

I. Squelette carboné d'une molécule

I. 1. Activité : Quelle est la structure d'une molécule organique

<http://marc.morin35.free.fr/lycee/1ereS/Chimie/transparent%20constitution%20d'une%20molecule.pdf>

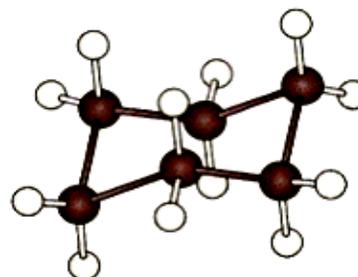
Ci-dessous quelques exemples de formules :



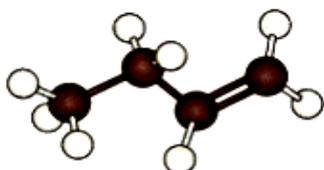
butane



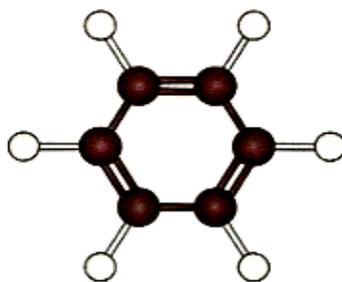
2-méthylpropane



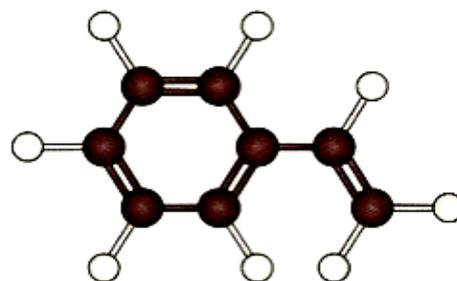
cyclohexane



but-1-ène



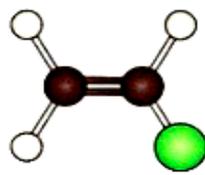
benzène



styrène



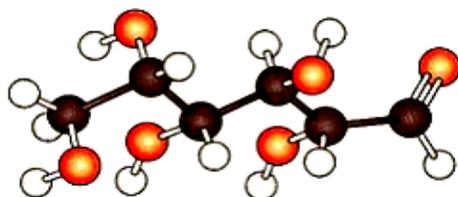
butan-1-amine



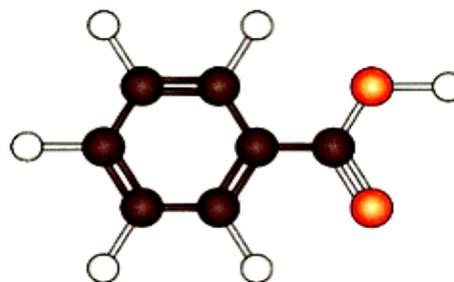
Chlorure de vinyle



propan-1-ol



glucose



Acide benzoïque

I. 2- Exploitation :

a- Sachant que les atomes sont représentés par des sphères telles que :

atome	Hydrogène	Azote	Chlore	Oxygène	Carbone
couleur	Blanche	Bleu	Vert	Rouge	Noire

Quelle remarque peut-on tirer de la représentation de ces molécules ?

- b- Qu'est en commun toutes ces molécules ?
 c- 2- Qu'est-ce qui distingue les molécules des deux premières lignes de celles des lignes suivantes ?
 d- Quels sont les éléments chimiques qui dominent dans chaque représentation ?

I. 3- Conclusion :

Les **molécules organiques** sont essentiellement constituées d'atomes de **carbone** et d'**hydrogène**, parfois d'atomes d'oxygène, d'azote, de soufre...

L'atome de **carbone** est **tétravalent** : lorsqu'il est inséré dans une molécule, il forme quatre **liaisons covalentes** pour vérifier la règle de l'**octet**. Mais les atomes de carbone ont plusieurs façons de s'enchaîner entre eux au sein d'une molécule.

II. les différents types de squelettes carbonés :

- On appelle chaîne carbonée ou squelette carboné l'enchaînement des atomes de carbone liés entre eux par des liaisons covalentes.
- Les atomes de carbone du squelette d'une molécule sont liés essentiellement à des atomes d'hydrogène.
Lorsque d'autres types d'atomes (O, N, ...) se lient aux atomes de carbone du squelette, ce groupe d'atome est appelé **groupe caractéristique**.
- Le **squelette carboné** peut avoir différentes formes selon la façon dont s'enchaînent les atomes de carbone entre eux : il peut être **saturé** ou **insaturé**, **linéaire** ; **ramifié** ou **cyclique**.
- Une chaîne carbonée est dite **linéaire** si elle est formée d'atomes de carbones liés au plus à deux autres atomes de carbone.
- Une chaîne carbonée est dite **ramifiée** si elle possède un atome de carbone qui est lié à au moins 3 atomes de carbone.
- Une chaîne carbonée ne contenant que des **liaisons simples** carbone-carbone est dite **saturée**. Une chaîne carbonée contenant des **liaisons multiples** carbone-carbone est dite **insaturée**.
- Une chaîne carbonée est dite **cyclique**, si sa chaîne carbonée forme un cycle.

III. Représentation des molécules organiques :

III. 1. La formule brute :

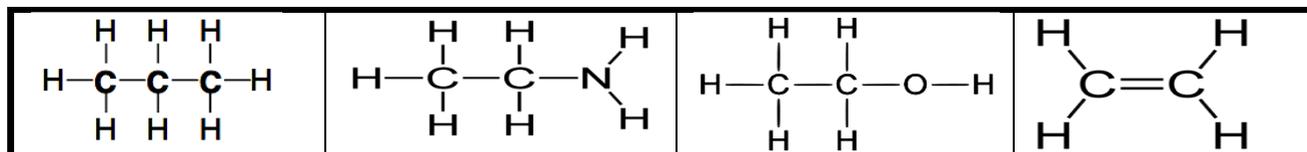
La formule brute d'une molécule organique nous renseigne sur la nature et le nombre des différents atomes constitutifs. Elle permet de déterminer la masse molaire de cette molécule.

Exemples : Donner la formule brute de chaque molécule représentée dans l'activité.

C_4H_{10} , C_6H_{12} , C_2H_3Cl

III. 2. La formule développée plane :

La formule développée fait apparaître tous les atomes et toutes les liaisons entre les atomes de la molécule.



III. 3-formule chimique semi-développée

La formule semi développée ne montre pas les liaisons entre les hydrogènes et les autres atomes.

$\text{H}_3\text{C}-\text{OH}$	$\text{CH}_3-\underset{\text{OH}}{\text{CH}}-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{OH}$	$\text{H}_2\text{C}=\overset{\text{CH}_3}{\text{C}}-\text{CH}_2-\text{CH}_3$	$\text{H}_3\text{C}-\text{CH}_2-\text{CH}_3$
--------------------------------	---	--	--

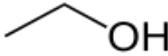
III. 4-La représentation topologique :

La formule topologique est une représentation simplifiée des molécules organiques dans laquelle les atomes de carbone et la majorité des atomes dihydrogène ne sont pas représentés. Par contre, les **hétéroatomes** (oxygène, azote, chlore etc...) et les éventuels **atomes d'hydrogène** qu'ils portent, sont représentés.

Règles :

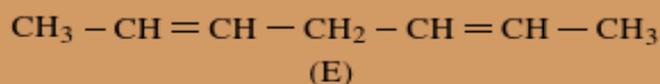
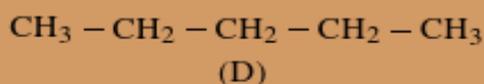
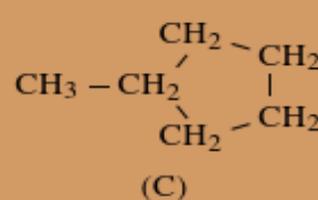
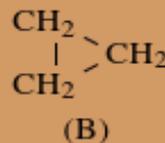
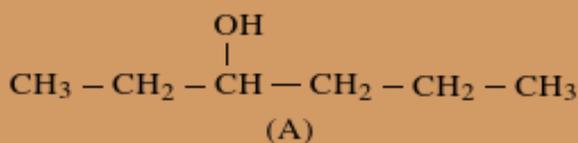
- La chaîne carbonée est représentée par une ligne brisée (en zigzag) portant éventuellement des ramifications. Ni les atomes de carbone ni les atomes d'hydrogène qui leur sont liés ne sont représentés.
- la liaison entre les atomes de carbones est représentée par un segment dont chaque extrémité correspond à un atome de carbone.
- Les double liaisons sont représentées par des doubles segments.

Exemples :

$\text{CH}_3-\text{CH}=\text{CH}_2$	$\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_3$	CH_3-OH
		

Exercice d'application 2 :

Donner l'écriture topologique des espèces ayant la formule semi-développée suivante :



IV. Les hydrocarbures saturés : les alcanes et les cyclanes

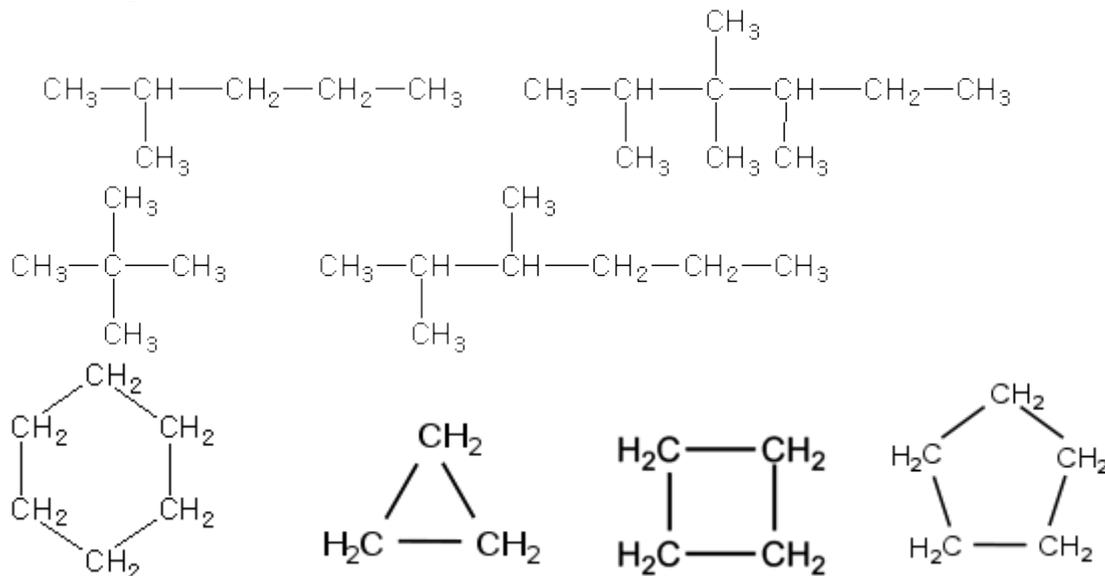
IV. 1. Définitions :

- a- Les alcanes sont des hydrocarbures saturés (ils sont constitués par des atomes de carbone et des atomes d'hydrogène liés entre eux par des liaisons simples C-C et C-H).

La formule brute générale des alcanes est : $\text{C}_n\text{H}_{2n+2}$ (n : entier naturel non nul).

b- Les cyclanes sont des hydrocarbures saturés présentant au moins un cycle . de formule brute C_nH_{2n} (avec $n \in \mathbb{N}$, $n \geq 2$).

c- Exemples :



IV. 2- Nomenclature des alcanes :

a) Les alcanes à chaîne carbonée linéaire :

Règle 1 :

Les quatre premiers alcanes linéaires sont appelés :

alcane	CH_4	C_2H_6	C_3H_8	C_4H_{10}
Nom	Méthane	éthane	propane	butane

Les noms des alcanes linéaires comportant un nombre d'atomes de carbone supérieur à quatre sont obtenus en faisant suivre du suffixe "ane" un préfixe numérique d'origine grecque.

Nombre d'atomes de carbone	Formule brute	Nom
5	C_5H_{12} : $CH_3-CH_2-CH_2-CH_2-CH_3$	pentane
6	C_6H_{14} : $CH_3-CH_2-CH_2-CH_2-CH_2-CH_3$	hexane
7	C_7H_{16} : $CH_3-CH_2-CH_2-CH_2-CH_2-CH_2-CH_3$	heptane
8	C_8H_{18} : $CH_3-CH_2-CH_2-CH_2-CH_2-CH_2-CH_2-CH_3$	octane
9	C_9H_{20} : $CH_3-CH_2-CH_2-CH_2-CH_2-CH_2-CH_2-CH_2-CH_3$	nonane
10	$C_{10}H_{22}$: $CH_3-CH_2-CH_2-CH_2-CH_2-CH_2-CH_2-CH_2-CH_2-CH_3$	décane

b) les groupes d'alkyles non ramifiés

Un groupement ou groupe univalent dérivant d'un alcane linéaire est formellement obtenu par enlèvement d'un atome d'hydrogène sur un atome de carbone terminal.

Le nom d'un radical alkyl s'obtient à partir du nom de l'alcane correspondant (qui a le même nombre d'atomes de carbones) en échangeant la terminaison (ane) par (yle). générale :



Formule du groupe alkyle	Nom du groupe alkyle
$-CH_3$	groupe méthyle
$-CH_2-CH_3$ ou $-C_2H_5$	groupe éthyle
$-CH_2-CH_2-CH_3$ ou C_3H_7	groupe propyle
$-CH_2-CH_2-CH_2-CH_3$	groupe butyle
$-CH_2-CH_2-CH_2-CH_2-CH_3$	groupe pentyle

c) Les alcanes à chaîne carbonée ramifiée :

Une chaîne carbonée est ramifiée si au moins un des atomes de carbone, appelé carbone ramifié, est lié à trois ou quatre autres atomes de carbone.

d) Nomenclature des alcanes :

Règles de nomenclature :

- d- La chaîne carbonée la plus longue dite chaîne principale possède le plus grand nombre de carbone. donne le nom de l'alcane.
- e- La chaîne carbonée la plus longue est appelée chaîne principale. Son nombre d'atomes détermine le nom de l'alcane.
- f- On numérote la chaîne principale de façon à ce que le numéro du premier atome de carbone portant une ramification soit le plus petit possible.
- g- Ce nom est précédé des groupes alkyles placés sur cette chaîne (par ordre alphabétique et en enlevant le « e » final).
- h- L'ensemble est précédé des numéros des atomes de carbone qui portent les ramifications.
- i- S'il y a plusieurs groupes substituant, ils sont placés par ordre alphabétique (sans les préfixes multiplicateurs). S'il y a plusieurs fois le même groupe dans la molécule, on utilise un préfixe :

Pour deux substituant identique son utilise le Préfixe « di »

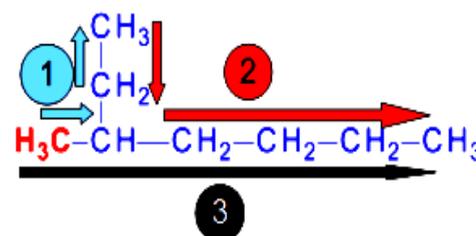
Pour trois substituant identique son utilise le Préfixe « tri »

Pour quatre substituant identique son utilise le Préfixe « tétra »

Méthode :**1. Repérage de la chaîne carbonée linéaire la plus longue, elle constituera la chaîne principale :**

- Chaîne n°1 : constituée de 4 atomes de carbone
- Chaîne n°2 : constituée de 7 atomes de carbone
- Chaîne n°3 : constituée de 6 atomes de carbone

Dans le cas présent, la chaîne carbonée principale est

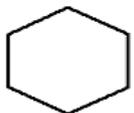
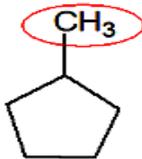
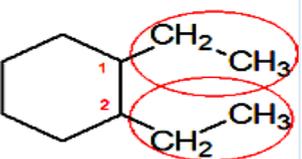
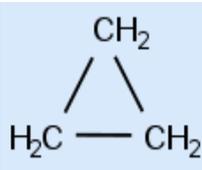
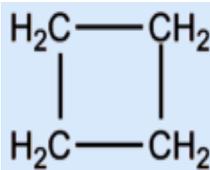


$ \begin{array}{c} \text{CH}_3 \\ \\ \text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \text{C} - \text{CH} - \text{CH} - \text{CH}_2 - \text{CH}_3 \\ \quad \quad \\ \text{CH}_2 \quad \text{CH}_3 \quad \text{CH}_3 \\ \\ \text{CH}_3 \end{array} $	
$ \begin{array}{c} \text{H}_3\text{C} - \text{CH}_2 - \text{CH} - \text{CH}_3 \\ \quad \quad \\ \text{CH}_2 \quad \text{CH}_2 \quad \text{CH} \\ \quad \quad \\ \text{H}_3\text{C} \quad \text{CH}_2 \quad \text{CH}_3 \end{array} $	
$ \begin{array}{c} \text{CH}_3 \\ \\ \text{CH}_3 - \text{CH} - \text{CH} - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{CH}_3 \\ \\ \text{CH}_2 \\ \\ \text{CH}_3 \end{array} $	
$ \begin{array}{c} \text{H}_3\text{C} - \text{CH}_2 - \text{CH} - \text{CH}_2 - \text{CH}_3 \\ \\ \text{CH}_2 \\ \\ \text{CH}_3 \end{array} $	

e) Nomenclature des cyclanes (cycloalcanes):

Règles de nomenclature :

On nomme les alcanes cycliques ou les cyclanes par le nom de l'alcane Précédé du préfixe cyclo.

				
Cyclohexane	méthylcyclopentane	1,2-diéthyl cyclohexane	cyclopropane	cyclobutane

V. Les hydrocarbures non saturés : les alcènes et la dérivée éthylénique :

V. 1. Définition :

Les alcènes sont des hydrocarbures insaturés, non cycliques, qui possèdent une double liaison (C=C), et dont la formule brute générale est C_nH_{2n} , où $n \geq 2$.

Toutes les autres molécules qui possèdent dans leur squelette carboné une double liaison (C=C), mais dont la formule brute est différente de C_nH_{2n} , sont appelés des dérivés éthyléniques.

Exemples :

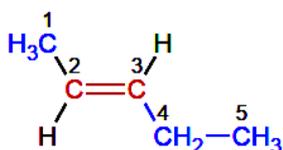


V. 2. Nomenclature des alcènes :

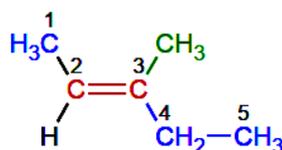
Pour nommer un alcène on suit les étapes suivantes :

- On détermine la chaîne carbonée principale qui contient la liaison double .
- On numérote cette chaîne de façon que le premier atome contenant la liaison double ait le plus petit numéro possible.
- On remplace dans le nom de l'alcane le suffixe (-ane) par le suffixe (-ène).
- On précise comme pour les alcanes ramifiés les positions des alkyles .

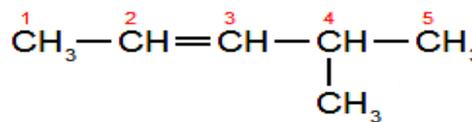
Exemples :



Pent-2-ène



3-méthylpent-2-ène



4-méthylpent-2-ène

Application :

A. Donnez le nom des alcènes suivants :

1. $\text{H}_2\text{C} = \text{CH} - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{CH}_3$
2. $\text{CH}_2 = \text{CH}(\text{CH}_3) - \text{CH}_3$
3. $\text{CH}_3 - (\text{CH}_2)_4 - \text{CH} = \text{CH}_2$
4. $(\text{H}_3\text{C})_2\text{CH} - \text{CH} = \text{CH} - \text{CH}_2 - \text{CH}_3$

B. Donnez les formules semi-développées des alcènes suivants :

1. le 2-méthylbut-1-ène
2. le prop-1-ène

V. 3. Isomérisation :

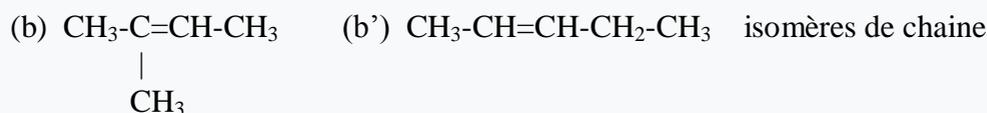
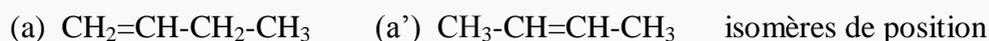
a- Définition :

On appelle isomères, des molécules ayant la même formule brute mais des représentations développées ou semi développées différentes.

b- types d'isomérisation

→ Isomérisation de constitution :

On parle d'isomérisation de constitution lorsque les molécules ont la même formule brute mais des formules développées et semi-développées différentes elles diffèrent donc dans l'enchaînement des atomes (isomère de chaîne) ou par la position du double lien dans la chaîne carbonée (isomère de position) .

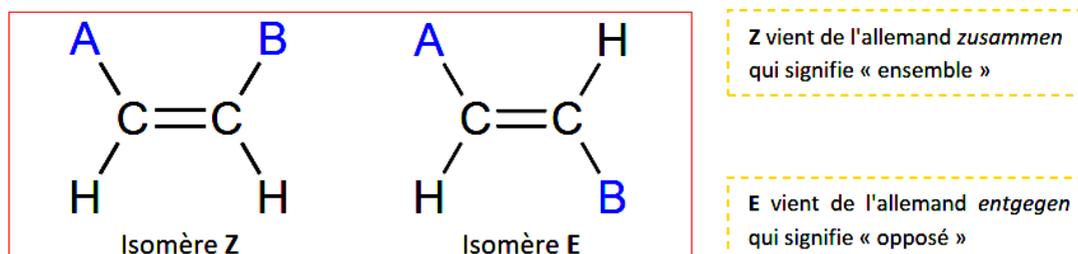


→ Stéréoisomère ou Isomérisation de configuration Z et E (ou cis-trans):

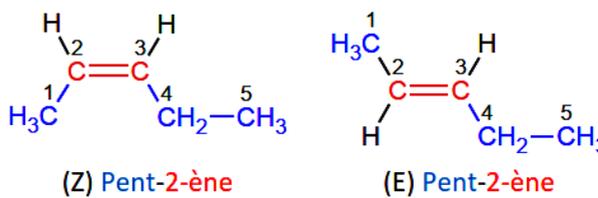
Les isomères de configuration ont la même formule développée mais ne sont pas superposables dans l'espace.

La double liaison dans un alcène entraîne la présence des stéréoisomères car cette liaison s'oppose à la rotation autour de son axe. $\text{CHX}=\text{CHY}$

Si les deux atomes d'hydrogènes sont dans le même demi plan par rapport à l'axe de la double liaison ($\text{C}=\text{C}$) le stéréoisomère est **Z** (cis) dans le cas contraire, il est **E** (trans).

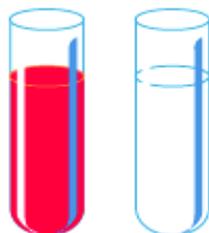


Exemples :



V. 4. Test d'identification des alcènes

On teste la présence d'un alcène par l'eau de brome qui perd sa coloration orange en présence de l'alcène.



alcène + dibrome → solution incolore de dibromoalcane.

Exemple : éthylène + dibrome → solution incolore de dibromoéthane.



Remarques :

- ✓ Deux isomères peuvent avoir des propriétés chimiques et physiques différentes.
- ✓ Deux molécules qui sont images l'une de l'autre dans un miroir et qui ne sont pas superposables sont des **énantiomères**.
- ✓ Des énantiomères ont des propriétés chimiques et physiques identiques.

VI. Influence de la chaîne carbonée sur les propriétés physiques des composés organiques

La **longueur** de la **chaîne carbonée** des composés organiques linéaires d'une même famille **influe** sur ses **propriétés physiques**.

En règle générale, plus la chaîne carbonée d'un composé organique **linéaire** est **longue**, et plus :

- ses **températures d'ébullition** et de **fusion** sont **élevées** ;
- sa **densité** par rapport à l'eau ou à l'air est **élevée** ;
- sa **solubilité** dans un solvant **diminue**.

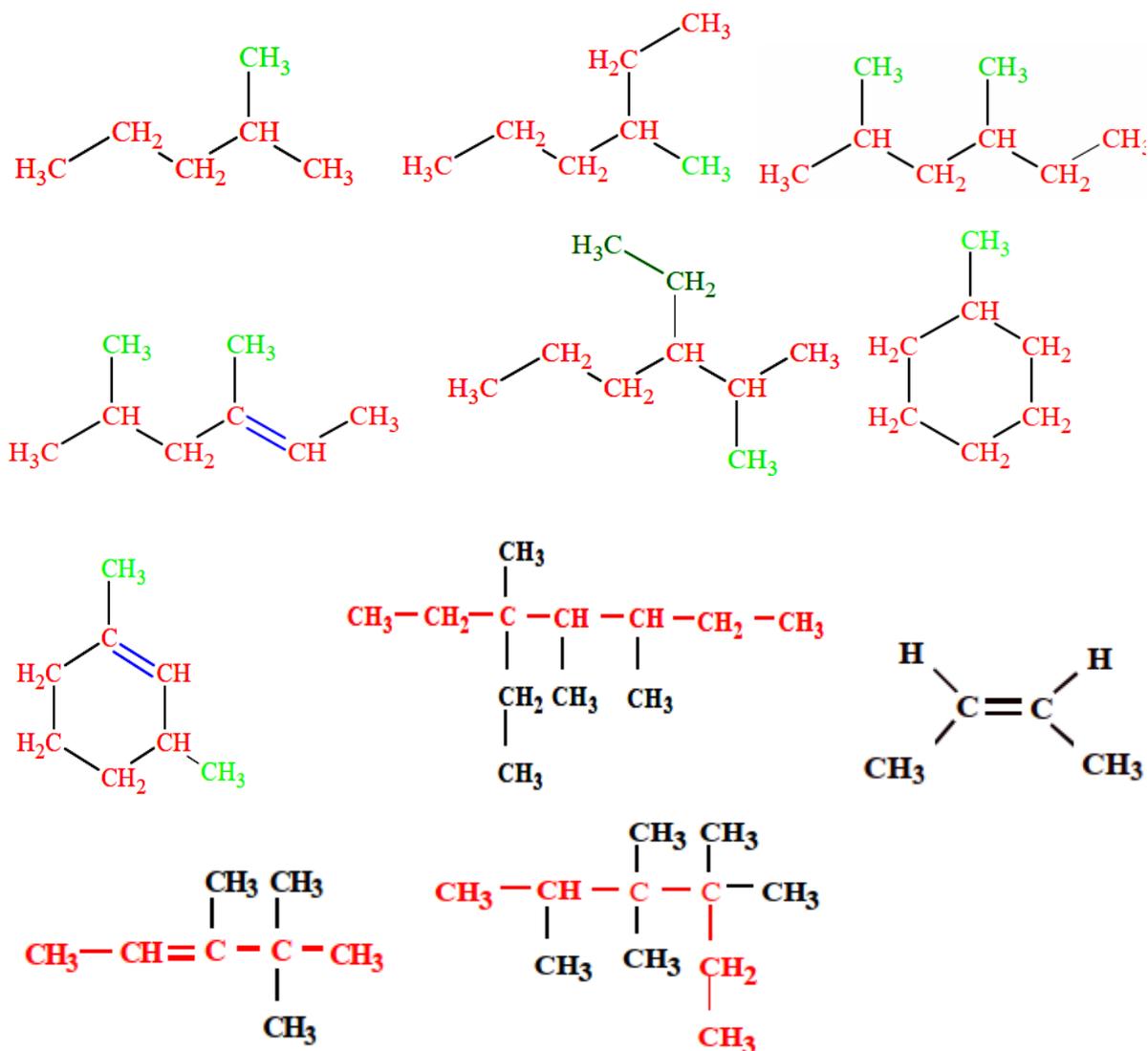
De plus, plus un composé organique est **ramifié**, plus ses **températures de changement d'état** sont **faibles**.

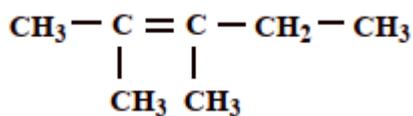
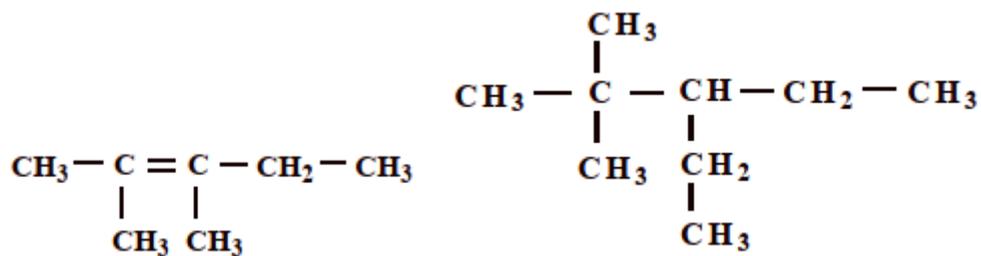
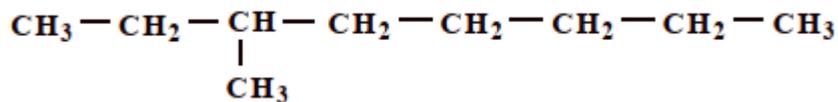
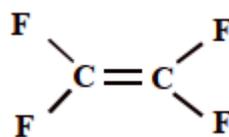
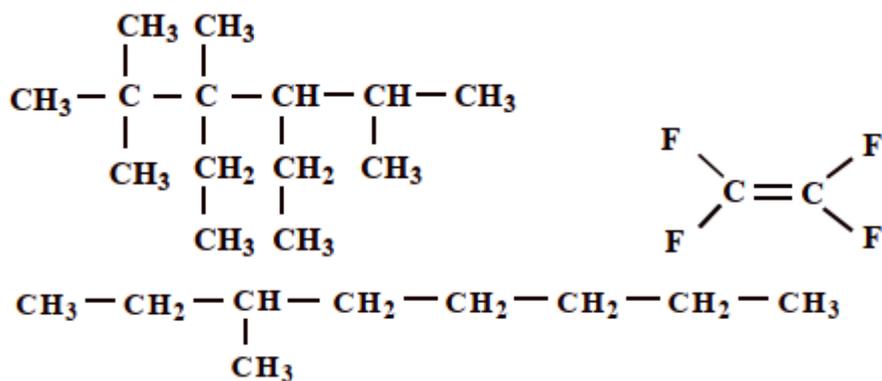
Exercice :

1- Nommer, puis dessiner la formule développée simplifiée des alcanes linéaires suivants :

- a) C_6H_{14} b) C_9H_{20} c) C_2H_6 d) C_8H_{18} e) C_4H_{10} .

2- Nommer, puis écrire la formule brute et topologique de chaque'un des hydrocarbures suivants :





3- Ecrire les formules semi-développées des hydrocarbures et donner leurs noms :

