la terre.

ii. Règles de sécurité

- Ne jamais introduire un conducteur non protégé dans une borne d'une prise de courant.
- Ne jamais toucher une partie non isolée d'un circuit.
- Ne jamais toucher ou brancher un appareil électrique lorsqu'on est mouillé, lorsqu'il est mouillé ou lorsqu'on est sur un sol humide.
- Ne jamais intervenir sur un conducteur sans l'avoir avant tout débranché.

b. Protection des équipements

i. Dispositifs de protection

- toujours utiliser un coupe-circuit à fusible dans chaque installation.
- toujours utiliser un disjoncteur à maximum d'intensité qui joue également le rôle de coupe circuit, qui saute dès que l'intensité totale du courant sollicitée dépasse la normale.
- toujours isoler les conducteurs afin d'éviter les courts-circuits.

ii. Règles de protection

- Il faut respecter la tension nominale de chaque appareil.
- Il faut toujours utiliser le bouton d'arrêt (s'il existe) pour mettre un appareil hors tension.
- Il faut éviter de tirer sur le câble d'un appareil pour le débrancher.

IBRAHIM ELHADJI DJIBRILLA PCEG EN CHIMIE

☞ Séance d'E/A n°4 : Energie et puissance en courant alternatif

Objectifs

- Décrypter une facture **éneo**
- Etablir et exploiter la relation entre la puissance et l'énergie Electrique.

1. Energie électrique

a. Unité et mesure de l'énergie électrique

Le compteur électrique mesure l'énergie électrique consommée dans une installation. L'énergie électrique **E** consommée dans une installation est donnée par la formule : $\mathbf{E_{consommée} = NI - AI}$

$$\begin{cases} E: énergie\ électrique\ en\ kilowattheures\ (KWh) \\ NI: Nouvel\ Index \\ AI: Ancien\ Index \end{cases}$$

NB : l'unité légale de l'énergie est le Joule (J) ;
1Wh = 3600 J ; 1kwh = 10^3 Wh

b. Facturation éneo

A la fin de chaque mois, la société **éneo** délivre à chaque abonné une facture d'électricité comprenant trois grandes parties :

- La partie **consommation**

Consommation	AI	NI	coefficient	Quantité
	3720	3850	1	130

- La partie **facture hors taxes**

Facturation HT	Quantité	Tarif	Montant (FcFA)
Tranche 1	130	50	6500
Tranche 2	53	79	4187
Total HT			10687

- La partie **facture toutes taxes comprises**

TVA consommation tranche 2 (19,25%)	806
Total TTC	11493

NB : Le kWh est facturé à 50F si $E_{con} < 110\ kWh$ et à 79F $E_{con} > 110kWh$
De plus la tranche 1 est exonérée de la TVA
*Tips : Se servir d'une ancienne facture et procéder aux calculer pour mieux expliquer le décryptage d'une facture **éneo***

2. Puissance électrique

a. Puissance nominale

Chaque appareil porte un nombre suivi de la lettre W : Cette valeur est la puissance nominale de cet appareil. La puissance nominale d'un appareil est la puissance qu'il consomme lorsqu'il fonctionne normalement (sous sa tension nominale). Elle est notée **P** et s'exprime en **Watt (W)**

- En courant continu, la puissance P consommée par un résistor est donnée par la formule :

$$\boxed{\mathbf{P = U \times I}} \quad \begin{cases} P: puissance\ électrique\ consommée\ en\ Watt\ (W) \\ U: tension\ nominale\ en\ Volts\ (V) \\ I: intensité\ du\ courant\ électrique\ en\ ampère\ (A) \end{cases}$$

- En courant alternatif, la puissance électrique consommée par un résistor est donnée par la formule :

IBRAHIM ELHADJI DJIBRILLA PCEG EN CHIMIE

$\boxed{P = U_{eff} \times I_{eff}}$ avec $\begin{cases} P: puissance\ consommée\ (W) \\ \text{Ueff : tension efficace (V)} \\ \text{Ieff: Intensité efficace (A)} \end{cases}$

NB : La puissance électrique se mesure à l'aide d'un appareil appelé le wattmètre.

3. Relation entre Puissance et énergie électrique

L'énergie électrique **E** consommée par un résistor est égale au produit de la puissance **P** de ce résistor par le temps de fonctionnement **t**

$\boxed{E = P \times t}$ avec $\begin{cases} E: énergie\ électrique\ en\ Wattheures\ (Wh) \\ P: puissance\ électrique\ en\ Watt\ (W) \\ t: durée\ de\ fonctionnement\ en\ secondes\ (s) \end{cases}$

Tips : Expliquer que lorsque le temps est en secondes, l'énergie s'exprime en joule (J). Montrer également comment tirer P ou t à partir de la relation ci-dessus.

Exercices d'application

Sur la plaque signalétique d'une lampe, on peut lire : 220 V – 59,4 W

1 – Donner la signification de chacune de ces inscriptions.

2 – Déterminer l'intensité du courant qui traverse cette lampe lorsqu'elle fonctionne normalement

3 – Calculer l'énergie électrique consommée par cette lampe puor une durée de fonctionnement de 15 min

a) En Wattheures
b) En joules

Solution : Lampe : **220 V – 59,4 W**

1 – Donnons la signification des inscriptions :

- 220 V : tension nominale ou tension d'usage (tension sous laquelle la lampe fonctionne normalement)
- 59,4 W : puissance nominale (puissance que cette lampe consomme lorsqu'elle fonctionne normalement)

2 – Déterminons l'intensité du courant I qui traverse la lampe.

On sait que : P = UI ⟶ **I = $\frac{P}{U}$** ; AN : **I = 0,27 A**

3 – Calculons l'énergie électrique consommée pendant 15min

a) En Wattheures

On sait que : **E = P. t**

t = 15min = 0,25 h ; AN : E = 59,4 × 0,25 Donc E = 14,85 Wh

b) En joules

t = 15min = 900s ; AN : E = 59,4 × 900 Donc E = 53,46 J

☞ **Séance d'E/A n°5 : Electricité de la maison**

Objectifs :

- Décrire les méthodes de productions de l'électricité domestique.
- Décrypter une facture AES-Sonel.
- Comprendre le fonctionnement d'un adaptateur secteur.

Activité :

Dans une zone non connu du monde, la population se sert uniquement de la lampe tempête pour s'éclairer et des piles pour suivre les informations. Un jour, on les annonce que le courant arrive chez eux. Cependant, ils se demandent :

IBRAHIM ELHADJI DJIBRILLA PCEG EN CHIMIE

- D'où provient la lumière qu'on les amène ?
- Sur quelle base vont-ils payer la consommation du mois ?

OPO :

- Décrire les méthodes de production de l'électricité domestique
- Décrypter une facture eneo
- Comprendre le fonctionnement d'un adaptateur secteur

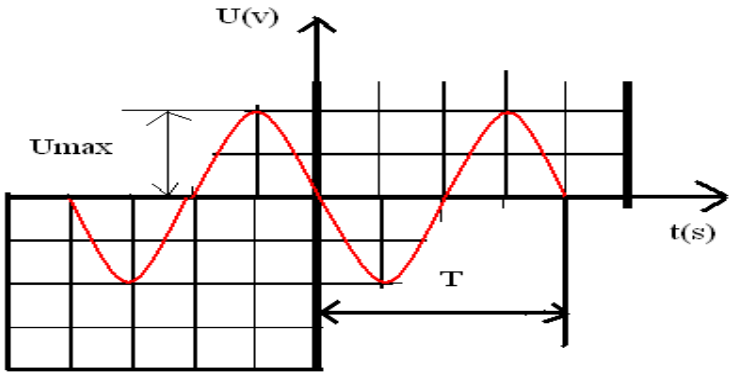
Je retiens :

1. **Les tensions alternatives**.

Aux bornes d'une prise de secteur, la tension qui est délivrée par l'AES-Sonel est une tension alternative. C'est une tension qui présente une succession de motifs identiques (alternances) dont les unes sont positives et les autres négatives. L'appareil qui permet de visualiser les variations en fonction du temps est **l'oscilloscope**. **La courbe affiché sur l'écran de l'oscilloscope est appelée oscillogramme**.

Observation :

La courbe observée sur l'écran de l'oscilloscope présente l'allure d'une sinusoïde, dans ce cas la tension est dite alternative sinusoïdale.



L'intervalle de temps pendant lequel les motifs se reproduisent identiques à eux même est appelé **période** et noté **T** son unité est la seconde **(S).** L'inverse de la période est appelé fréquence noté **F**ou **N**. C'est aussi le nombre de période par unité de temps. **F = 1/T**. La fréquence s'exprime en **hertz (Hz).** La valeur de la tension au sommet d'une crête est appelée valeur maximale de la tension notée U_{max}. La valeur efficace d'une tension alternative U est donnée par la relation **$U = U_{max}/\sqrt{2}$.**

U et U_{max} (V).

La valeur efficace de la tension est mesurée à l'aide d'un voltmètre branché aux bornes du dipôle fonctionnant en courant alternatif.

Sur les compteurs AES-Sonel la valeur efficace de la tension y est indiquée.

Exercice d'application

IBRAHIM ELHADJI DJIBRILLA PCEG EN CHIMIE

A.Sur un compteur d'électricité on peut lire les indications : 220V-50Hz.

1. Que représentent chacune des indications ?
2. Calculer la période T et la valeur maximale de la tension.

B. L'oscilloscope présente deux 2 réglages :

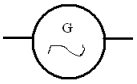
- Un réglage sur la tension appelé sensibilité verticale (le nombre de volt par division exemple 0,5V/div.).
- Un réglage sur le temps appelé balayage horizontal (nombre de milliseconde par division exemple 10ms/div.).

Cet oscilloscope permet de visualiser la tension aux bornes d'un dipôle.

1. Quelle est la nature de cette tension.
2. Déterminer la valeur maximale de cette tension et sa période.
3. En déduire la valeur efficace de cette tension et sa fréquence.

2. Production d'une tension alternative.

Le principe de production est basé sur la rotation d'une bobine placée dans l'entrefer d'un aimant en U ou règne un cham magnétique. Lorsque la bobine tourne, il apparaît à ses bornes une tension tantôt positive tantôt négative appelé tension alternative. Le dispositif de production de cette tension est appelé alternateur. L'aimant qui est supposé fixe est appelé stator et la bobine qui est en rotation est le rotor. Le symbole d'un générateur de tension alternative est :



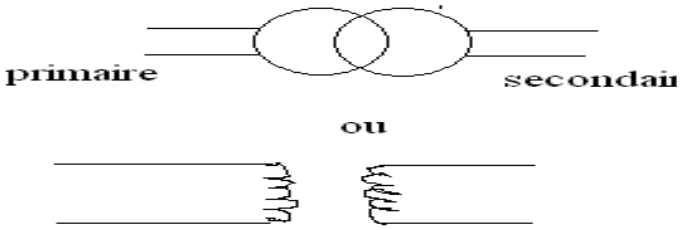
3. Transformation d'une tension altérative en tension continue.

Pour fonctionner la plus part des appareils que nous utilisons ont besoin de courant continu (baladeur CD Moulinex, etc.) c'est pourquoi dans leur circuit on trouve parfois incorporés des transformateurs ou adaptateurs secteurs.

L'adaptateur est un appareil qui a pour rôle de d'abaisser ou d'élever la tension pour qu'elle soit celle nécessaire pour le fonctionnement d'un appareil.

Son symbole est :

NB : un adaptateur secteur ne fonctionne pas en courant continu, il peut être endommagé.



L'adaptateur permet de transformer un courant alternatif en courant continu grâce à un pont de diode qui transforme la tension d'entrée en double alternance (tension non continue mais positive) puis une seconde diode montée à un résistor (redresseur) en parallèle permet ensuite de lisser la double alternance, ce qui permet d'obtenir la tension continue.

IBRAHIM ELHADJI DJIBRILLA PCEG EN CHIMIE

4. Puissance électrique.

a. puissance nominale.

La puissance nominale d'un appareil est l'énergie qu'il consomme par seconde s'il fonctionnait dans les conditions spécifiées par son constructeur. L'unité de la puissance est le watt (W).

b. Relation entre puissance et énergie électrique, entre puissance et tension.

P = W/t avec P(W), W en joule (j), t(s)

- En courant continu, la puissance électrique consommée par un dipôle est égale au produit de la tension U à se bornes par l'intensité du courant I qui traverse le dipôle.

P = UxI avec P(W), U(V), I(A).

- En courant alternatif, le produit $U_{eff}xI_{eff}$ est généralement inférieur à la puissance nominale.

Remarque :

- Il ne faut jamais faire fonctionner un appareil en dehors de ses conditions normales d'utilisation.
- Une installation ne peut fournir qu'une puissance inférieure au produit de la tension de délivrance par l'intensité maximale marquée sur le compteur. Cette puissance est appelé **puissance disponible**.

5. La facture AES-Sonel.

L'AES-Sonel utilise le kilowattheure pour facturer la consommation d'énergie électrique et 1kwh = 1000wh 1wh = 3600j, 1kwh = 3.600.000j.

Une facture comporte 3 principales informations :

- La consommation : elle s'obtient en effectuant l'opération suivante :

Nouvel index – ancien index = nombre de kW consommée = énergie électrique consommée. Le montant à payer s'obtient en multipliant la consommation par le prix du kW qui varie suivant les saisons (70f en saison sèche et 80 f en saison pluvieuse).

- La location du compteur : le montant est fixé à 668fcfa.
- La T.VA : Taxe sur la Valeur Ajoutée : Son taux est fixé depuis janvier 2005 à 19,25% de la consommation au dessus de 110kw ainsi que celle de la location compteur.

Le net à payer est obtenu en faisant la somme de valeurs obtenues ci-dessus.

Exercice d'application :

Sur une facture on note AI = 23959 NI = 24258, saison sèche.

1. Calculer en kWh la consommation totale.
2. Calcule la taxe à payer sur la location compteur (19,25x668/100) et sur la consommation.
3. Déterminer le montant net à payer.

☞ Séance d'E/A n°6 : Existence d'un courant triphasé

OPO : A la fin de cette séance, je dois être capable de :

IBRAHIM ELHADJI DJIBRILLA PCEG EN CHIMIE

- Existence d'un courant en tension simple
- Existence d'un courant en tension composée

Je retiens :

1. Monophasé

Le **monophasé** est un système de distribution d'énergie électrique dans lequel la tension électrique alternative est présente sur une ligne bifilaire. Il s'oppose aux systèmes polyphasés, tels que le triphasé, dans lequel plusieurs lignes sont utilisées et déphasées entre elles. Le monophasé est principalement utilisé pour l'éclairage et le chauffage, lorsque l'emploi de moteurs de forte puissance n'est pas nécessaire.

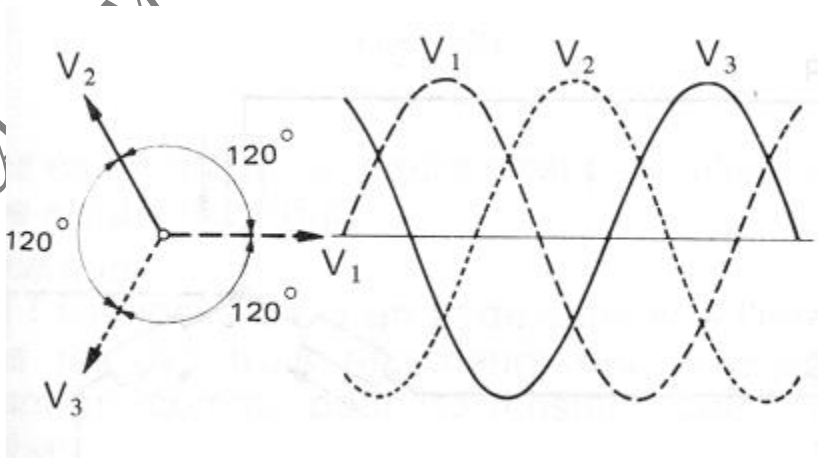
2. Conversion

Un courant monophasé peut être produit à partir d'un courant triphasé en connectant une des trois phases et le neutre (typiquement 120V pour le réseau américain ou 230V pour le réseau européen) ou en connectant deux des trois phases (208V pour le réseau américain ou 400V pour le réseau européen).
Dans les systèmes de haute tension (quelques kilovolts), un transformateur monophasé peut être utilisé pour générer une basse tension à partir du triphasé.
Note importante : un transformateur ne peut pas produire un système polyphasé à partir de monophasé.

3. Triphasé

L'alimentation électrique triphasée utilise quatre câbles, un pour chacune des trois phases, et un câble pour le neutre. Chacun des câbles est parcouru par un courant alternatif sinusoïdal déphasé par rapport aux deux autres câbles. Le neutre est généralement relié à la terre au départ, il n'est donc pas un câble de transport, à l'arrivée il est simplement recréé par un couplage en étoile des enroulements triphasés secondaires du transformateur de distribution basse tension (120/208 volts). Ce neutre est de nouveau relié à une prise de terre aux endroits où cela est nécessaire.
Le **triphasé** est un système de trois tensions sinusoïdales de même fréquence et généralement de même amplitude qui sont déphasées entre elles (de 120 ° ou $2\pi/3$ radians dans le cas idéal). Si la fréquence est de 60 Hz par exemple, alors les trois phases sont retardées de 1/(60x3) seconde (soit 5,55 millisecondes). Lorsque les trois conducteurs sont parcourus par des courants de même valeur efficace, le système est dit *équilibré*.
Le triphasé permet d'éviter les problèmes de puissance inhérent au système monophasé (en régime sinusoïdal). On peut démontrer que le triphasé délivre une puissance instantanée sans composante pulsée contrairement au système monophasé où la puissance instantanée est une sinusoïde. De plus, il offre un meilleur rendement dans les alternateurs et moins de perte lors du transport de l'électricité.

4. Représentation graphique du triphasé



IBRAHIM ELHADJI DJIBRILLA PCEG EN CHIMIE

Séquence d'E/A n°5 : La dynamique

☞ Séance d'E/A n°1 : Relation fondamentale de la dynamique de translations

OPO : A la fin de cette séance je dois être capable de :

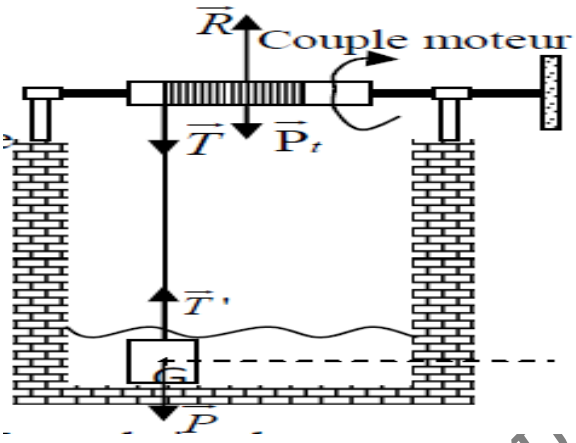
- Définir dynamique et de donner la RFD pour un solide en translation.

1. Généralités

La dynamique est la partie de la physique qui met en évidence les causes des mouvements.

a. Point et système matériels

-Un point matériel est un point de l'espace auquel on affecte une masse. Ex : une petite bille
-Un système matériel est un ensemble de points matériels. Ex : système tambour-fil-seau



b. Forces intérieures et forces extérieures

-Les forces intérieures sont les forces exercées par une partie du système à une autre.
Leur somme est nulle. Ex les tensions d'un fil sont intérieures au système $T + {}'T = 0$
-les forces extérieures sont celles exercées à un système par un autre système.
Ex : couple moteur, force motrice, poids d'un corps et réaction sont extérieures au système
-Un système isolé est un système qui n'est soumis à aucune force. Ex : Un objet dans le **vide** et loin de tout astre.
-Un système Pseudo-isolé est un système pour lequel toutes la somme de ses forces extérieures est nulle.
Ex : un solide au repos sur une table.

2-Relation fondamentale de la dynamique (RFD) d'un solide en translation

a. Enoncé

« La somme vectorielle de toutes les forces extérieures F_{ext} appliquées à un système de masse m est égale au produit de la masse de ce système par son vecteur accélération a »: $\sum F_{ext} = ma$
- Si la somme des forces extérieures est nulle, l'accélération a est aussi nulle : le système est alors soit au repos soit animé d'un mouvement rectiligne uniforme.
- Si elle est un vecteur constant, le système est en mouvement rectiligne uniformément varié.

IBRAHIM ELHADJI DJIBRILLA PCEG EN CHIMIE

☞ **Séance d'E/A n°2 : Relation fondamentale de la dynamique de rotations**

OPO : A la fin de cette séance, je dois être capable de :

- Connaitre la notion de moment d'inertie et de donner la RFD pour un solide en rotation.

1. Notion de moment d'inertie

Le moment d'inertie d'un corps est une grandeur proportionnelle à la masse de ce corps et au carré de ses dimensions. Il est noté J_Δ et s'exprime en ($kg.m^2$)

- Pour une sphère pleine de masse m et de rayon R, $J_\Delta = \frac{2}{5}mR^2$
- Pour un cerceau ou un cylindre creux de masse m et de rayon R, $J_\Delta = mR^2$
- Pour un disque ou un cylindre plein de masse m et de rayon R, $J_\Delta = \frac{1}{2}mR^2$

2. Enoncé de la RFD d'un solide en rotation

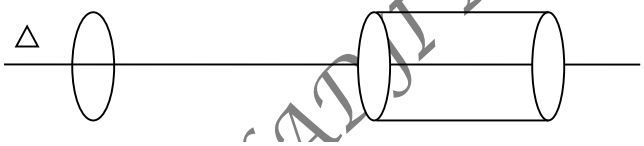
« La somme algébrique des moments de toutes les forces extérieures appliquée à un solide en rotation est égale au produit de son moment d'inertie par son accélération angulaire »

Ceci se traduit par : $\sum M(F_{ext}) = J_\Delta.\ddot{\theta}$. M en N.m

Un solide est en mouvement circulaire uniforme, est soumis à une force centrifuge (vers le centre de la trajectoire) donnée par : $F = ma = m\frac{V^2}{R} = m\frac{(R\omega)^2}{R} = mR\omega^2 \Rightarrow F = mR\omega^2$ avec R : rayon de courbure de la trajectoire.

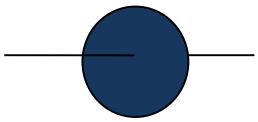
3. Moment d'inertie de quelques solides :

- Circonférence pesante (poulie, anneau, cerceau…) de masse m et de rayon R



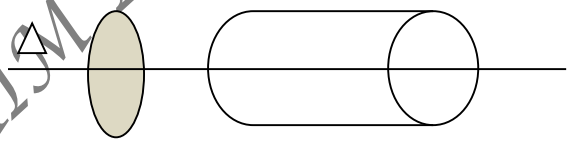
$J_\Delta = mR^2$

- Sphère de masse m et de rayon r.



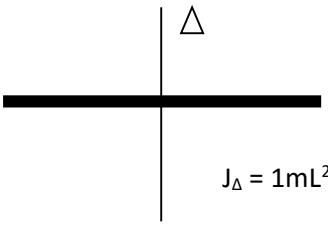
$J_\Delta = 2mR^2/2$

- Disque et cylindre homogène de masse m et de rayon R.



$J_\Delta = 1mR^2/2$

- Tige mince de masse m et de longueur L



$J_\Delta = 1mL^2/12$

IBRAHIM ELHADJI DJIBRILLA PCEG EN CHIMIE

4. Exercices d'application

Exercice 1 :

Un corps de masse 100g se déplace horizontalement sur un tableau à cousin d'air grâce à une force F=2N.

1. Représenter les forces qui lui sont appliquées.
2. Calculer son poids si g=10N/kg
3. Enoncer la RFD pour un solide en mouvement de translation rectiligne.
4. Appliquer cette RFD pour déterminer son accélération ***a***.

Exercice 2

En un lieu où g=10N/kg, un corps tombe en chute libre d'une hauteur de 10 m sans vitesse initiale.

1) Calculer sa vitesse finale
2) La durée de sa chute.

Exercice 3

Un corps de masse 50kg glisse sans frottement le long d'un plan incliné faisant un angle de 45° avec l'horizontal.

1) Faire l'inventaire des forces s'appliquant sur le système.
2) Déterminer l'accélération du solide sachant que g=10N/kg
3) Calculer la réaction du plan incliné.

Séquence d'E/A n°6 : Energie mécanique

☞ **Séance d'E/A n°1 : Energie potentielle**

OPO :

- Définir et exprimer les différentes formes d'énergie potentielle.

1. Définition

On appelle énergie potentielle d'un système, l'énergie que ce système peut libérer en modifiant les positions relatives de ses éléments.

Exemple : Un marteau levé possède une énergie potentielle, un arc tendu possède une énergie potentielle.

L'énergie potentielle s'exprime en **joule (J)**.

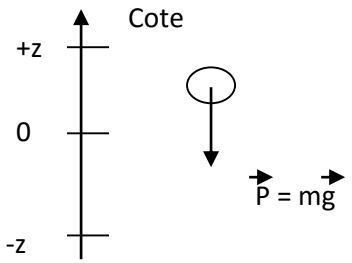
Il existe deux types d'énergies potentielles, **l'énergie potentielle de pesanteur et l'énergie potentielle élastique.**

2. Énergie potentielle de pesanteur.

On appelle énergie potentielle de pesanteur celle que possède un corps dû à sa position par rapport à une référence.

Exemple : Une mangue accrochée à un manguier possède de l'énergie potentielle de pesanteur par rapport à la terre. Si cette mangue tombe, son poids effectue un travail par rapport à la hauteur de chute.

IBRAHIM ELHADJI DJIBRILLA PCEG EN CHIMIE



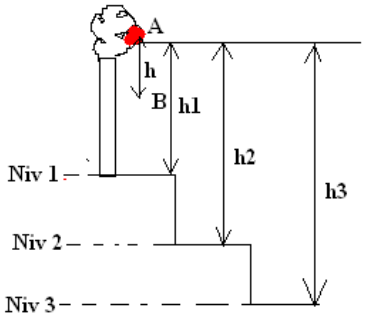
L'expression de l'énergie potentielle est donc :

$E_p(z) = mgz + E(0)$. Ep(z) énergie potentielle à l'altitude z (J).

m, la masse du solide en (kg), g l'intensité de la pesanteur (N/kg), z cote du centre d'inertie du solide (m), Ep(0), énergie potentielle à l'altitude z =0 (j).

En général, on donne à la cote z = 0, l'état de référence, on a donc Ep(0) = 0, l'énergie potentielle de pesanteur dans ce cas à donc pour expression $\mathbf{E_p(z) = mgz}$.

- Étude de la chute d'une mangue par rapport à différents niveaux d'énergies.



Lorsqu'une mangue chute d'une hauteur h, l'énergie potentielle de pesanteur E_p du système mangue-terre diminue d'une quantité égale au travail du poids.$W_{AB}(\vec{P}) = mgh$, on peut donc écrire :

$E_{pinitiale} - E_{pfinale} = mgh$, $\mathbf{E_{pA} - E_{pB} = mgh}$ (1).

La relation (1) traduit la variation de l'énergie potentielle entre les positions A et B. Pour donner l'expression de l'énergie potentielle à un instant et à une position donnée, il faut choisir arbitrairement un état de référence tel que $E_p(réf) = 0$, l'énergie potentielle de pesanteur dépend donc de l'état de référence.

Exemple : Déterminons E_{pA} et E_{pB} puis $E_{pA} - E_{pB}$ lors que l'état de référence est : le niveau 1, le niveau 2, le niveau 3. Concluons.

- État de référence, niveau 1 :

$E_{pA} = mgh_1$, $E_{pB} = mg(h_1-h)$, $E_{pA} - E_{pB} = mgh_1 - [mg(m_1-h)] = mgh$.

- État de référence, niveau 2 :

$E_{pA} = mgh_2$, $E_{pB} = mg(h_2-h)$, $E_{pA} - E_{pB} = mgh_2 - [mg(h_2-h)] = mgh$.

- État de référence, niveau 3 :

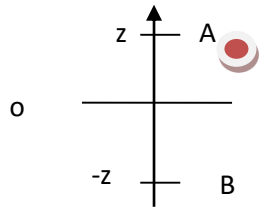
$E_{pA} = mgh_3$, $E_{pB} = mg(h_3-h)$, $E_{pA} - E_{pB} = mgh_3 - [mg(h_3-h)] = mgh$.

<u>Conclusion</u> : La variation de l'énergie potentielle ne dépend pas de l'état de référence.

IBRAHIM ELHADJI DJIBRILLA PCEG EN CHIMIE

Remarque :

- L'énergie potentielle de pesanteur d'un système objet-terre diminue lorsque l'objet se rapproche de la terre, elle augmente lorsqu'il s'en éloigne.
- L'énergie potentielle de pesanteur d'un système est positive à un instant s'il est au-dessus de du niveau de référence et négative dans le cas contraire.



O étant pris comme niveau de référence, de $Ep_A = mgz$,

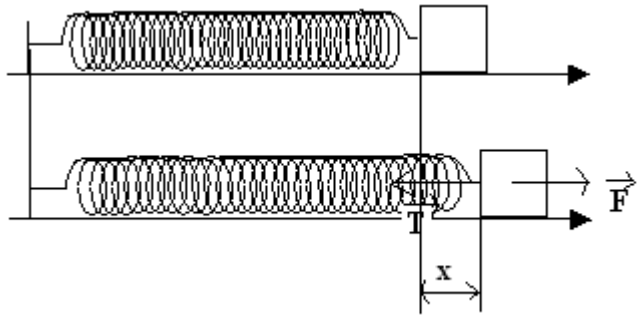
$Ep_B = -mgz$.

3. Énergie potentielle élastique.

L'énergie potentielle élastique d'un système est celle liée à son élasticité.

a. Cas d'un ressort.

Considérons un système constitué d'un ressort de raideur k enfilé sur une tige horizontale fixé sur un mur.



Si nous exerçons à l'extrémité libre du ressort une fore $\vec{F}$, le ressort s'allonge d'une valeur x. Le ressort emmagasine alors une énergie dite énergie potentielle élastique donnée par :

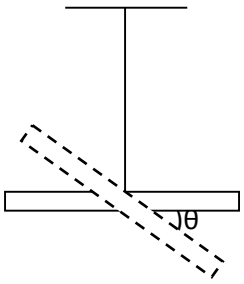
$$\boxed{E_{pe} = 1kx^2/2. \; E_{pe}(J),\ x(m),\ k(N/m).}$$

Rappel : La tension d'un ressort est proportionnelle à l'allongement, **T = kx**.

Remarque : L'expression de l'énergie potentielle élastique reste valable si le ressort est comprimé.

IBRAHIM ELHADJI DJIBRILLA PCEG EN CHIMIE

4. Energie potentielle élastique d'un fil de torsion.



Lorsque l'objet tourne d'un angle θ, le fil de constante de torsion C se tord en emmagasinant une énergie dite énergie potentielle de torsion donnée par $\mathbf{E_p = 1C\theta^2/2}$. Ep(J), C (N.m/rad), θ(rad).

Rappel :

Le moment du couple de torsion est **Л = C.θ**

Remarque :

L'énergie potentielle d'un système est égale à la somme de ses différentes formes d'énergies potentielles.

☞ Séance d'E/A n°2 : Energie cinétique

OPO :

- Définir l'énergie cinétique et exprimer l'énergie cinétique d'un solide en mouvement de translation combinée à la rotation.
- Énoncer le théorème de l'énergie cinétique, puis l'utiliser pour résoudre les problèmes simples.

1. Énergie cinétique d'un solide en translation.

a. Définition.

On appelle énergie cinétique, l'énergie qu'un corps possède à cause de sa vitesse.

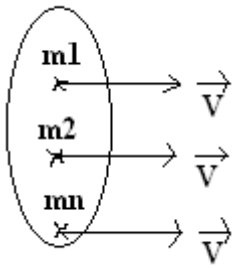
b. Cas d'un point matériel.

Un point matériel est un corps de dimension négligeable.

L'énergie cinétique d'un point matériel de mase **m** animé d'une vitesse **V** est :

$\mathbf{E_c = 1mV^2/2}$. E_c (J), V (m/s), m (kg).

c. Cas d'un solide ou système de point matériels en translation.



Tous les points de ce solide sont animés de la même vitesse **V**. L'énergie totale du solide est égale à la somme des énergies cinétiques de tous les points matériels constituant le solide.

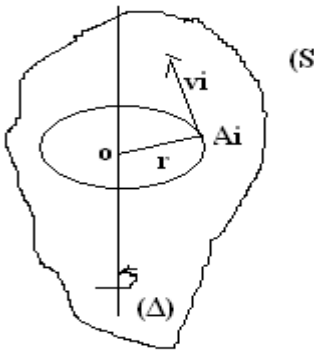
$E_c = \sum^{n}_{i=1} 1m_iV^2/2 = 1V^2/2\sum m_i$, posons $\sum m_i = M$ (masse totale du solide) alors,

$$\mathbf{E_c = 1MV^2/2}$$

IBRAHIM ELHADJI DJIBRILLA PCEG EN CHIMIE

2. Énergie cinétique d'un solide en rotation.

Considérons un solide (S) en rotation autour d'un axe fixe (Δ), l'énergie cinétique d'un point A_i de masse m_i et de vitesse V_i de ce solide est **$E_c = 1m_iV^2_i/2$.**



L'énergie cinétique du solide E_c est la somme des énergies cinétiques de chacun des points matériels qui le constituent.

$E_c = \sum^n_{i=1} 1m_iV_i^2/2$, or $Vi = r_i ó_i$ ou ó est la vitesse angulaire d'un point A_i donné.
On a donc : $E_c = \sum^n_{i=1} 1m_ir_i^2ó^2_i/2$, tous les points du solide ayant la même vitesse angulaire de rotation ó, on a : $E_c = 1ó^2/2\sum^n_{i=1} m_ir_i^2$, posons $m_ir_i^2 = J_\Delta$.

J_Δ est appelé moment d'inertie du solide par rapport l'axe (Δ) alors,

$E_c = 1J_\Delta ó^2/2$. Ec(J), J_Δ (kg.m²), ó(rad/s)

J_Δ est une constante caractéristique du solide qui traduit la difficulté de la mettre en mouvement.

3. Généralisation : Solide animé d'un mouvement de rotation et de translation combiné.

Lorsqu'un solide est animé des deux types de mouvements combinés alors, son énergie cinétique est égale à la somme des deux termes :

- Une énergie de translation du centre de gravité ou toute la masse serait concentrée.
- Une énergie cinétique de rotation autour de l'axe de rotation (Δ), passant par son centre de gravité.

L'énergie cinétique totale est donc : **$E_c = 1MV^2/2 + 1J_\Delta ó^2/2$**

Exercice d'application : Une boule sphérique de masse m = 1kg roule sans glisser sur une table horizontale son centre d'inertie est animé d'un mouvement de translation de vitesse V=5m/s. Calculer son énergie cinétique.

Solution: **$E_c = 1MV^2/2 + 1J_\Delta ó^2/2$ or V = Ró↔ ó = V/R alors Ec = 22,4J.**

4. Énoncé du théorème de l'énergie cinétique d'un solide

« La variation de l'énergie cinétique d'un solide dans un intervalle de temps donné est égale à la somme algébrique des travaux de toutes les forces extérieures appliquées au solide pendant cet intervalle de temps. »

$\Delta E_c = E_{cB} - E_{cA} = \sum W_{AB}(\vec{F})$

Remarque :

- Si $\Delta E_C > 0$, alors $W_{AB}(\vec{F}) > 0$, le mouvement du solide est accéléré.
- Si $\Delta E_C < 0$, alors $W_{AB}(\vec{F}) < 0$, le mouvement du solide est retardé.

IBRAHIM ELHADJI DJIBRILLA

Exercice d'application :

A- Une platine de tourne disque de moment d'inertie $J_\Delta = 22x10^{-3}$ kg.m^2 est lancé à la vitesse de 33trs par minute. On coupe l'alimentation du moteur, la platine effectue 10tours avant de s'immobiliser. Calculer le moment de la force de frottement supposée constante qui s'exerce au niveau de l'axe de rotation (Δ).

Solution :

$E_{Cf} - E_{ci} = W(F) \leftrightarrow 0 - 1J_\Delta ó^2/2 = Л.\theta \leftrightarrow Л = -1J_\Delta ó^2/2\theta$, or $ó = 2\pi N$ et $\theta = 2\pi n \leftrightarrow Л = -1J_\Delta(2\pi N)^2/4\pi n$

$Л = -2,08x10^{-3}$n.m

☞ **Séance d'E/A n°3 : Energie mécanique**

OPO :

- Définir et exprimer l'énergie mécanique d'un système.
- Énoncer et appliquer le principe de conservation de l'énergie mécanique.

1. Définition

L'énergie mécanique d'un système est égale à chaque instant à la somme de son énergie cinétique et de son énergie potentielle. $\mathbf{E_m = E_c + E_p}$.

2. Exercice d'application :

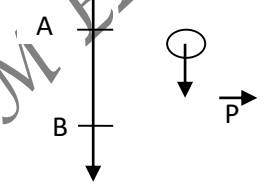
Un parachutiste de masse 70kg est lâché à 80m au-dessus du sol à la vitesse de 80km/h. Déterminer :

- L'énergie potentielle de pesanteur terre-parachutiste.
- Son énergie cinétique du parachutiste.
- L'énergie mécanique du système.

3. Conservation de l'énergie mécanique d'un système.

a. Expérience.

Soit un corps de masse m, tombant en chute libre d'un point A à un point B.



D'après le théorème d'énergie, $E_{cB} - E_{cA} = W_{AB}(\vec{P}) = mgAB$ (1). Lorsque le corps passe de A à B, l'énergie potentielle de pesanteur du système corps-terre diminue de $E_{pA} - E_{pB} = mgAB$ (2). (1) = (2) alors : $E_{cB} - E_{cA} = E_{pA} - E_{pB}$ soit $E_{cB}+E_{pB} = E_{pA} + E_{cA}$, $E_{mB} = Em_A$, alors, $\mathbf{\Delta E_m = cte}$.

L'expérience montre que l'énergie mécanique garde la même valeur au cours de la chute : On dit que l'énergie mécanique se conserve.

IBRAHIM ELHADJI DJIBRILLA PCEG EN CHIMIE

b. Énoncé :

L'énergie mécanique d'un système isolé ou pseudo-isolé est constante, un tel système est dit conservatif.

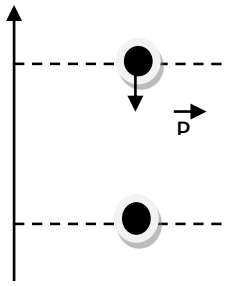
Remarque : Si l'énergie mécanique d'un système varie au cours du temps, alors le système est dit non conservatif.

Exemple : Lorsqu'un système échange de l'énergie avec le milieu extérieur par l'intermédiaire du travail des forces de frottements, ce système est dit non conservatif.

c. Transformation mutuelles d'énergie cinétique et d'énergie potentielle.

Pendant la chute d'une bille, l'énergie potentielle de pesanteur diminue, alors que l'énergie cinétique augmente. Lorsque la bille rebondit du bas vers le haut, l'énergie potentielle de pesanteur augmente alors que celle cinétique diminue.

Illustration :



$E_m(1) = E_{c1} + E_{p1}$

$E_m(2) = E_{c2} + E_{p2}$

Le système bille-air étant conservatif,

$E_m(2) = E_m(1) = cte \leftrightarrow E_{c2} + E_{p2} = E_{c1} + E_{p1}$

$E_{c2} - E_{c1} = E_{p1} - E_{p2} = -(E_{p2} - E_{p1})$

$\mathbf{\Delta E_c = -\Delta E_p}$

Remarque : Pendant la chute de la bille, si l'action de l'air n'est pas négligée, alors une partie de l'énergie mécanique est cédée au milieu extérieur sous forme de travail des forces de frottement Wf, alors $\Delta E_m = Wf$, le système n'est plus conservatif.

Exercice d'application.

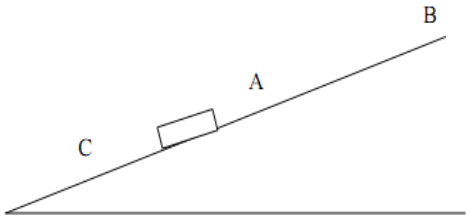
Un solide de centre d'inertie G peut glisser sans frottement sur un banc à cousin d'air incliné d'un angle α par rapport à l'horizontale. En A le mobile a une vitesse dirigée vers le haut, il s'élève jusqu'en B, puis fait demi-tour.

1/ Quelle est l'énergie mécanique du solide en B ? On prendra l'énergie potentielle de pesanteur nulle en C.

2/ Avec quelle vitesse a-t-il été lancé en A ?

3/ Quelle est son énergie cinétique et sa vitesse en C ?

Données : m=75g ; A,B et C sont sur une ligne de plus grande pente et A au milieu du segment BC ; AB=AC=60cm, α =15°. On néglige les frottements.



IBRAHIM DJIBRILLA PCEG EN CHIMIE

Module 3 : Chimie et protection de l'environnement

Séquence d'E/A n°1 : Les pétroles

- **Séance d'E/A n°1 : Origine et composition chimique des pétroles**
  OPO :
- Connaître les origines et la composition des pétroles

1. Définition

Le pétrole est une énergie fossile issue de la décomposition de matières organiques végétales et animales qui se sont accumulées au fond des océans il y a des millions d'années.

2. Origine des pétroles.

Les pétroles proviennent de la décomposition et de la transformation lente et en l'absence de l'air des matières organiques animales et végétales. A des profondeurs de1000 à 4000m et sous l'effet du mouvement de l'écorce terrestre, les boues organiques formées de liquides de glucides et de composés d'origines végétales sont enfouies progressivement en milieu marin. Ceci favorise l'élimination de plusieurs gaz (CO_2, CH_4, H_2O) et il s'en suit une libération de quantités importantes de liquides : C'est le pétrole brut.

Le pétrole brut est un liquide dont la densité varie entre 0,83 et 1. Sa teinte varie du jaune au noir. C'est une substance dont la nature est fonction du type de matière organique originel

Les facteurs qui interviennent dans la formation des pétroles sont donc :

- La composition de la matière organique initiale.
- La chaleur interne des sous-sol ou géothermie.
- La durée d'action de la géothermie.

Remarque :

1) Les pétroles se présentent sous plusieurs forment liquides.
2) Les principaux producteurs du pétrole sont dans l'ordre : Arabie Saoudite, Ex URSS, USA, IRAN, CHINE, NORVEGE, VENEZUELA, Mexique.

3. Extraction des pétroles

L'extraction des pétroles est le processus par lequel le pétrole est extrait du sous-sol.
Pour trouver le pétrole, on cherche des bassins sédimentaires dans lesquels du gaz et du pétrole ont pu se former. Gaz et pétrole ont ensuite dû avoir la possibilité de migrer à travers des roches poreuses capables de contenir de grandes quantités.

4. Composition des pétroles

Les pétroles bruts sont des mélanges très complexe d'hydrocarbures.

Un hydrocarbure est un composé constitué uniquement de carbone et d'hydrogène.

La composition des pétroles dépend de la matière organique de départ. Ils sont constitués en majorité des hydrocarbures tels que :

- **Les alcanes** : sont des produits majoritaires et représente entre 50 et 98%
- **Les cyclanes** : ont une chaîne carbonée cyclique et représente entre 18 et 54%
- **Les hydrocarbures aromatiques** : représente entre 7 et 25%

IBRAHIM ELHADJI DJIBRILLA PCEG EN CHIMIE

- **Les traces des composés soufrés, oxygénés, azotés et les composés minéraux.**

☞ **Séance d'E/A n°2 : Raffinage et étapes de raffinage**

OPO : Décrire les opérations de traitement de pétrole brut

1. Définition

Raffinage : est un ensemble d'opérations de traitement des pétroles bruts.

Le raffinage comprend deux types de traitements : le traitement physique et le traitement chimique.

- Le **traitement physique concerne** : la purification ; la distillation fractionnée et la distillation sous vide
- Le **traitement chimique** regroupe : le craquage et le reformage.

2. Le traitement physique

a. La purification

Elle a pour but de débarrasser les pétroles de leurs impuretés

b. Distillation

C'est un procédé de séparation des différents constituants du pétrole.

On distingue : la distillation fractionnée et la distillation sous vide.

- **La distillation fractionnée** : procédé de séparation des différents constituants du pétrole en fonction de leur température d'ébullition
- **La distillation sous vide** : elle conduit à l'obtention des fiouls lourds et des bitumes

3. Le traitement chimique

a. Le craquage :

C'est une opération qui consiste à transformer les hydrocarbures lourds en hydrocarbures légers**.**

On distingue plusieurs types de craquages :

- **Le craquage thermique** : le procédé de craquage thermique fut développé dans le but d'accroître le rendement de la distillation. Avec ce procédé, les portions les plus lourdes du pétrole brut sont chauffées sous pression et à des températures plus élevées (jusqu'à 800°C).
- **Le craquage catalytique** : il s'effectue à 500°C, il est donc moins coûteux en énergie, et à l'aide d'un catalyseur (substance qui déclenche la réaction par sa présence). Il consiste également à "casser" en petites molécules les produits lourds afin d'obtenir des produits légers tels que : des gaz (le butène pas exemple) ; de l'essence et du gazole.
- **Le vapocraquage** :il est similaire au craquage catalytique : par chauffage il permet d'obtenir des molécules plus petites. Il est réalisé en présence de vapeurs d'eau qui diluent les hydrocarbures pour éviter les réactions parasites aboutissant, par exemple, à la formation de goudrons ou de cokes ; comme pour le craquage thermique.

b. Le reformage :

C'est une opération qui consiste à modifier la structure d'un hydrocarbure sans changer son nombre d'atomes de carbone**.**

On distingue plusieurs types de reformages :

- Le reformage catalytique : Il faut modifier la structure de certaines de leurs molécules pour obtenir des essences au pouvoir anti détonnant plus élevé.
- L'isomérisation : il transforme les hydrocarbures paraffiniques à chaîne droite en hydrocarbures paraffiniques ramifiés dont l'indice d'octane est meilleur. L'opération s'effectue avec des produits sous forme liquide ou gazeuse, entre 20 et 70 bars, à une température de 120 à 200°C, en présence d'hydrogène pour éviter les réactions parasites de craquage, et avec comme catalyseur un métal noble activé par de l'acide chlorhydrique
- La cyclisation : elle fournit, par déshydrogénation, des cyclanes à partir des alcanes linéaires ayant le même nombre d'atomes de carbones.

IBRAHIM ELHADJI DJIBRILLA PCEG EN CHIMIE

- La déshydrocyclisation : Elle consiste à transformer des alcanes linéaires en composés aromatiques par déshydrogénation et formation de cycles. Ces réactions s'effectuent à une température de l'ordre de 500°C, sous une pression comprise entre 15 et 30 bars, et en présence d'un catalyseur.

Séance d'E/A n°3 : Principales coupes pétrolières :

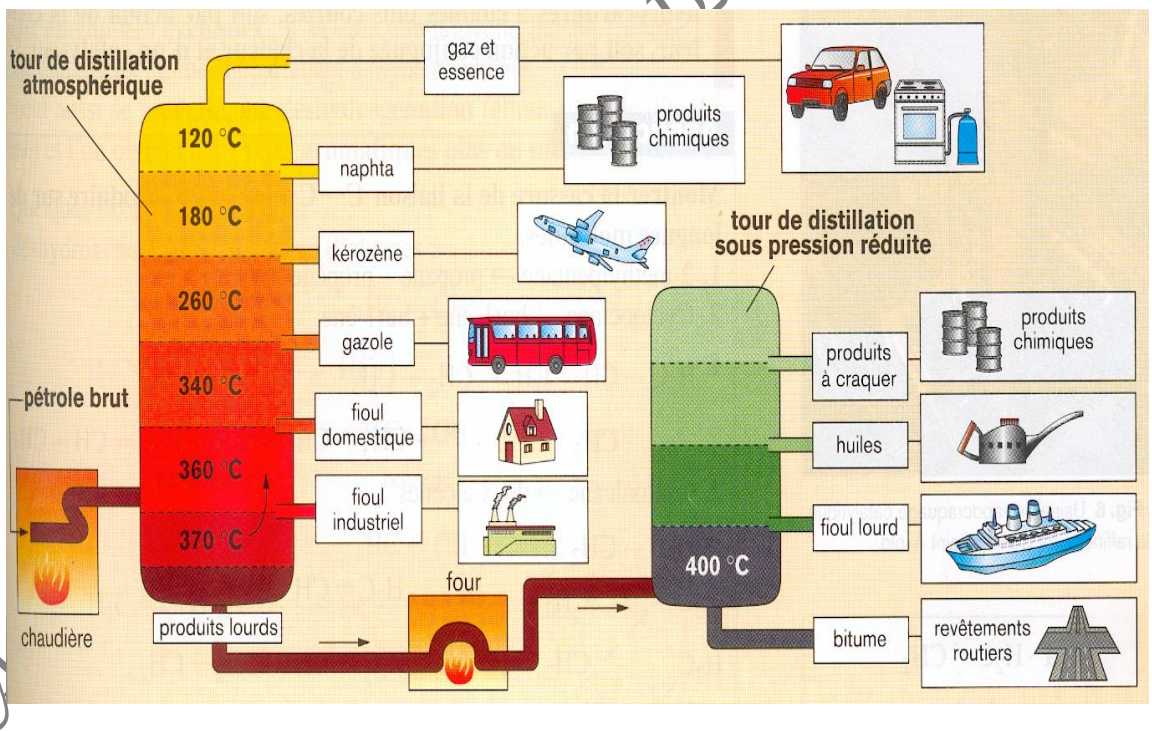
1. Définition

Une coupe pétrolière est un ensemble d'hydrocarbures ayant des températures d'ébullition voisines.

2. Exemples de coupes pétrolières utilisées au Cameroun :

Coupe pétrolière	Usages courants
Naphta	Plastiques ; industrie chimique
Essence Gasoil (gazole)	Voitures ; motos … Moteurs diesel ; engins lourds …
Kérosène Pétrole lampant	Avions … Lampes ; réchauds à pétrole …
Fioul Bitume (goudron)	Centrale thermique Routes bitumées …

3. Représentation d'une coupe pétrolière



Séance d'E/A n°4 : Principales utilisations des produits pétroliers

OPO : Connaître les principales utilisations des produits pétroliers.

IBRAHIM ELHADJI DJIBRILLA PCEG EN CHIMIE

1. Utilisations des produits pétroliers

Les produits pétroliers sont utilisés au quotidien comme sources d'énergie et comme matières premières de synthèse dans l'industrie chimique.

a. Utilisations comme sources d'énergie

Les produits pétroliers servent comme combustibles et comme carburants

- ✓ **Combustibles** : fiouls dans les centrales thermiques ; pétrole dans les lampes et réchauds à pétrole ; le butane (gaz domestique) dans les réchauds à gaz …
- ✓ **Carburants** : le gasoil pour les moteurs diesel ; le mazout pour les bateaux ; le kérosène pour les avions à réaction ; l'essence super pour les voitures légères et les motos …

b. Utilisations comme matières premières

Les composés provenant des pétroles sont utilisés dans l'industrie chimique pour :

- ✓ La fabrication des matières plastiques ; lubrifiants …
- ✓ La fabrication des produits de la **pétrochimie** : savons ; détergents ; fibres textiles (tergal ; nylon …)
- ✓ La fabrication des produits cosmétiques : laits de beauté...

☞ La fabrication des produits phytosanitaires **Agrochimie** : insecticides ; fongicides … Le pétrole intervient comme principe actif dans certains médicaments (aspirine ; paracétamol ; certains antibiotiques …)

2. Inconvénients des produits pétroliers

Les produits pétroliers mal gérés peuvent avoir des conséquences graves sur l'environnement et sur la santé des personnes :

- C'est une source d'énergie non renouvelable
- C'est une énergie polluante
- La combustion des produits pétroliers libère le **CO_2** (GES) et d'autres gaz toxiques (CO ; NO …)
- Déversés dans les mers, les produits pétroliers sont à l'origine des marées noires.
- Ils sont la cause de nombreuses catastrophes (celle de sam Efoulan) et des incendies.

Séance d d'E/A n°5 : Lutte contre la pollution liée à l'utilisation des produits pétroliers

Séquence d'E/A n°2 : Les matières plastiques

Objectifs :

- Définir et identifier une matière plastique
- Distinguer une matière biodégradable d'une matière non biodégradable
- Connaître les utilisations des matières plastiques et leurs différents modes de gestion

☞ **Séance d'E/A n°1 : Définitions**

1. Activité

Observation d'un gobelet ; d'un sceau de 10L et d'un emballage en plastique.

2. Définition

Matière plastique : matériau organique ou synthétique constitué de macromolécules (grosses molécules) et d'adjuvants (substances associées aux polymères et destiner à améliorer ses caractéristiques : stabilisant ; plastifiant ; lubrifiant …)

IBRAHIM ELHADJI DJIBRILLA PCEG EN CHIMIE

NB : Un composé organique est un composé de carbone dont la combustion produit du CO_2 et de l'eau.

On distingue : les matériaux biodégradables et les matériaux non biodégradables

- **Matériau biodégradable** : objet qui se dégrade rapidement dans la nature sous l'action des micro-organismes (planctons ; bactéries). Exemples : feuilles mortes de manguier ; palmier abattu …
- **Matériau non biodégradable** : objet qui ne se dégrade pas du tout dans la nature. Exemples : bouteilles ; emballages en plastique …

TIPS : *Insister et multiplier les exemples sur ces deux types de matériaux.*

☞ **Séance d'E/A n°2 : Identification et utilisation**

1. Utilisations et gestion des matières plastiques

a. Utilisations

Les matières plastiques sont utilisées dans de nombreux domaines

- **Industriel** : dans la fabrication des véhicules ; des avions
- **Bâtiments et Travaux Publics (BTP) :** dans la construction des bâtiments ; des routes ; des ponts et chaussées …
- **Industries de pointe** : dans la fabrication des téléphones portables, des ordinateurs, des téléviseurs, des horloges …
- **Industries textiles :** fabrication des tissus (tergal ; nylon …) et dans les **sacheries** (fabrication des sachets plastiques)

b. Inconvénients

- Forte accumulation dans la nature
- Pollution visible
- Pollution des sols et des eaux (accumulation des bouteilles plastiques dans les cours d'eau).

c. Lutte contre la pollution due aux matières plastiques

- Limiter l'utilisation des matières plastiques
- Valoriser les matières plastiques à l'**incinération** (bruler les plastiques pour produire l'énergie thermique) et le **recyclage** (reconvertir les déchets plastiques en d'autres nouvelles matières plastiques)

2. Propriétés des matières plastiques

Les matières plastiques se divisent en deux grands groupes en fonction de leur comportement face à la chaleur. On distingue donc :

- **Les matières thermoplastiques** : elles se ramollissent et fondent réversiblement en présence de la chaleur. Exemples : PE ; PCV ; PS ; PP
- **Les matières thermodurcissables :** elles durcissent irréversiblement en présence de chaleur et sont non recyclables. Exemples : prise de courant ; bassines et sceaux d'eau …
- **Les élastomères :** ils sont élastiques. Ils se déforment et tendent à reprendre leur forme initiale et supportent de très grande déformation avant rupture. Exemple : tubes e tuyaux ; dispositifs antivibratoire…

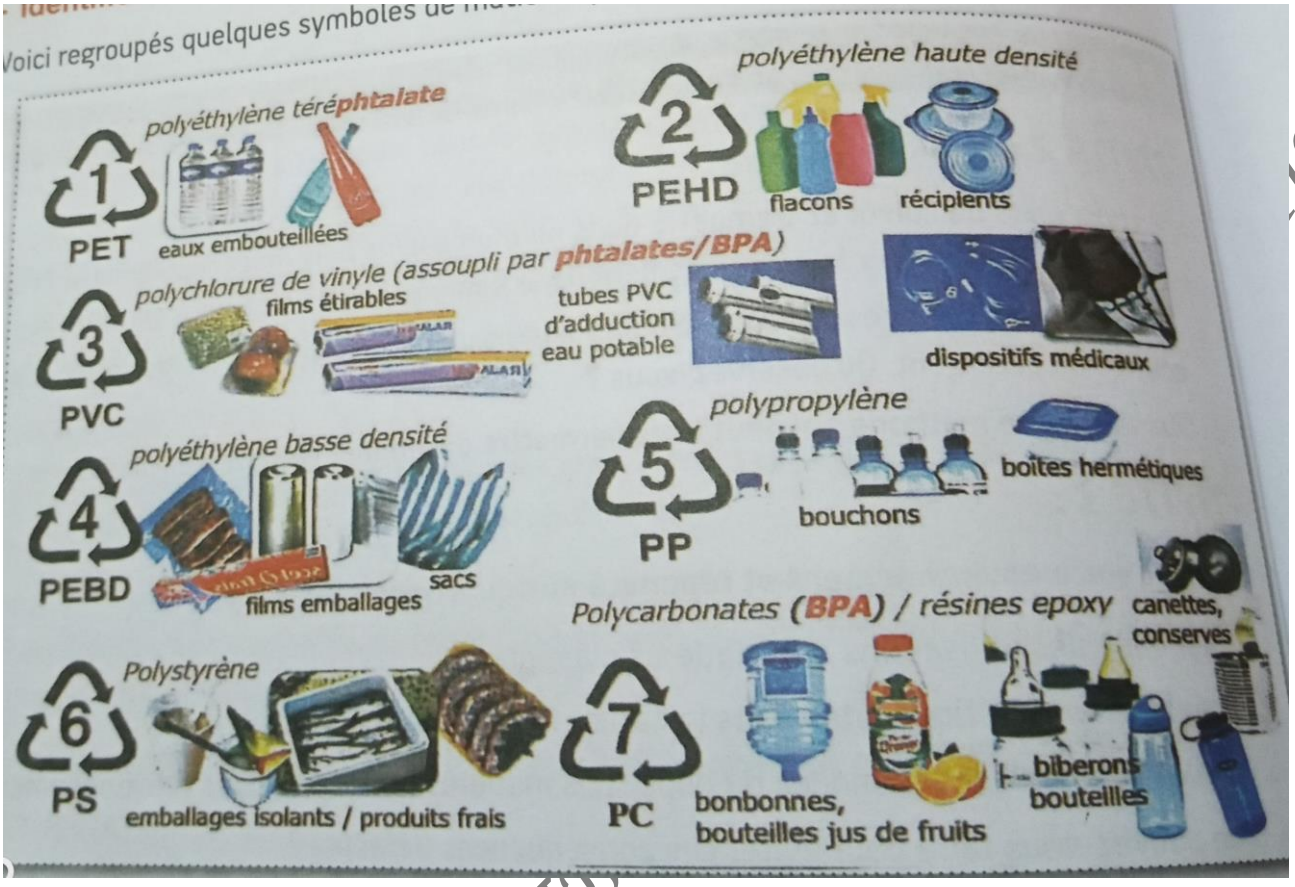
3. Identification des principales matières plastiques

Les matières plastiques peuvent être identifiées par deux méthodes :

- Code d'identification : exploiter les inscriptions portées sur l'objet
- Tests d'identification :

IBRAHIM ELHADJI DJIBRILLA PCEG EN CHIMIE

a. Identification des matières plastiques à partir des symboles



b. Identification des matières plastiques à partir des tests

De nombreux tests permettent d'identifier les matières plastiques :

- Test de Blenstein : encore appelé test à la flamme, il sert à identifier l'ion chlore présent dans les vinyles (chlorures vinyliques ou PCV ET PVDC) mais également dans le caoutchoucs hydro chlorés. Le filament de cuivre est rougi avant de toucher la surface à analyser. Il est ensuite ramené dans la flamme. Si celle-ci vire au vert incandescent, le test est positif ; l'échantillon est du PCV.
- Test de solvant : il sert principalement à identifier les polystyrènes. Ici ; l'objet à identifier est placé dans un erlenmeyer contenant environ 3 mL d'acétone. Par la suite, on agite. Si la solution obtenue donne un précipité dans l'eau, on conclut qu'il s'agit du polystyrène.
- Test de densité : il est utilisé pour identifier la présence du polyéthylène. L'objet est à identifier est plongé dans un bécher contenant de l'eau et quelques gouttes de détergeant. Si l'objet surnage, on conclut qu'il contient du polyéthylène.

4. Usages des matières plastiques

Les usages des différentes matières plastiques sont nombreux et diversifiés. Le tableau suivant présente quelques matières plastiques et leurs usages.

IBRAHIM ELHADJI DJIBRILLA

Matières plastiques	Identification	Exemples d'objets
PEHD : PolyEthylène Haute Densité	Test de densité Test de solvant Logos (symboles)	Bidons ; casiers brasseries ; flacons rigides des médicaments …
PEBD : PolyEthylène Basse Densité	Test de densité Test au solvant Symboles	Sacs plastiques ; bâches ; flacons souples ; isolants pour câbles électrique …
PS : PolyStyrène	Logos portés sur les objets Test au solvant	Pots ; étuis ; caisses des téléviseurs ; casiers …
PCV : PolyChlorure de Vinyle	Test de Beilstein (flamme passe du bleue au verte) Logos portés sur les objets	Bouteilles d'eau minérale ; tuyaux de canalisation ; cartes de crédit bancaire …
PET : PolyEthylène Téréphtalate	Test de densité Test de rétractibilité	
PP : PolyPropylène	Test de densité	Coques des valises Pare-chocs des voitures …

TIPS : Représenter les logos de certaines matières plastiques au tableau pour mieux expliquer. Bien expliquer le protocole des différents tests d'identification.

☞ **Séance d'E/A n°3 : Recyclage des matières plastiques.**

1. Définition

Un recyclage est u procédé de traitement des métaux, plastiques et déchets qui permettent de réintroduire, dans un cycle de production d'un produit, des matériaux qui composaient un produit similaire arrivé en fin de vie ou des résidus de fabrication.
Le « recyclage » est la création de nouvelles matières, ou le renouvellement des matières initiales, par le biais du traitement des déchets, (cela comprend le recyclage organique mais pas le recyclage énergétique.

2. Avantages du recyclage

- Le coup de production est moindre pour plusieurs raisons :
- Moins de frais de transport : le sable, la chaux et la soude ne sont pas produits sur le même site et la fabrication traditionnelle nécessite au moins trois transports distincts. Dans le cas du recyclage, tous les composants sont présents.
- Les frais de fusion sont également inférieurs dans le cas du recyclage : le calcin fondant à une température inférieure à celle requise pour les matières premières, la fabrication du verre à partir de ce dernier permet une économie d'énergie de l'ordre de 30%. On estime l'économie de fuel à 100 litres par tonne de calcin traité (40 litres pour la fusion et 60 pour l'extraction et le transport des matières premières).
- Il est générateur d'emploi puisque l'on estime à 10 000 son nombre d'emplois dans la filière.
- La collecte séparative du verre permet aux collectivités locales de réaliser des économies sur le coût de traitement, celui-ci étant partagé avec l'industrie. Ce coût est divisé par cinq par rapport à celui de l'incinération.
- Et surtout l'aspect environnemental : les besoins énergétiques requis pour la fusion étant inférieurs, on estime à 200kg par tonne recyclée la réduction des émissions de C02 dans l'atmosphère.

3. Inconvénients du recyclage

- La concentration en plomb dans les emballages en verre a tendance à augmenter au cours des traitements successifs. Cette propriété à concentrer les métaux lourds est intéressante pour la vitrification des déchets ultimes, mais moins pour les emballages ménagers.
- La collecte du verre fonctionne si bien qu'il ne s'en trouve presque plus dans les déchets destinés à l'incinération. Or la présence de verre dans les mâchefers conférait à ces derniers des propriétés physiques intéressantes.

IBRAHIM ELHADJI DJIBRILLA PCEG EN CHIMIE

- Le recyclage du verre demande, de la part du public producteur, un soin particulier lors du dépôt : en effet, la présence d'impuretés comme les bouchons, débris d'autre nature, mais assimilés à du verre (céramique, porcelaine) compromettent la bonne marche de la chaîne de production. Il y a des donc des tris automatiques pour séparer les indésirables, mais cela occasionne un surcoût supplémentaire.

4. Conséquences de recyclage

Le recyclage à deux conséquences écologiques majeures :

- La réduction du volume de déchets, donc de la pollution qu'ils causeraient (certains matériaux mettent des décennies, voire des siècles à se dégrader) ;
- La préservation des ressources naturelles, puisque la matière recyclée est utilisée à la place de celle qu'on aurait dû extraire.

5. Les trois grands principes de gestion de déchets

Les trois R constituent une stratégie de gestion des produits en fin de vie et des déchets qui en découlent, visant à :

- Réduire : regroupe les actions au niveau de la production pour réduire les tonnages d'objets (par exemple les emballages) susceptibles de finir en déchet ;
- Réutiliser : regroupe les actions permettant de réemployer un produit usagé pour lui donner une deuxième vie, pour un usage identique ou différent ;
- Recycler : désigne l'ensemble des opérations de collecte et traitement de déchets permettant de réintroduire dans un cycle de fabrication les matériaux qui constituaient le déchet.

6. Les types de recyclage

Il existe trois grandes familles de techniques de recyclages : chimique, mécanique et organique.

- Le recyclage dit « chimique » utilise une réaction chimique pour traiter les déchets, par exemple pour séparer certains composants ;
- Le recyclage dit « mécanique » est la transformation des déchets à l'aide d'une machine, par exemple pour broyer ou pour séparer par courants de Foucault ;
- Le recyclage dit « organique » consiste, après compostage ou fermentation, à produire des engrais ou du carburant tel que le biogaz.

IBRAHIM ELHADJI DJIBRILLA PCEG EN CHIMIE