

Niveau : 1^{ères} CD

Discipline : PHYSIQUE-
CHIMIE

CÔTE D'IVOIRE – ÉCOLE NUMÉRIQUE



THEME: CHIMIE ORGANIQUE

TITRE DE LA LEÇON : HYDROCARBURES INSATURÉS : ALCÈNES ET ALCYNES

I. SITUATION D'APPRENTISSAGE

Un élève en classe de 1^{ère} C au Lycée Moderne Tiapani de Dabou accompagne son père au garage pour souder son pot d'échappement. Il observe que pour réaliser la soudure, le tôlier utilise un chalumeau soudeur muni de deux tuyaux branchés sur deux bouteilles de gaz. Renseignement pris, l'une des bouteilles contient un hydrocarbure insaturé appelé acétylène et l'autre du dioxygène. La flamme bleue produite par la combustion de l'acétylène dans le dioxygène est très chaude. Elle fait fondre le métal et permet de faire les soudures.

Le lendemain, il informe ses camarades de classe. Désireux de comprendre le processus, les élèves sous la direction de leur professeur décident de connaître la structure des alcènes et des alcynes, d'en nommer quelques-uns et d'expliquer l'importance industrielle des composés insaturés.

II. CONTENU DE LA LEÇON

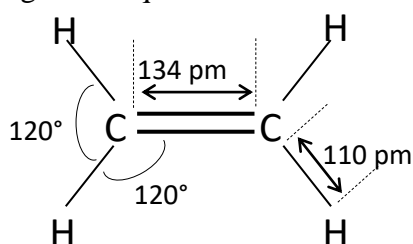
1. Structure et nomenclature des alcènes

1.1. La molécule d'éthylène

L'éthylène (ou éthène) est le plus simple des alcènes. Sa formule brute est C_2H_4 .

Sa formule semi-développée est $CH_2 = CH_2$

Sa structure géométrique est:



- La molécule est **plane**.
- Chaque atome de carbone est lié à trois autres atomes ; l'atome de carbone est dit trigonal.
- Du fait de la double liaison, la rotation autour de la liaison carbone – carbone est impossible, Cela rend la molécule très rigide.

1.2. Formule brute générale des alcènes

Les **alcènes** sont des hydrocarbures possédant une double liaison carbone – carbone ($C = C$).

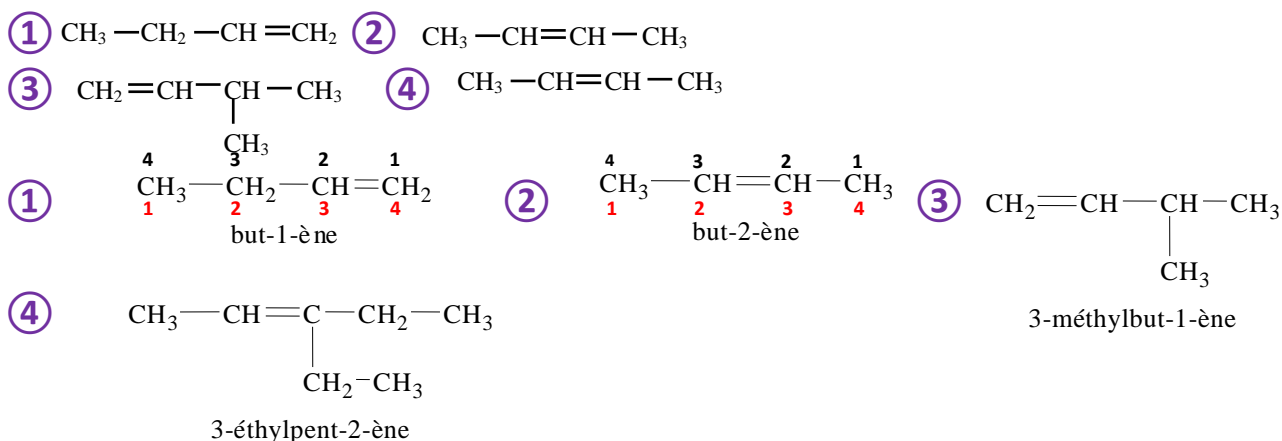
Leur formule brute générale est C_nH_{2n} .

1.3. Nomenclature des alcènes

La nomenclature des alcènes est voisine de celle des alcanes.

- La chaîne principale est la chaîne carbonée la plus longue comportant la double liaison $C = C$.
- La présence de la double liaison est indiquée par le suffixe « ène » précédé d'un indice de position.
- La numérotation de la chaîne principale s'effectue de manière à donner les **indices les plus petits possibles** aux carbones qui portent la double liaison (**trigonaux**).

Exemples :



Activité d'application

1- Nomme les alcènes suivants :

$\begin{array}{c} \text{CH}_2 = \text{C} - \text{CH}_3 \\ \\ \text{CH}_3 \end{array}$	$\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\ \\ \text{CH}_3 - \text{CH} = \text{C} - \text{CH} - \text{CH}_3 \\ \\ \text{CH}_3 \end{array}$	$\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\ \\ \text{CH}_3 - \text{C} - \text{CH} = \text{C} - \text{CH}_2 - \text{CH}_3 \\ \quad \\ \text{CH}_3 \quad \text{CH}_3 \end{array}$
1-a)	1-b)	1-c)

2- Écris les formules semi développées des alcènes suivants :

- 4 – méthylpent-2-ène
- 2,5 – diméthylhex-3-ène
- 1 – méthylcyclobutène

Solution

1- Noms des alcènes

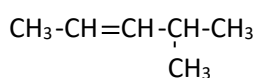
1-a) 2-méthylprop-1-ène (ouméthylpropène) ;

1-b) 3,4-diméthylpent-2-ène ;

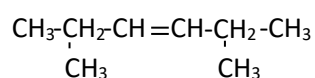
1-c) 2,2,4-triméthylhex-3-ène

2- Formules semi développées des alcènes suivants :

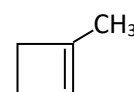
a. 4-méthylpent-2-ène



b. 2,5 – diméthylhex-3-ène



c. 1 – méthylcyclobutène

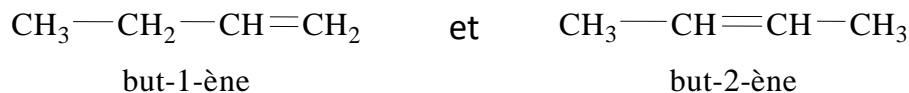


1.4. Isomérisation

1.4.1. Isomérisation de position

Les isomères de position diffèrent par la position de la double liaison dans la chaîne carbonée.

Exemples :



1.4.2. Isomérisation Z – E

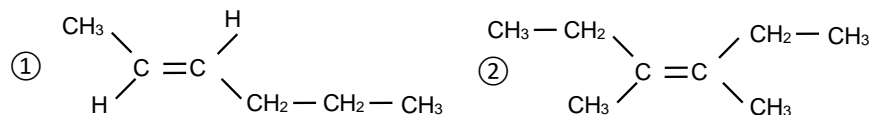
Deux isomères Z et E diffèrent par la disposition des atomes dans l'espace autour de la double liaison.

Exemples :



Activité d'application

Nomme les molécules de formules semi-développées ci-dessous et précise les isomères (Z) et (E).



Solution

① (E)-hex-2-ène

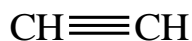
② (Z)-hex-2-ène

2. Structure et nomenclature des alcynes

2.1. La molécule d'acétylène

L'acétylène (ou éthyne) est le plus simple des alcynes. C'est un corps gazeux de formule brute C_2H_2 .

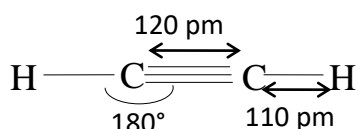
* Formule semi-développée :



* Formule développée :



* Structure géométrique :



– Chaque atome de carbone est lié à deux autres atomes ; le carbone est dit digonal.

– La molécule est linéaire.

– La rotation autour de la liaison carbone-carbone est impossible.

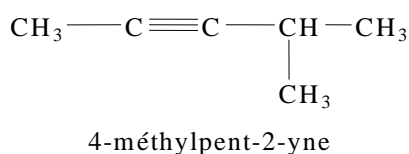
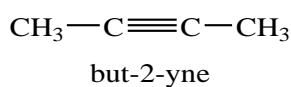
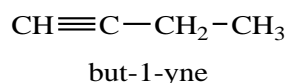
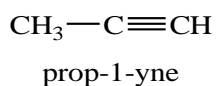
2.2. Formule brute générale des alcynes

Les hydrocarbures comportant une triple liaison carbone – carbone ($C \equiv C$) forment la famille des alcynes. Leur formule brute générale est C_nH_{2n-2} .

2.3. Nomenclature des alcynes

La nomenclature des alcynes est semblable à celle des alcènes, le suffixe « **ène** » étant remplacé par « **yne** ».

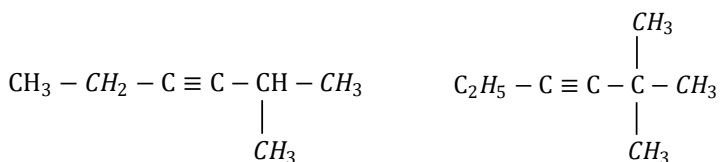
Exemples :



Remarques : Comme les alcènes, les alcynes présentent aussi une **isomérisie de chaîne** et une **isomérisie de position**

Activité d'application

Nomme les alcynes suivants:



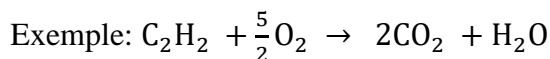
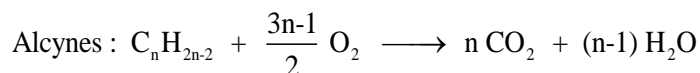
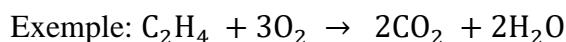
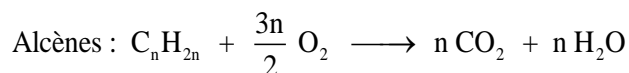
Solution

2-méthylhex-3-yne ; 2,2-diméthylhex-3-yne

3. Propriétés chimiques des alcènes et des alcynes

3.1. Combustion des alcènes et des alcynes

Lorsque le dioxygène est en quantité suffisante, la combustion est complète et les produits formés sont l'**eau** et le **dioxyde de carbone** selon les équations-bilan suivantes :

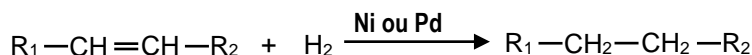


3.2. Réactions d'addition

3.2.1. Additions sur les alcènes

* **Action du dihydrogène (H₂) : réaction d'hydrogénation**

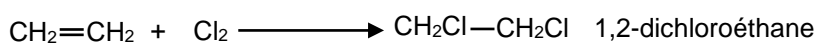
En présence d'un catalyseur (Nickel ou palladium), les alcènes réagissent avec le dihydrogène pour donner un alcane selon l'équation-bilan :



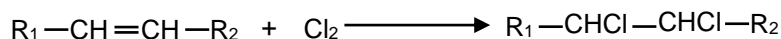
- R₁ et -R₂ étant des groupes alkyles.

* **Action des dihalogènes : exemple du dichlore**

Cas de l'éthylène



Cas général



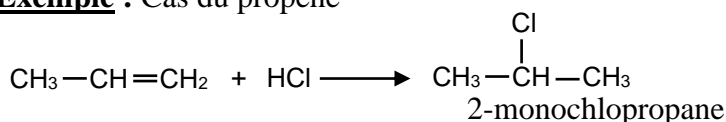
Remarques : Cette réaction appelée **chloruration** peut se produire à l'obscurité. Elle n'est donc pas photochimique contrairement à la chloration des alcanes.

Les alcènes décolorent l'eau de brome, c'est un test caractéristique de la double liaison.

* **Action du chlorure d'hydrogène (HCl)**

Lors de cette réaction, le chlore se fixe préférentiellement sur **le carbone le moins hydrogéné** et l'hydrogène se fixe sur le carbone le plus hydrogéné.

Exemple : Cas du propène

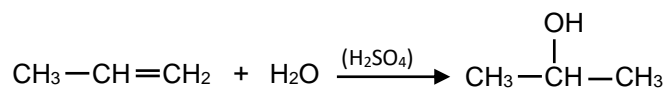


Remarque: Il se forme en faible quantité le 1-monochlopropane $CH_3-CH_2-CH_2Cl$

* **Action de l'eau : réaction d'hydratation**

Lors de cette réaction chimique, le groupe hydroxyle (-OH) se fixe préférentiellement sur **le carbone le moins hydrogéné** et l'hydrogène se fixe sur le carbone le plus hydrogéné.

Exemple: Cas du propène



Remarque : Il se forme en faible quantité le produit : $CH_3-CH_2-CH_2OH$

Activité d'application

Soient les propositions suivantes:

a. Propène + dibrome \longrightarrow

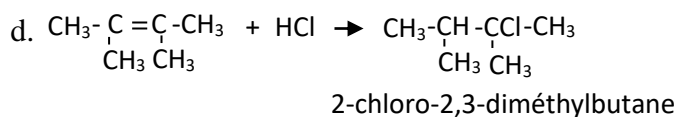
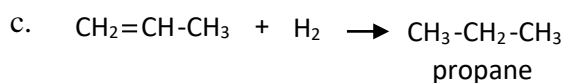
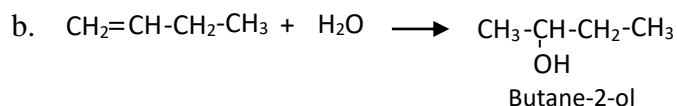
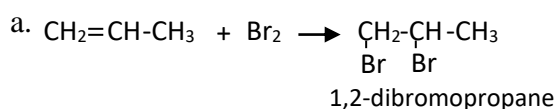
b. But-1-ène + eau $\xrightarrow{H_2SO_4}$

c. Propène + dihydrogène $\xrightarrow{\text{Ni}}$

d. 2,3-diméthylbut-2-ène + chlorure d'hydrogène \rightarrow

Ecris les équation-bilans des réactions correspondantes en remplaçant les noms des produits chimiques par leurs formules semi-développées.

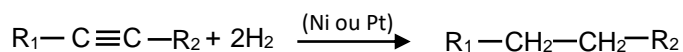
Solution



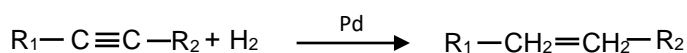
3.3.2-Additions sur les alcynes

* Hydrogénation

En présence de nickel ou de platine, les alcynes réagissent avec le dihydrogène pour donner un alcane :

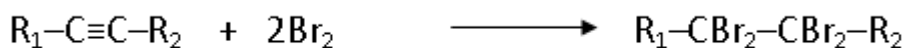


Avec le palladium comme catalyseur, la réaction donne un alcène.

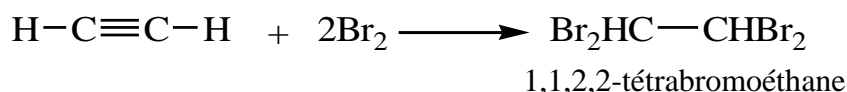


* Action des dihalogènes : exemple du dibrome

Les alcynes peuvent réagir avec les dihalogènes selon le bilan suivant :



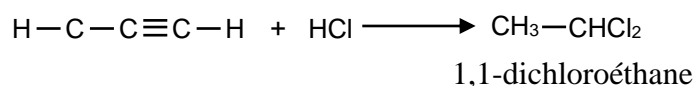
Exemple : Cas de l'acétylène



* Action du chlorure d'hydrogène

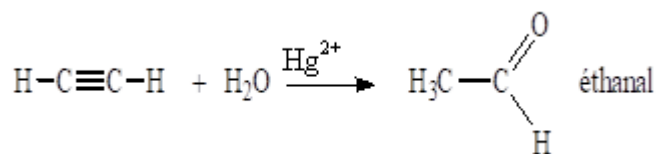
Cette réaction d'addition conduit à la formation d'un dichloroalcane.

Exemple : Cas de l'acétylène



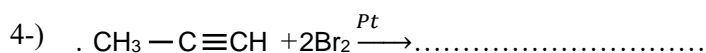
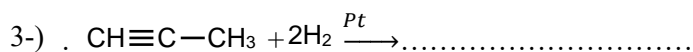
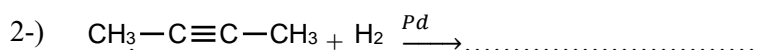
* **Action de l'eau sur l'acétylène**

L'hydratation de l'acétylène, en présence d'ions mercuriques Hg^{2+} , conduit à l'obtention éthanal.

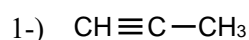


Activité d'application

Ecris les formules semi-développées des composés manquants dans les réactions suivantes :



Solution



4-REACTIONS DE POLYMERISATION

4.1-Définition

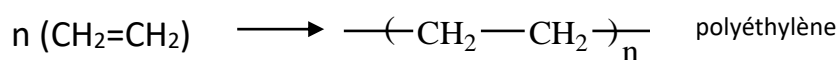
On appelle réactions de **polymérisation**, des réactions d'addition de plusieurs molécules identiques.

Le composé obtenu est appelé **polymère**, la molécule initiale étant le **monomère**.

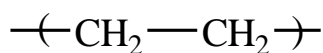
4.2-Quelques exemples de polymérisation et leur utilité

4.2.1-Polymérisation de l'éthylène

Au cours de cette réaction, plusieurs molécules d'éthylène s'additionnent entre elles par suite de **rupture** de la double liaison. On obtient le **polyéthylène** selon l'équation-bilan suivante :



Remarque



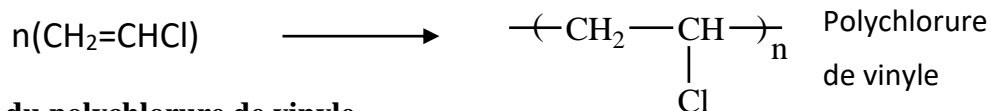
est le motif du polymère et **n** le degré de polymérisation.

* **Usages du polyéthylène**

- sachets et sacs d'emballage;
- jouets, fûts et casiers;
- bouteilles plastiques etc

4.2.2-Polymérisation du chlorure de vinyle

Le chlorure de vinyle ou chloroéthylène ($\text{CH}_2=\text{CHCl}$) se polymérise en polychlorure de vinyle connu sous le nom de PCV.

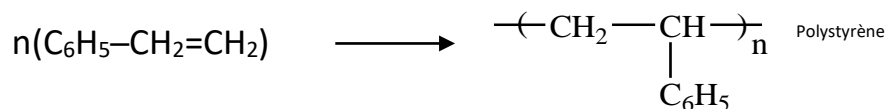


* **Usages du polychlorure de vinyle**

- Tuyauterie et canalisation

4.2.3-Polymérisation du styrène

Le styrène ($\text{C}_6\text{H}_5\text{-CH}_2=\text{CH}_2$) se polymérise pour donner le polystyrène.



* **Usages du polystyrène**

- Emballages anti-chocs,
- Récipients (pots de yaourt),
- Jouets etc....

Situation d'évaluation

Au cours d'une séance de travaux dirigés, Le professeur de Physique-Chimie demande à ton groupe de déterminer la formule brute d'un alcyne A afin de vérifier vos acquis. L'analyse quantitative de A montre qu'il admet en proportion en masse 12 fois plus de carbone que d'hydrogène. En outre, l'hydrogénation complète d'un volume $V=20 \text{ cm}^3$ de A en présence de Nickel donne un alcane B de masse m_B .

Données : $M(\text{C})=12 \text{ g/mol}$; $M(\text{H})=1 \text{ g/mol}$; $V_m=22,4 \text{ L.mol}^{-1}$

Tu es le rapporteur du groupe.

1-Donne la formule brute générale des alcynes.

2-Ecris l'équation bilan de la réaction d'hydrogénation d'un alcyne.

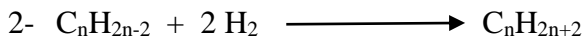
3- Détermine:

3-1. la formule brute de l'alcyne A.

3-2. la masse m_B de l'alcane formé.

Solution

1- Formule brute générale des alcynes : C_nH_{2n-2} .



3- 1L'hydrocarbure contient 12 fois plus de carbone que d'hydrogène en masse :

$$m_C = 12m_H$$

$$12.n = 12.(2n - 2) \quad ; \quad n = 2n-2. \quad \text{Il vient que } n = 2$$

La formule brute du composé est : C_2H_2 c'est l'acétylène

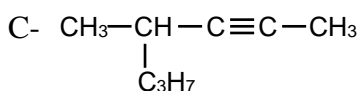
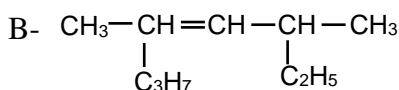
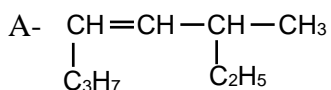
3-1 Détermination de m_B :

$$n_B = n_A \Rightarrow \frac{V}{V_m} = \frac{m_B}{M_B} ; \quad m_B = M_B \frac{V}{V_m} = 0,023 \text{ g}$$

III. EXERCICES

Exercice 1

Nomme les composés suivants :



Solution

A: 3-méthyl-oct-4-ène ; B: 3-éthyl -5-méthyl-oct-4-ène ; C: 4-méthylhept-2-yne

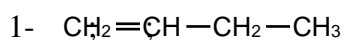
Exercice 2

1-Ecris toutes les formules semi-développées des isomères correspondants à la formule C_4H_8 .

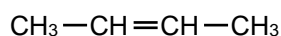
2-L'isomère ramifié noté B est hydraté et donne essentiellement le corps C.

3.Ecris l'équation-bilan de l'hydratation du corps B conduisant au corps C.

Solution

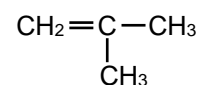


But-1-ène



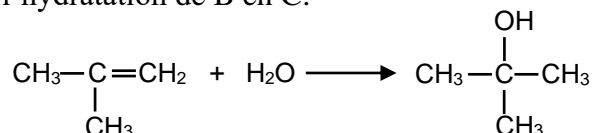
But-2-ène

Isomères Z et E



2-méthylpropène

3. Equation de l'hydratation de B en C.



Exercice 3

Le 1,1-difluoroéthylène peut être polymérisé. La masse molaire du polymère obtenu est $M = 85 \text{ kg}\cdot\text{mol}^{-1}$.

1. Donne le motif du polymère
2. Détermine le degré de polymérisation n.

Solution

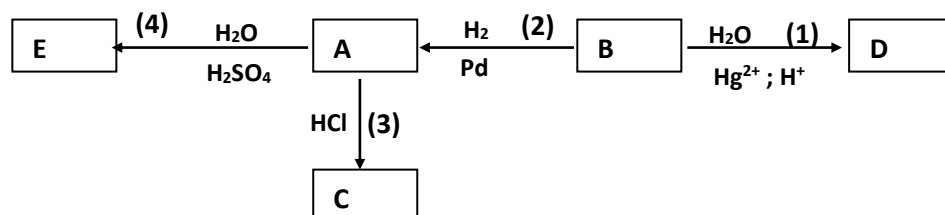
1. Motif : $\text{---}(\text{CH}_2 - \text{CCl}_2)\text{---}$

2. Degré de polymérisation

$$nM = 85000 \Rightarrow (2 \times 12 + 2 \times 1 + 35,5 \times 2)n = 85000 \Rightarrow 97n = 85000 \text{ donc } n = 876$$

Exercice 4

Ton professeur de physique-Chimie, pour évaluer vos connaissances en chimie met à la disposition de ton groupe d'étude le schéma réactionnel ci-dessous où A, B, C, D et E sont des composés organiques. Les réactions chimiques sont représentées par des flèches numérotées de 1 à 5.



B est un alcyne. Sa masse molaire est $M_B = 26 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$.

Etant le rapporteur du groupe, réponds aux questions suivantes:

- 1-Détermine :
 - 1.1- la formule brute de B.
 - 1.2- sa formule développée
 - 1.3- le nom de B.
- 2- Donne après analyse du schéma réactionnel :
 - 2.1- les noms des réactions (2) et (4);
 - 2.2- les formules semi-développées et les noms des composés A, C, D et E.
- 3-Ecris l'équation-bilan de la réaction 2 en utilisant le nickel comme catalyseur.

Solution

1-1.1-Formule brute de A

B : $\text{C}_n\text{H}_{2n-2}$, $M_B = 12n + 2n - 2$ or $M_B = 26 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$

$14n - 2 = 26$; $n = \frac{26+2}{14}$ d'où $n = 2$ donc la formule brute de B est : C_2H_2 .

1.2- Formule semi-développée : $\text{H}-\text{C} \equiv \text{C}-\text{H}$

1.3- Nom : Acétylène

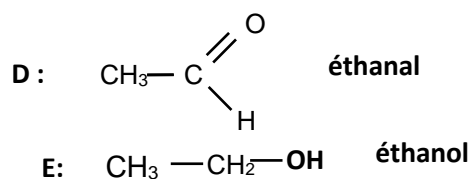
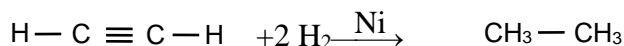
2- 2.1- Réaction (2) :Hydrogénation .

Réaction (4) : Hydratation

2.2- A : $\text{CH}_2 = \text{CH}_2$: **Éthylène**

C : $\text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \text{Cl}$: **chloroéthane**

3-Equation-bilan



Exercice 5

Afin de vous amener à déterminer la formule semi-développée d'un hydrocarbure A, votre professeur de Physique-Chimie vous fournit les informations suivantes :

- L'hydrocarbure A contient 85,71 % en masse de carbone.

- A l'obscurité, A réagit mole à mole avec le dibrome. Le composé obtenu renferme 74 % en masse de brome.

-L'hydratation de A conduit préférentiellement à l'alcool B. L'hydratation de ses isomères conduit préférentiellement au même alcool C, isomère de B.

Masses molaires atomiques en g/mol: $M_{\text{H}} = 1$; $M_{\text{C}} = 12$; $M_{\text{O}} = 16$; $M_{\text{Br}} = 80$

1- A partir de la première information:

1.1-Ecris la formule générale de A.

1.2-Trouve la relation entre le nombre d'atomes de carbone et le nombre d'atomes d'hydrogène présents dans la formule de A.

1.3-Précise la famille de A.

2- A partir de la deuxième information:

2.1-Détermine la formule brute de A.

2.2- Ecris les formules semi-développées possibles pour A.

3- Avec la troisième information:

3.1-Déduis les formules semi-développées des composés A, B et C.

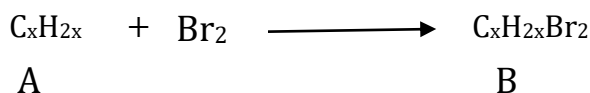
3.2-Donne le nom du composé A.

Solution

1.1- A : C_xH_y

1.2- $M_{\text{A}} = 12x + y$ et $\%C = \frac{12x \cdot 100}{12x + y} = 85,71 \Rightarrow y = 2x$

La formule générale de A est donc de la forme C_xH_{2x} .

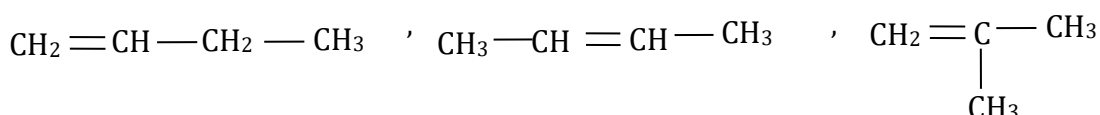


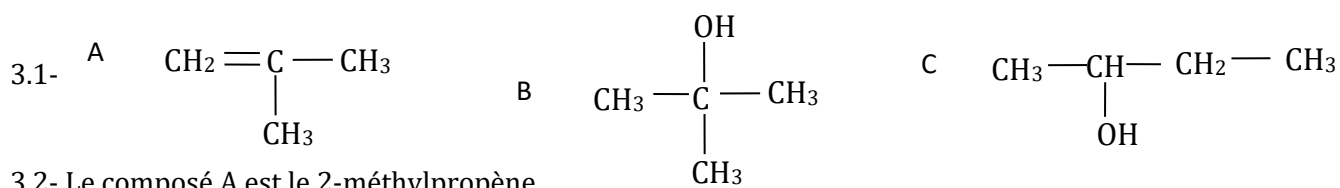
1.3- Le composé A est un alcène.

2.1-

$M_{\text{B}} = 14x + 160$ et $\%Br = \frac{160 \cdot 100}{14x + 160} = 74 \Rightarrow x = 4$. D'où la formule de A : C_4H_8

2.2- Formules semi-développées de A :





3.2- Le composé A est le 2-méthylpropène.

IV. DOCUMENTATION

L'importance de polymères

On peut facilement imaginer l'impact futur de la recherche sur les nouveaux polymères dans la société actuelle. Toute nouvelle technologie, depuis l'avion supersonique et le train à grande vitesse jusqu'aux petites batteries pour téléphones mobiles, en passant par l'optoélectronique, les nouveaux implants chirurgicaux et les tissus synthétiques, requiert le développement d'un grand nombre de matériaux aux propriétés très spécifiques. Sans la recherche et la connaissance des nouveaux polymères (communément appelés plastiques), ces technologies n'auraient pas pu se développer, ni même être imaginées.

Les polymères naturels biodégradables comme l'amidon, la cellulose, l'acide polylactique pour emballage, etc. Compte tenu de l'engagement pour 2030 de génération de « zéro déchets ». Les biomatériaux pour la régénération des tissus du corps humain à partir de cultures cellulaires « in vitro », à l'aide de supports (généralement un système polymérique poreux et biodégradable) et leur postérieure implantation dans l'organisme. Ainsi que des biomatériaux pour toutes sortes d'implants destinés au corps humain.

Les polymères pour la fabrication d'écrans enroulables (électronique souple). Les polymères nanostructurés qui, associés à d'autres matériaux, pourront être utilisés comme nanocapteurs et comme réponse à différents stimuli. Et la demande de matériaux à base de polymères augmentera pour leur utilisation massive dans le secteur des transports (aéronautique, trains, automobiles...) ainsi que pour leur inclusion dans les systèmes de production d'énergie (aérogénérateurs). Fort heureusement, pour atteindre tous ces objectifs, la société compte de grands chercheurs spécialisés en polymères, ainsi qu'un important secteur industriel consacré à ces matériaux et des programmes de recherche spécifiques destinés à ce domaine de la science et de la technologie.

Carmen Mijangos Ugarte Chimiste