

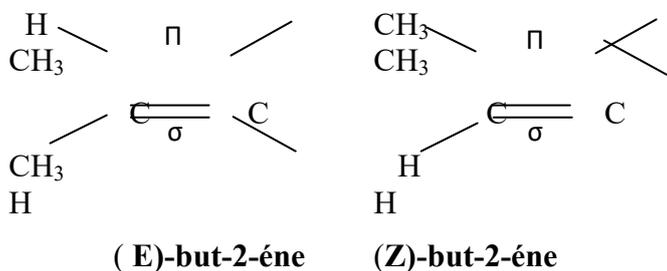


Sont appelés isomères de position : le but-1-ène et le but-2-ène tandis que le but-1-ène et le 2-méthylprop-1-ène ou le but-2-ène et le 2-méthylprop-1-ène des isomères de chaîne. Ces deux types d'isomérisation s'appellent l'isomérisation de constitution.

### II.2.2. Stéréoisomérisation

Les stéréoisomères sont des isomères qui ne diffèrent que par l'agencement spatial des atomes. La stéréoisomérisation se rencontre chez les alcènes.

Si nous considérons le but-2-ène, la molécule peut se présenter dans l'espace sous deux formes appelées configurations



Pour la configuration Z, les groupes méthyles se trouvent du même côté de la double liaison alors que celle E les groupes méthyles se trouvent de part et d'autre de la double liaison.

#### Remarque :

- Les configurations Z/E sont appelées des diastéréoisomères,
- L'isomérisation Z/E était autrefois appelée isomérisation Cis/trans. On rencontre parfois cette appellation lorsque les substituants des deux carbones doublement liés sont les mêmes.

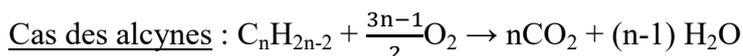
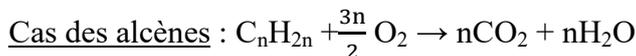
### III. PROPRIETES PHYSIQUES

Dans les conditions normales :

- Les alcènes et les alcynes de C<sub>2</sub> à C<sub>4</sub> sont gazeux, de C<sub>5</sub> à C<sub>18</sub> les alcènes sont liquides alors que les alcynes eux sont liquides de C<sub>5</sub> à C<sub>15</sub>. Les autres alcènes et alcynes sont solides.
- Ces hydrocarbures ne sont généralement pas solubles dans l'eau ou le sont peu.

### IV. PROPRIETES CHIMIQUES

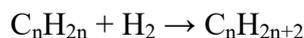
#### IV.1. combustion complète dans le dioxygène :



#### IV.2. Réaction d'addition :

##### IV.2.1. Hydrogénation

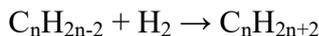
- En présence d'un catalyseur tel que le nickel (Ni), le platine (Pt), ou le palladium (Pd) à 25°C sous la pression d'un bar, l'hydrogénation d'un alcène donne un alcane :



- En présence du nickel de raney (nickel réduit), le platine (Pt), ou le palladium (Pd), l'hydrogénation d'un alcyne donne un alcane

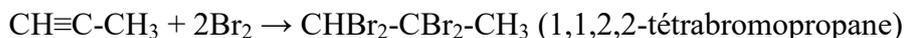
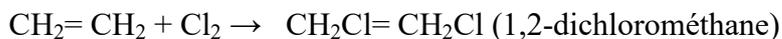


Par contre en présence de lindhar (le palladium précipité sur un support de BaSO<sub>4</sub> puis empoisonné par la quinoléine), la réaction s'arrête au stade d'alcène.



#### IV.2.2. Halogénéation

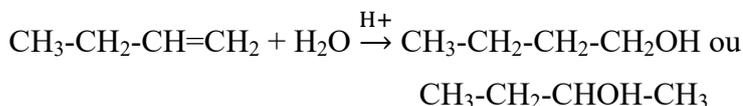
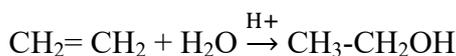
L'addition d'un halogène sur un alcène lorsqu'elle est possible donne un alcane dihalogéné et sur un alcyne lorsque la réaction est possible se fait avec fixation d'une molécule de X<sub>2</sub> (X=Cl, Br,...)



#### IV.2.3. Hydratation

##### Cas des alcènes:

L'action de l'eau sur les alcènes est généralement possible à haute température, en présence du catalyseur l'acide sulfurique. Elle conduit à la formation d'un alcool.



##### Remarque:

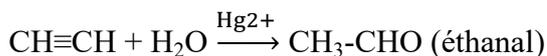
Dans le premier exemple où l'alcène est symétrique, on obtient un seul produit et dans le second cas où l'alcène est dissymétrique, l'hydratation conduit à deux produits dont l'un est majoritaire et l'autre minoritaire.

##### Règle de Markovnikov :

Lors de l'addition de HO-H sur un alcène dissymétrique, l'atome d'hydrogène se fixe sur l'atome de carbone le plus hydrogéné (moins substitué)

##### Cas des alcynes

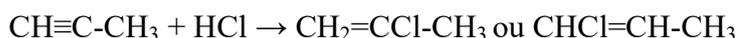
En présence de l'ion mercure (Hg<sup>2+</sup>), l'addition de l'eau sur un alcyne conduit à une cétone et dans un cas particuliers de l'acétylène à un aldéhyde.



Comme l'addition d'eau sur un alcène, celle d'un alcyne aussi suit aussi la règle de Markovnikov.

#### IV.2.4. Addition d'un hydracide halogéné : H-X

L'addition d'un hydracide halogéné H-X (X=Cl, Br,...) sur un alcène ou un alcyne se fait par fixation d'une molécule sur la double ou triple liaison. Dans le cas d'un alcyne on peut avoir fixation de deux molécules de HCl.



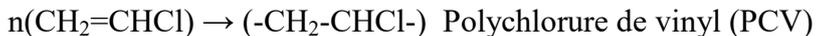
#### IV.2.5. Réaction de polymérisation

C'est l'addition répétée (polyaddition) d'un très grand nombre de molécules insaturées identiques (monomères). Elle conduit à une macromolécule (polymère). Le monomère doit contenir au moins une liaison C=C

##### IV.2.5.1. Polymérisation de l'éthylène

$n(CH_2=CH_2) \rightarrow (-CH_2-CH_2-)_n$  : Polyéthylène où n est le degré de polymérisation, -CH<sub>2</sub>-CH<sub>2</sub>- : le motif

#### IV.2.5.2. Polymérisation du chlorure de vinyle



### V. PREPARATION DES ALCENES ET DES ALCYNES

Les alcènes peuvent être obtenus par déshydratation des alcools en présence d'un catalyseur. Par contre l'acétylène obtenu au laboratoire par action de l'eau sur le carbure de calcium ( $\text{C}_2\text{Ca}$ ), qui par alkylation permet de préparer dans l'industrie les alcynes.

#### Exercice d'application

1. Donner la formule brute d'un alcyne dont la molécule renferme  $n$  atomes de carbone.

Exprimer en fonction de  $n$  le pourcentage en masse de l'élément d'hydrogène (%H).

2. L'analyse de 4,5g de l'alcyne montre qu'il renferme 0,45g d'hydrogène.

En déduire sa formule moléculaire A, ainsi que sa formule semi-développée et son nom.

3. On lui additionne du dichlore, on obtient un dérivé saturé B.

Ecrire son équation-bilan en précisant la formule semi-développée et le nom du composé B.

4. On fait barboter l'alcyne précédent dans l'eau ( $\text{H}_2\text{O}$ ) à  $70^\circ\text{C}$  en présence de l'oxyde de mercure II ( $\text{HgO}$ ) et de l'acide sulfurique. On obtient un composé organique C contenant un atome d'oxygène appelé composé carbonylé.

4.1. Ecrire l'équation-bilan de la réaction.

4.2. Donner la famille à laquelle appartient ce composé carbocarbonylé.

5. Donner le nom de l'alcène D qui dérive de A, ainsi que son équation-bilan.

6. Ecrire l'équation-bilan de la réaction d'hydratation de D.

7. Ecrire l'équation-bilan de la réaction de polymérisation de cet alcène en nommant le(s) produit(s) et le(s) réactif(s).

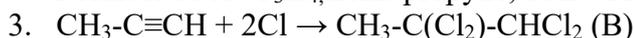
#### Solution proposée

1.  $\text{C}_n\text{H}_{2n-2}$

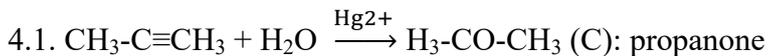
$$M(A)/100 = M(\text{H})/\%H \Rightarrow \%H = \frac{100(n)}{2n-1}$$

$$2. \%H = \frac{m(\text{H})}{m(A)} * 100 \Rightarrow n=3$$

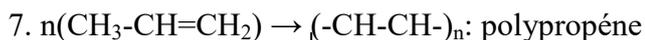
Formule de A :  $\text{C}_3\text{H}_4$ , nom: propyne, FSD:  $\text{CH}_3-\text{C}\equiv\text{CH}$



(B): 1,1-dichloro-2,2-dichloropropane



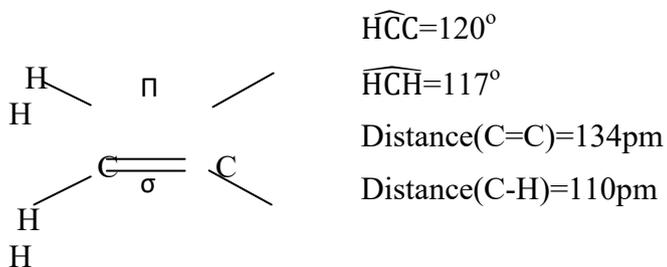
4.2. Ce composé appartient à la famille des cétones



### VI. STRUCTURE DES ALCENES ET DES ALCYNES

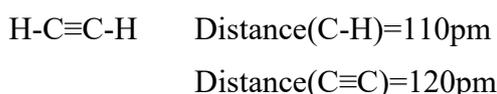
#### I.1. Exemple d'alcène : l'éthylène

Les alcènes sont des hydrocarbures insaturés de formule brute  $\text{C}_n\text{H}_{2n}$  ( $n \geq 2$  et  $n \in \mathbb{N}$ ). L'éthylène  $\text{C}_2\text{H}_4$  est un gaz dans les conditions normales de température et de pression. La molécule est plane et comporte une liaison  $\pi$  qui empêche une rotation autour de l'axe  $\text{C}=\text{C}$ .



## I.2. Exemple d'alcyne : acétylène

Les alcynes sont des hydrocarbures insaturés de formule brute  $C_nH_{2n}$  ( $n \geq 2$  et  $n \in \mathbb{N}$ ). L'acétylène  $C_2H_2$  est un gaz dans les conditions normales de température et de pression. Les deux atomes de carbone établissent entre eux trois liaisons covalentes (liaison acétylénique). L'étude de la structure géométrique de la molécule montre qu'elle est linéaire. Les centres des quatre atomes sont alignés



## VII. NOMENCLATURE & ISOMERIE

### II.1. Nomenclature des alcènes et alcynes :

Le nom d'un alcène ou d'un alcyne s'obtient à partir du nom de l'alcane correspondant en remplaçant la terminaison ane de l'alcane respectivement par éne ou yne, précédée entre tiret de l'indice de position de la double ou triple liaison. La position de la double liaison ou celle de la triple liaison est indiquée par le numéro de l'atome de carbone doublement ou triplement lié, possédant l'indice le plus petit. La chaîne principale est celle la plus longue contenant la double ou triple liaison.

### II.2. Isoméries

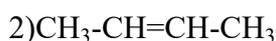
#### II.2.1. Isométrie de constitution

Donner les formules semi-développées des alcènes de formule brute  $C_4H_8$  et les alcynes de formule brute  $C_5H_8$  et les nommer.

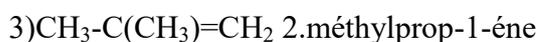
Pour  $C_4H_8$



but-1-ène



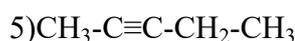
but-2-ène



Pour  $C_5H_8$



pent-1-yne



pent-2-yne



3-méthylbut-1-yne

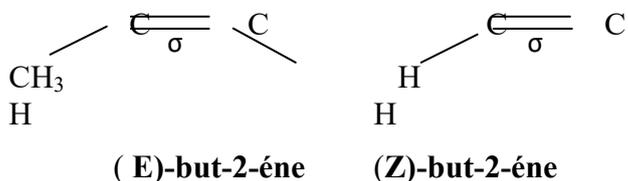
Sont appelés isomères de position : le but-1-ène et le but-2-ène tandis que le but-1-ène et le 2-méthylprop-1-ène ou le but-2-ène et le 2-méthylprop-1-ène des isomères de chaîne. Ces deux types d'isométrie s'appellent l'isométrie de constitution.

#### II.2.2. Stéréo-isométrie

Les stéréo-isomères sont des isomères qui ne diffèrent que par l'agencement spatial des atomes. La stéréo-isométrie se rencontre chez les alcènes.

Si nous considérons le but-2-ène, la molécule peut se présenter dans l'espace sous deux formes appelées configurations





Pour la configuration Z, les groupes méthyles se trouvent du même côté de la double liaison alors que celle E les groupes méthyles se trouvent de part et d'autre de la double liaison.

**Remarque :**

- Les configurations Z/E sont appelées des diastéréoisomères,
- L'isomérie Z/E était autrefois appelée isomérie Cis/trans. On rencontre parfois cette appellation lorsque les substituants des deux carbones doublement liés sont les mêmes.

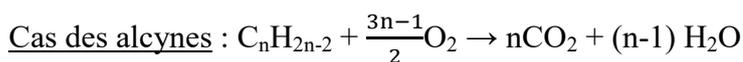
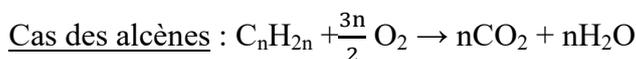
**VIII. PROPRIETES PHYSIQUES**

Dans les conditions normales :

- Les alcènes et les alcynes de C<sub>2</sub> à C<sub>4</sub> sont gazeux, de C<sub>5</sub> à C<sub>18</sub> les alcènes sont liquides alors que les alcynes eux sont liquides de C<sub>5</sub> à C<sub>15</sub>. Les autres alcènes et alcynes sont solides.
- Ces hydrocarbures ne sont généralement pas solubles dans l'eau ou le sont peu.

**IX. PROPRIETES CHIMIQUES**

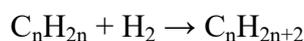
**IV.1. combustion complète dans le dioxygène :**



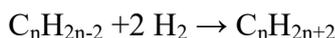
**IV.2. Réaction d'addition :**

**IV.2.1. Hydrogénation**

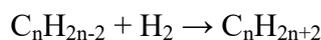
- En présence d'un catalyseur tel que le nickel (Ni), le platine (Pt), ou le palladium (Pd) à 25°C sous la pression d'un bar, l'hydrogénation d'un alcène donne un alcane :



- En présence du nickel de raney (nickel réduit), le platine (Pt), ou le palladium (Pd), l'hydrogénation d'un alcyne donne un alcane

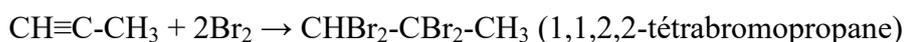
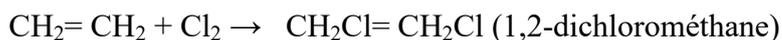


Par contre en présence de lindhar (le palladium précipité sur un support de BaSO<sub>4</sub> puis empoisonné par la quinoléine), la réaction s'arrête au stade d'alcène.



**IV.2.2. Halogénéation**

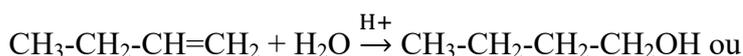
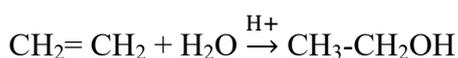
L'addition d'un halogène sur un alcène lorsqu'elle est possible donne un alcane dihalogéné et sur un alcyne lorsque la réaction est possible se fait avec fixation d'une molécule de X<sub>2</sub> (X=Cl, Br,...)



**IV.2.3. Hydratation**

**Cas des alcènes:**

L'action de l'eau sur les alcènes est généralement possible à haute température, en présence du catalyseur l'acide sulfurique. Elle conduit à la formation d'un alcool.





### Remarque:

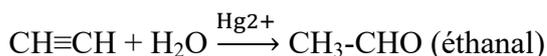
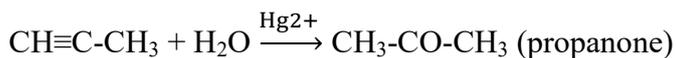
Dans le premier exemple où l'alcène est symétrique, on obtient un seul produit et dans le second cas où l'alcène est dissymétrique, l'hydratation conduit à deux produits dont l'un est majoritaire et l'autre minoritaire.

### Règle de Markovnikov :

Lors de l'addition de HO-H sur un alcène dissymétrique, l'atome d'hydrogène se fixe sur l'atome de carbone le plus hydrogéné (moins substitué)

### Cas des alcynes

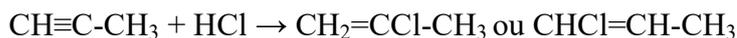
En présence de l'ion mercure ( $\text{Hg}^{2+}$ ), l'addition de l'eau sur un alcyne conduit à une cétone et dans un cas particuliers de l'acétylène à un aldéhyde.



Comme l'addition d'eau sur un alcène, celle d'un alcyne aussi suit aussi la règle de Markovnikov.

### IV.2.4. Addition d'un hydracide halogéné : H-X

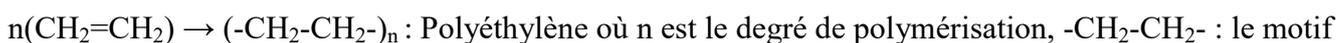
L'addition d'un hydracide halogéné H-X (X=Cl, Br,...) sur un alcène ou un alcyne se fait par fixation d'une molécule sur la double ou triple liaison. Dans le cas d'un alcyne on peut avoir fixation de deux molécules de HCl.



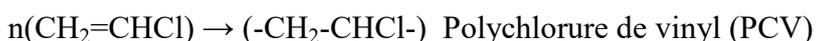
### IV.2.5. Réaction de polymérisation

C'est l'addition répétée (polyaddition) d'un très grand nombre de molécules insaturées identiques (monomères). Elle conduit à une macromolécule (polymère). Le monomère doit contenir au moins une liaison C=C

#### IV.2.5.1. Polymérisation de l'éthylène



#### IV.2.5.2. Polymérisation du chlorure de vinyle



## X. PREPARATION DES ALCENES ET DES ALCYNES

Les alcènes peuvent être obtenus par déshydratation des alcools en présence d'un catalyseur. Par contre l'acétylène obtenu au laboratoire par action de l'eau sur le carbure de calcium ( $\text{C}_2\text{Ca}$ ), qui par alkylation permet de préparer dans l'industrie les alcynes.

### Exercice d'application

8. Donner la formule brute d'un alcyne dont la molécule renferme n atomes de carbone.

Exprimer en fonction de n le pourcentage en masse de l'élément d'hydrogène (%H).

9. L'analyse de 4,5g de l'alcyne montre qu'il renferme 0,45g d'hydrogène.

En déduire sa formule moléculaire A, ainsi que sa formule semi-développée et son nom.

10. On lui additionne du dichlore, on obtient un dérivé saturé B.

Ecrire son équation-bilan en précisant la formule semi-développée et le nom du composé B.

11. On fait barboter l'alcyne précédent dans l'eau ( $\text{H}_2\text{O}$ ) à 70°C en présence de l'oxyde de mercure II ( $\text{HgO}$ ) et de l'acide sulfurique. On obtient un composé organique C contenant un atome d'oxygène appelé composé carbonylé.

11.1. Ecrire l'équation-bilan de la réaction.

- 11.2. Donner la famille à laquelle appartient ce composé carbocarbonylé.
12. Donner le nom de l'alcène D qui dérive de A, ainsi que son équation-bilan.
13. Ecrire l'équation-bilan de la réaction d'hydratation de D.
14. Ecrire l'équation-bilan de la réaction de polymérisation de cet alcène en nommant le(s) produit(s) et le(s) réactif(s).

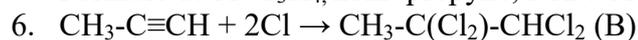
### Solution proposée

4.  $C_nH_{2n+2}$

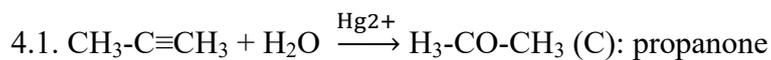
$$M(A)/100 = M(H)/\%H \Rightarrow \%H = \frac{100(n)}{7n-1}$$

5.  $\%H = \frac{m(H)}{m(A)} * 100 \Rightarrow n=3$

Formule de A :  $C_3H_4$ , nom: propyne, FSD:  $CH_3-C \equiv CH$



(B): 1,1-dichloro-2,2-dichloropropane



4.2. Ce composé appartient à la famille des cétones

