

Les hydrocarbures

Un **hydrocarbure (HC)** est un composé organique contenant exclusivement des atomes de carbone (C) et d'hydrogène (H). Ils possèdent en conséquence une formule brute de type : C_xH_y , où x et y sont deux entiers naturels.

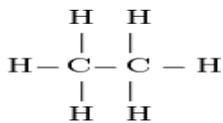
On distingue :

- les hydrocarbures **saturés** dont la chaîne carbonée est constituée uniquement de liaisons covalentes simples (les [alcanes](#)..).
- les hydrocarbures **insaturés** dont la chaîne carbonée présente au moins une liaison covalente double ou triple (les [alcènes](#), les [alcynes](#) ..)

	Alcanes	Alcènes	Alcynes
Liaison c-c	Covalente simple	Covalente double	Covalente triple
Exemple	$CH_3 - CH_3$	$CH_2 = CH_2$	$H-C \equiv C-H$
Formule moléculaire	C_2H_6	C_2H_4	C_2H_2
Formule générale	C_nH_{2n+2}	C_nH_{2n}	C_nH_{2n-2}

N.B : n est le nombre d'atomes de carbone.

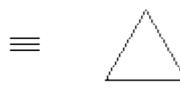
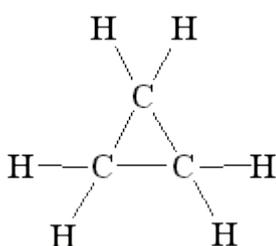
Différentes formules d'un hydrocarbure:

- **Formule moléculaire (brute):** Elle indique le nombre d'atomes qui constituent la molécule. *Exemple: L'éthane: C_2H_6 .*
 - **Formule développée (structurale):** Elle indique la nature de liaisons qui lient les différents atomes entre eux. *Exemple: Formule développée de l'éthane:*
- 
- **Formule semi- développée (condensée):** Elle montre seulement toutes les liaisons sans montrer les liaisons carbone-hydrogène (ou X-H). *Exemple: La formule semi-développée de l'éthane: $CH_3 - CH_3$.*

Les hydrocarbures saturés:

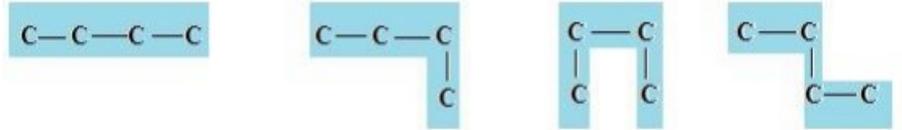
Chaîne ouverte : Les alcanes **linéaires ou ramifiés** possèdent la formule brute suivante: $C_nH_{(2n+2)}$, où n est un nombre entier naturel non nul. *Exemple : molécule de méthane, un atome de carbone : C1 d'où le nombre d'atomes d'hydrogène $H (1.2+2) : CH_4$*

Chaîne fermée : Les alcanes une formule brute différente

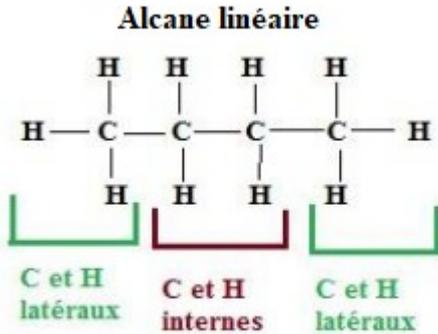


cycliques possèdent C_nH_{2n} . *Exemple :*

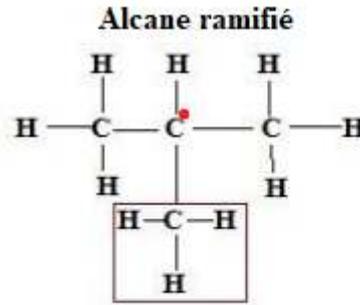
molécule de cyclopropane, trois atome de carbone : C_3 d'où le nombre d'atomes d'hydrogène $H(3*2) : C_3H_6$



Les alcanes linéaires: Lorsque les atomes de carbone, dans une formule développée, sont reliés ensemble afin de former une chaîne continue, la chaîne est alors nommée chaîne



Chaque carbone interne est lié maximum à deux autres atomes de carbone.



L'atome de carbone interne est lié à 3 autres atomes de carbone.

linéaire.

Pour nommer les molécules, des règles ont été mises en place par l'Union Internationale de Chimie Pure et Appliquée (U.I.C.P.A) ; on va en préciser quelques-unes, dans le cas des alcanes :

Les noms sont composés d'un préfixe (Pent , Oct , Hex , etc...) et d'une terminaison "ane" pour alcane .

Pour les noms des alcanes à chaîne linéaire le tableau ci-dessous vous récapitule la nomenclature pour les dix premiers termes.

Nom alcane	Nom radical	(Nombre (n
hexane	-hex	6
heptane	-hept	7
octane	-oct	8

Nom alcane	Nom radical	(Nombre (n
méthane	-méth	1
éthane	-éth	2
propane	-prop	3

<i>nonane</i>	<i>-non</i>	9
<i>décane</i>	<i>-déc</i>	10

<i>butane</i>	<i>-but</i>	4
<i>pentane</i>	<i>-pent</i>	5

Les groupes alkyles:

Les **alkyles** dérivent des alcanes par la perte d'un atome d'hydrogène, ils ont une formule générale C_nH_{2n+1} . On les représente par R-.

Le nom du radical s'obtient en remplaçant la terminaison "ane" par "yle".

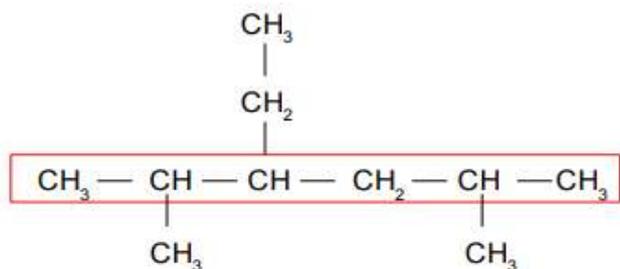
Exemple:

Groupe méthyle	CH₃ -
Groupe éthyle	CH₃ - CH₂ -

:Nomenclature des alcanes à chaîne ramifiée

Nom	Formule	Formule semi-développée
Méthane	CH₄	CH ₄
Éthane	C₂H₆	CH ₃ -CH ₃
Propane	C₃H₈	CH ₃ -CH ₂ -CH ₃
Butane	C₄H₁₀	CH ₃ -CH ₂ -CH ₂ -CH ₃
Pentane	C₅H₁₂	CH ₃ -CH ₂ -CH ₂ -CH ₂ -CH ₃
Hexane	C₆H₁₄	CH ₃ -CH ₂ -CH ₂ -CH ₂ -CH ₂ -CH ₃

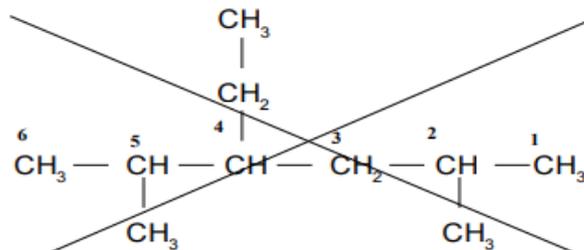
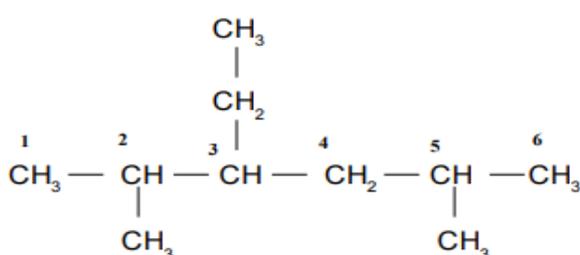
On cherche la chaîne carbonée la plus longue. Dans l'exemple ci-dessous elle a été -1
encadrée



C'est la chaîne principale et son nombre d'atomes de carbone qui définit le nom de l'alcane. Ici il y a 6 atomes de carbone, il s'agit de l'hexane.

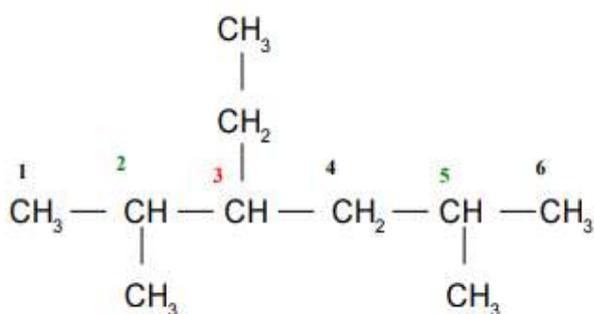
On identifie ensuite les groupements « alkyle » et on établit leur nom. Ici, nous avons -2
« deux groupements « méthyle » et un groupement « éthyle »

On numérote la chaîne carbonée de façon à ce que le chiffre obtenu par l'ensemble des -3 indices soit le plus bas et les groupes substituants sont classés par ordre alphabétique sans tenir compte des préfixes multiplicatifs. L'ensemble des indices le plus bas est celui qui, comparé à un autre ensemble d'indices, chacun classé par ordre croissant (indépendamment de la nature des substituants), présente l'indice le plus bas au premier point de différence

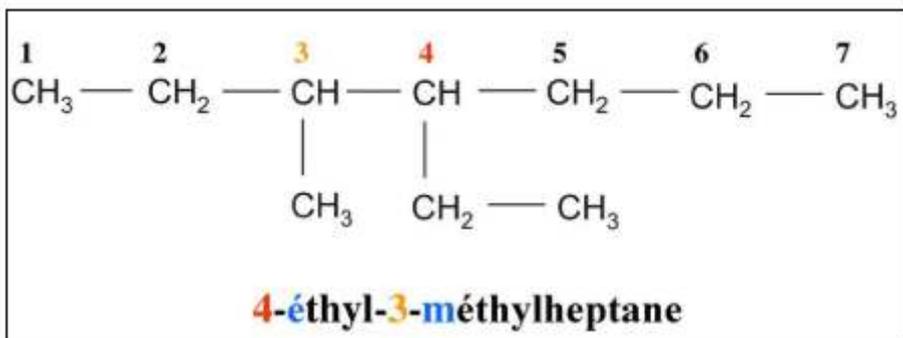
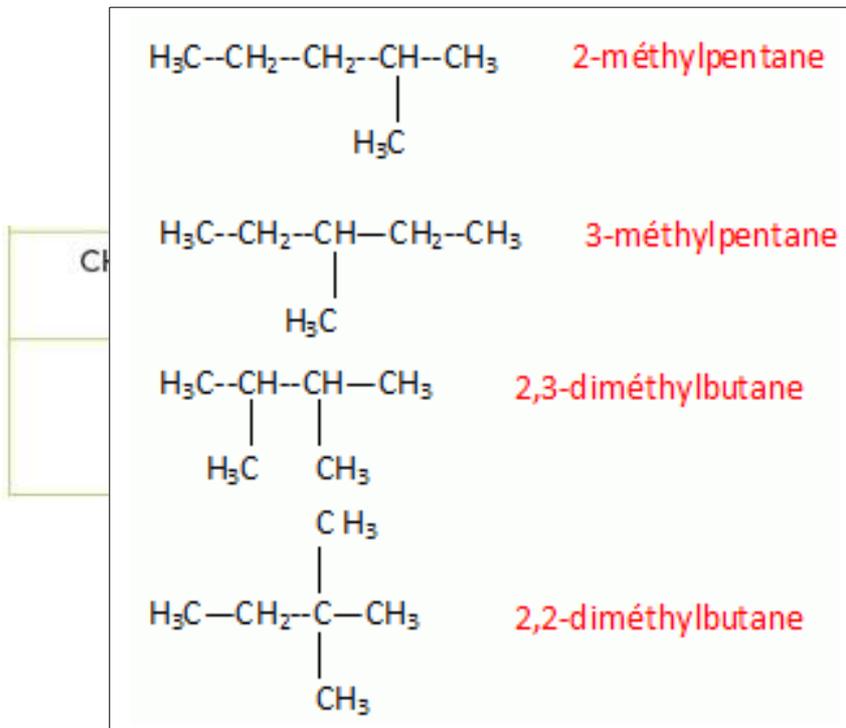


C'est la chaîne principale et son nombre d'atomes de carbone qui définit le nom de l'alcane. Ici il y a 6 atomes de carbone, il s'agit de l'hexane

L'indice du carbone portant le groupement alkyle est placé devant le préfixe de ce -4 groupement. Ils sont placés par ordre alphabétique (éthyl- avant méthyl-). Entre un chiffre et une lettre on met toujours un tiret -. Deux chiffres sont séparés par une virgule. Si la molécule comporte plusieurs fois le même groupement alkyle, le préfixe de ce groupement est lui-même précédé d'un préfixe multiplicatif : → « di » s'il revient deux fois → « tri » s'il revient trois fois → « tétra » s'il revient quatre fois Ainsi la molécule précédente se nomme



Les groupes méthyle sont en position 2 et 5
Il y a 7 carbone dans la chaîne carbonée la plus longue
3-éthyl-2,5-diméthylhexane
Le groupe éthyle est en position 3
Il y a 2 groupements méthyle

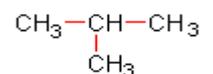


:Isoméries de structure

Isomères: Des composés possédant la même formule moléculaire mais des formules développées : différentes (structures) sont appelés isomères. Pour n=4, C₄H₁₀ admet deux isomères

CH₃-CH₂-CH₂-CH₃ n-butane

méthylpropane-2



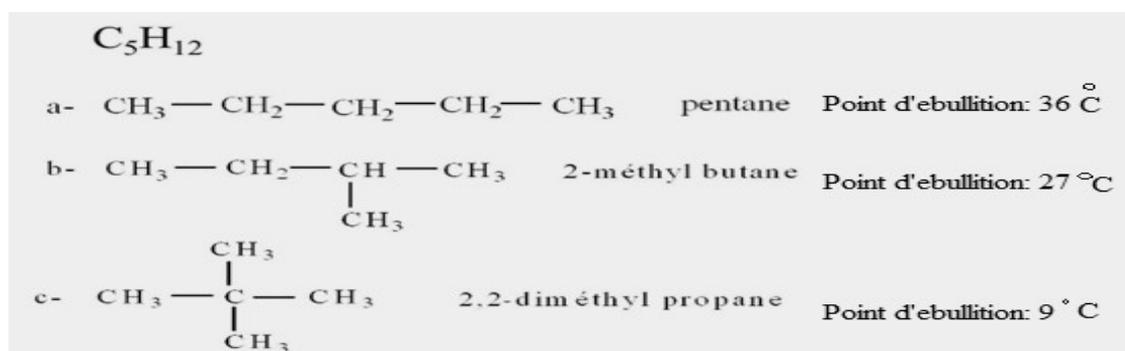
Quelques propriétés des isomères de structure du C₄H₁₀:

Les isomères d'un même composé possèdent des propriétés chimiques et physiques différentes, .comme le point de fusion, la solubilité et la réactivité chimique

Propriétés	Butane	méthylpropane-2
Point de fusion	138°C-	145°C-
Point d'ébullition	0°C	10°C-
Masse volumique	0,62g/mL	0,60g/mL

Le point d'ébullition d'un alcane à chaîne linéaire est supérieur à celui de l'isomère correspondant à chaîne ramifiée

Quelques propriétés des isomères de structure du C₅H₁₂



Conclusion : Quand le nombre de ramifications augmente, le point d'ébullition diminue. L'alcane linéaire a le point d'ébullition le plus élevé.

Comparaison des propriétés d'alcane isomères (hexane et ses isomères)

	Teb / °C	Tf / °C	d
n-Hexane $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_3$	68,7	-94	0,659
3-Méthylpentane $\text{CH}_3\text{CH}_2 - \underset{\text{CH}_3}{\text{CH}} - \text{CH}_2\text{CH}_2$	63,3	-118	0,664
2-Méthylpentane $\text{CH}_3 - \underset{\text{CH}_3}{\text{CH}} - \text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2$	60,3	-154	0,653
2,3-Diméthylbutane $\text{CH}_3 - \underset{\text{CH}_3}{\text{CH}} - \overset{\text{CH}_3}{\text{CH}} - \text{CH}_3$	58	-129	0,661
2,2-Diméthylbutane $\text{CH}_3 - \underset{\text{CH}_3}{\overset{\text{CH}_3}{\text{C}}} - \text{CH}_2\text{CH}_3$	49,7	-98	0,649

Conclusion: les températures d'ébullition diminuent d'autant plus que l'alcane est plus ramifié.

Propriétés physiques des alcanes

Les quatre premiers alcanes (méthane, éthane, propane et butane) sont des gaz et les autres (n ⁵) sont des liquides (n ≥ 5)

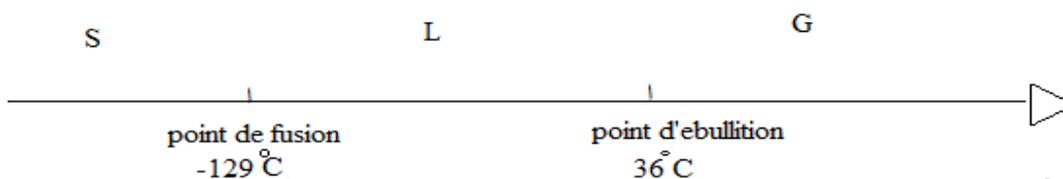
Nom	Formule brute	θ_f (°C)	$\theta_{éb}$ (°C)	Etat physique (à 25°C)
Méthane	CH ₄	- 182,6	- 161,6	
Ethane	C ₂ H ₆	- 183,6	- 88,6	Gazeux
Propane	C ₃ H ₈	- 187,7	- 42,3	
Butane	C ₄ H ₁₀	- 138,3	- 0,5	
Pentane	C ₅ H ₁₂	- 129,7	36,1	
Hexane	C ₆ H ₁₄	- 95,3	68,7	
Heptane	C ₇ H ₁₆	- 90,6	98,4	
Octane	C ₈ H ₁₈	- 56,8	125,6	Liquide
Nonane	C ₉ H ₂₀	- 53,7	150,7	
Décane	C ₁₀ H ₂₂	- 29,8	174,0	

Pour les alcanes à chaîne linéaire: en passant du méthane au décane, le nombre de carbone .(augmente de 1 à 10 et en même temps, le point d'ébullition augmente de (-161°C) à (174°C) .On peut conclure que quand la chaîne carbonée augmente, le point d'ébullition augmente

N.B : Pour déterminer l'état physique d'un alcane à une température donnée, on trace un axe sur lequel on indique les points d'ébullition et de fusion puis on les compare

- Si la température de l'hydrocarbure est inférieure à sa température de fusion, il est à l'état solide.
- Si la $T_{fusion} < T_{hydrocarbure} < T_{ébullition}$: il est à l'état liquide.
- Si la température de l'hydrocarbure est supérieure à sa température d'ébullition, il est à l'état gazeux.

Etat physique du pentane à la température 25 °C

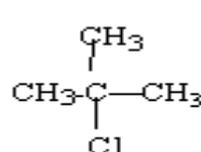


Le pentane bout à 36°C et cette température est supérieure à la température 25°C donc le pentane est liquide à 25°C.

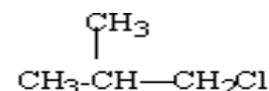
Nomenclature des dérivés halogénés des alcanes:

CH₃-CH₂-CH₂CH₂Cl: 1-chlorobutane.

CH₃-CH₂-CHCl-CH₃ : 2-chlorobutane.



2-chloro-2-méthylpropane



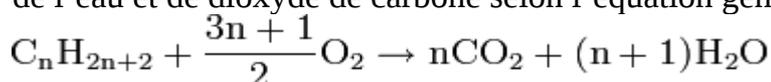
1-chloro-2-méthylpropane

R

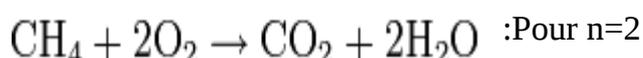
réactions chimiques des alcanes

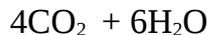
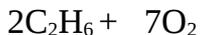
*Combustion complète des alcanes:

La combustion complète d'un alcane (en présence d'une quantité suffisante de dioxygène) produit de l'eau et de dioxyde de carbone selon l'équation générale :



(Pour n=1)





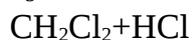
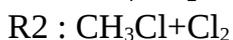
.N.B : cette réaction est exothermique : elle produit beaucoup de chaleur

:Réaction de substitution*

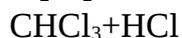
Exposé à la **lumière diffuse**, un mélange gazeux du méthane et de dichlore entre en réaction. Un .atome H est remplacé par un atome Cl



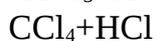
chlorométhane



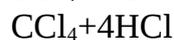
dichlorométhane



trichlorométhane (chloroforme)



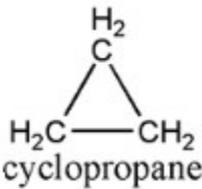
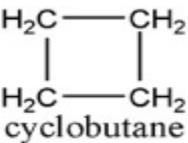
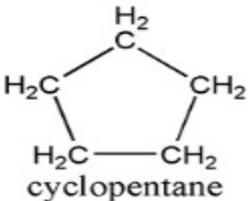
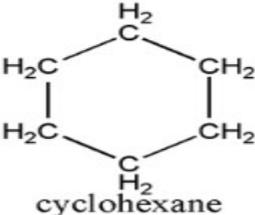
tétrachlorométhane.



HCl : chlorure d'hydrogène.

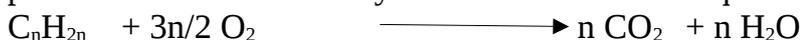
Cycloalcanes : Ce sont des hydrocarbures saturés à chaînes fermées. Ils ont une formule générale : C_nH_{2n} avec $n \geq 3$. Ce sont des isomères de structure des alcènes.

Dans ces composés toutes les liaisons carbone- carbone sont covalentes simples.

n	Formule moléculaire	Formule semi-développée et nomenclature
3	C_3H_6	 cyclopropane
4	C_4H_8	 cyclobutane
5	C_5H_{10}	 cyclopentane
6	C_6H_{12}	 cyclohexane

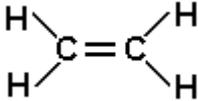
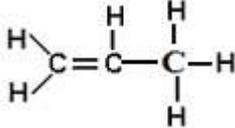
***Combustion complète des cycloalcanes:**

La combustion complète d'un cycloalcane (en présence d'une quantité suffisante de dioxygène) produit de l'eau et de dioxyde de carbone selon l'équation générale :



Les alcènes

Les **alcènes** sont des hydrocarbures insaturés, caractérisés par une double liaison covalente entre deux atomes de carbone. Les alcènes ont une formule brute de la forme C_nH_{2n} où n est un entier naturel supérieur ou égal à 2. L'alcène le plus simple est l'éthylène (nom usuel de l'éthène). Il faut utiliser le même nom que celui de l'alcane portant le même nombre d'atomes de carbone, en utilisant le suffixe « -ène » plutôt que « -ane »

n	Formule moléculaire	Formule développée	Semi-développée	nom
2	C_2H_4		$CH_2=CH_2$	Ethène
3	C_3H_6		$CH_3-CH=CH_2$	Propène

Réactions des alcènes :

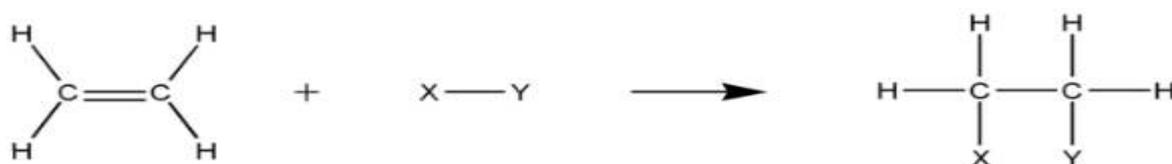
- Réactions de combustion complète

Les alcènes brûlent en présence de dioxygène pour donner de dioxyde de carbone et de la vapeur d'eau.



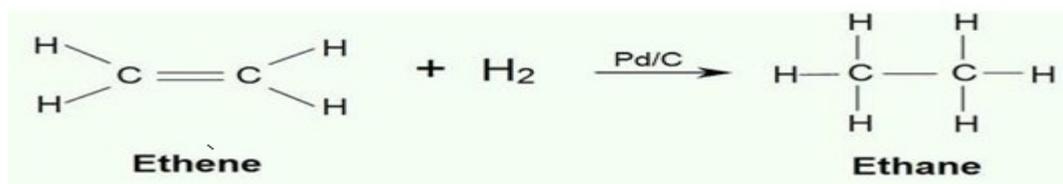
- Réactions d'addition :

Les alcènes font des réactions d'addition: L'ouverture de la double liaison permet de fixer sur la molécule deux atomes ou groupes d'atomes



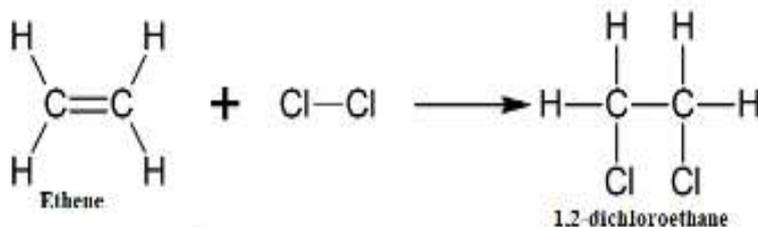
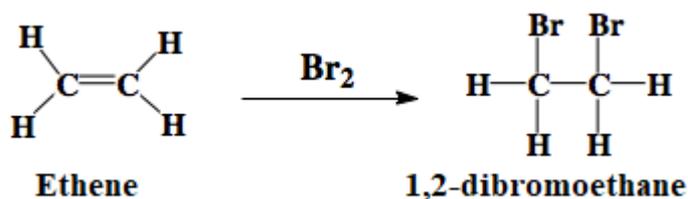
- Hydrogénation (addition de dihydrogène H_2) :

La réaction d'hydrogénation se fait en présence d'un catalyseur (Ni ou Pd), elle permet d'obtenir un alcane à partir d'un alcène.



- **Halogénéation (addition de dihydrogène Cl₂, Br₂,...):**

L'addition d'un halogène (Cl₂, Br₂, I₂ ou F₂) sur un alcène permet d'obtenir un dérivé dihalogéné.



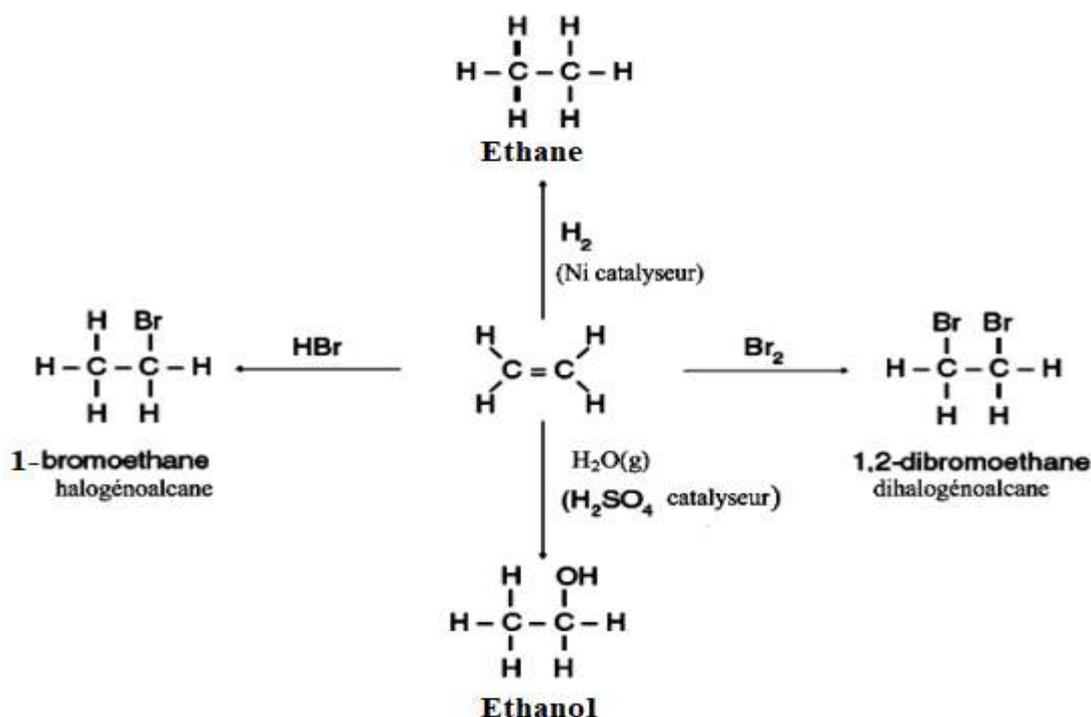
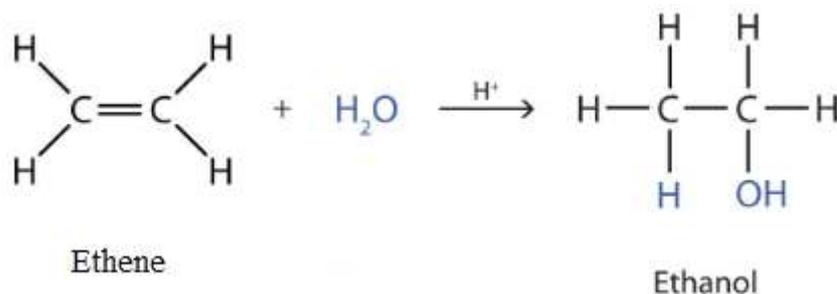
- **Hydrohalogénéation (addition de HCl, HBr, ...):**

L'addition de (HCl, HBr, HI ou HF) sur un alcène permet d'obtenir un dérivé monohalogéné.



- **Hydratation (addition de dihydrogène H₂O):**

L'addition de l'eau (H₂O) sur l'éthène permet d'obtenir un alcool : l'éthanol. Cette réaction se fait dans un milieu acide (H⁺).



Les

alcynes:

Les **alcynes** sont des hydrocarbures possédant une insaturation caractérisée par la présence d'une triple liaison carbone-carbone. Les alcynes, ou hydrocarbures insaturés, ont pour formule générale : C_nH_{2n-2} .

Les alcynes se nomment comme les alcanes correspondants, en remplaçant la terminaison « -ane » par la terminaison « -yne ». Hors nomenclature IUPAC, le premier terme, C_2H_2 , est également appelé acétylène.

n	Formule moléculaire	Formule développée	Semi-développée	nom
2	C_2H_2	$H-C\equiv C-H$	$H-C\equiv C-H$	Ethyne Acétylène
3	C_3H_4	$ \begin{array}{c} H \\ \\ H-C-C\equiv C-H \\ \\ H \end{array} $	$H_3C-C\equiv C-H$	Propyne

Réactions de combustion complète

Les alcynes brûlent en présence de dioxygène pour donner de dioxyde de carbone et de la vapeur d'eau

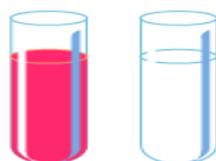


N.B.: Pour distinguer un alcane d'un alcène, on peut réaliser un test chimique : le test au dibrome.

On ajoute quelques gouttes de dibrome (coloration orange) au produit testé, si la coloration disparaît donc il s'agit d'un alcène mais si la coloration persiste donc c'est un alcane.

Lorsqu'on fait réagir une solution aqueuse diluée de **dibrome** avec un alcène, celle-ci se décolore. Il s'agit d'une réaction addition.

Remarque : Le réactif caractéristique des alcènes est le **dibrome en solution aqueuse diluée**.



alcène + dibrome → solution incolore de dibromoalcane.

Exemple : éthylène + dibrome → solution incolore de dibromoéthane.
 $H_2C = CH_2 + Br_2 \rightarrow H_2BrC - CBrH_2$.