



Département de génie des procédés

Chimie organique

Pr. FORSAL Issam

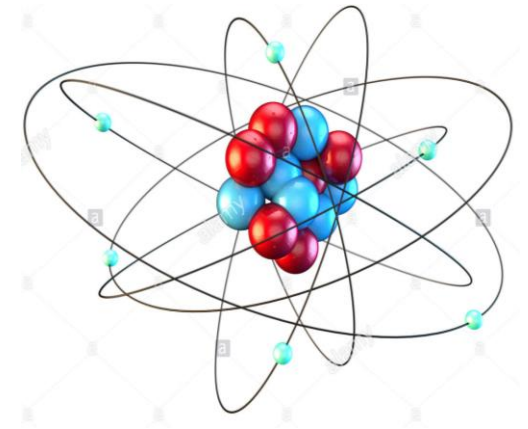
Nomenclature en chimie organique

I- Généralités

- L'atome de carbone est l'atome fondamental des structures vivantes.
- L'étude des molécules complexes à base de carbone est l'objet de la chimie organique dont nous allons étudier ici les bases fondamentales.
- Historiquement le mot chimie organique signifie chimie de la vie, on croyait en effet que seul les êtres vivants pouvaient synthétiser de tels composés.
- Les propriétés remarquables du carbone qui en font la particularité sont directement liées à sa position « centrale » dans la classification périodique.

Rappels sur le carbone :

- Numéro atomique : $Z = 6$
- Configuration électronique : $1s^2 2s^2 2p^2$
- Position dans la classification périodique : Période 2 – Colonne 14



I- Généralités

- Définitions

- La **chimie organique** est la branche de la chimie qui concerne la description et l'étude des **composés organiques**.
- Attention: ne pas confondre avec, qui étudie les molécules fabriquées par les organismes vivants. **La biochimie**
- **Les composés organiques** sont des molécules composées **d'atomes de carbone et d'hydrogène**.
- En plus des atomes de carbone et d'hydrogène, les molécules organiques peuvent contenir des atomes **d'oxygène, d'azote, de soufre**, des **halogènes (chlore, fluor, brome,...)** ainsi que plus rarement autres atomes.

I- Généralités

⁶C

L'atome de carbone possède 6 électrons.

Couches électroniques

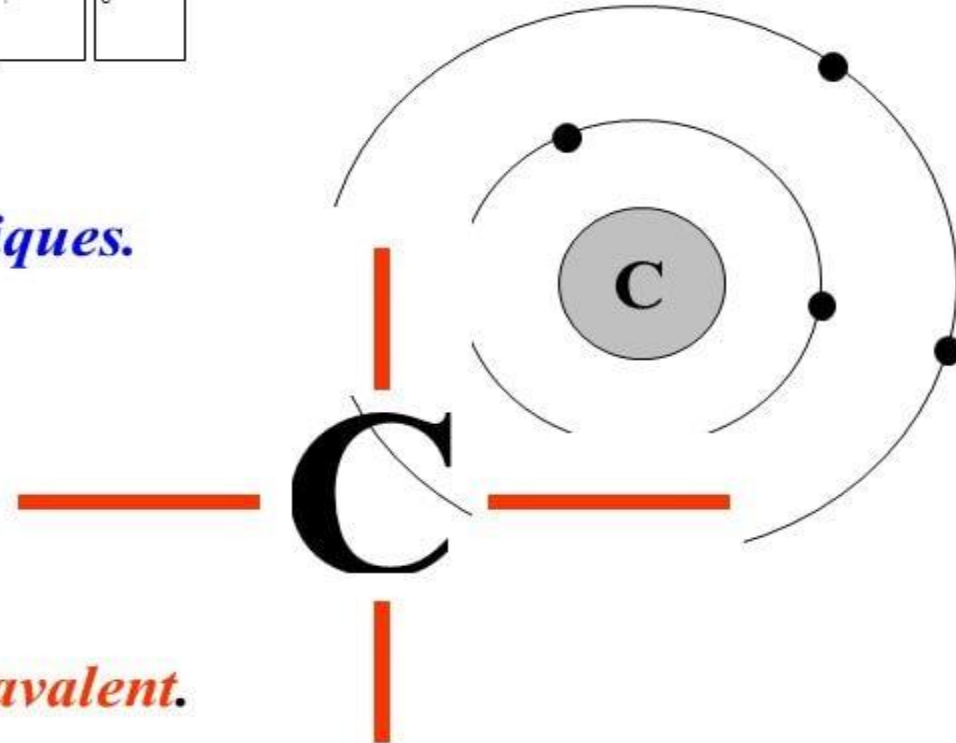
L	1 ●	2 ●	3 ●	4 ●	5	6	7	8
K	1 ●	2 ●						

Il a 4 électrons périphériques.

*Possibilité de former
quatre liaisons covalentes*

Le carbone est *tétravalent*.

Modèle planétaire

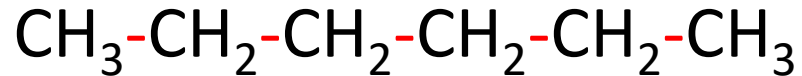


I- Généralités

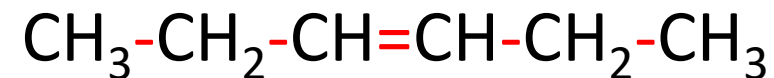
- Les atomes qui composent ces molécules sont toujours liés entre eux par des **liaisons covalentes**: elles peuvent être simples, doubles voire triples!

Exemple de molécule organique:
$$\begin{array}{c} \text{CH}_2 = \text{CH} - \text{CH} - \text{CHO} \\ | \\ \text{CH}_3 \end{array}$$

- **Saturation**: une molécule **saturée** n'est composée que par des liaisons simples, alors qu'une molécule **insaturée** possède au moins une liaison double.



Molécule saturée

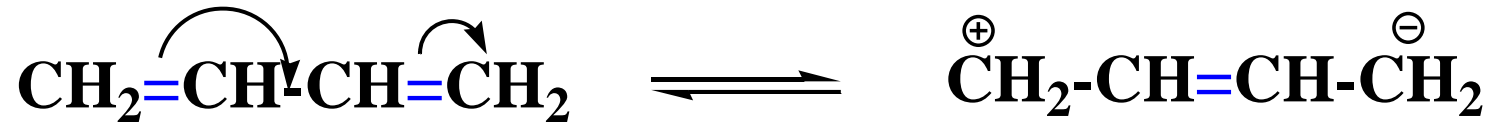


Molécule insaturée

I- Généralités

- **Conjugaison**: un composé **conjugué** est un composé où se produisent des **déplacements d'électrons** le long des liaisons covalentes.

Exemple: une molécule où deux doubles liaisons sont séparées par une simple liaison.

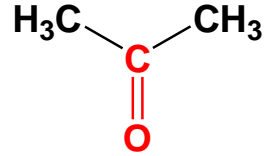


Molécule conjuguée

- **Polarité**: une liaison covalente **polarisée** voit ses électrons se rapprocher d'un des atomes sous l'influence de plusieurs facteurs (**électronégativité**, **effets inductif** ou **mésomère**). Ceci a un grand impact sur la **réactivité** de la liaison.

I- Généralités

Exemple:



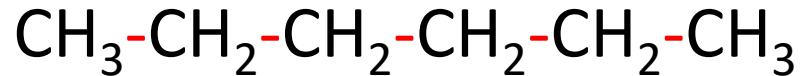
Molécule acétone

L'oxygène plus électronégative que le carbone

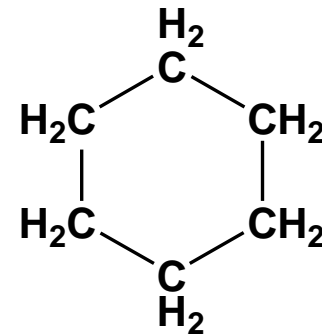
Les deux atomes ne sont pas identiques les électrons mis en commun sont attirés vers l'atome ayant la plus grande électronégativité (EN). Cette liaison est polarisée.

- **Aliphatique:** une chaîne **aliphatique** ne contient aucune conjugaison (linéaire ou cyclique).

Exemple:



Hexane

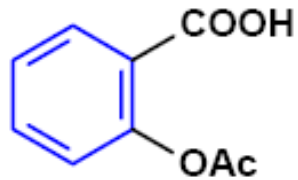
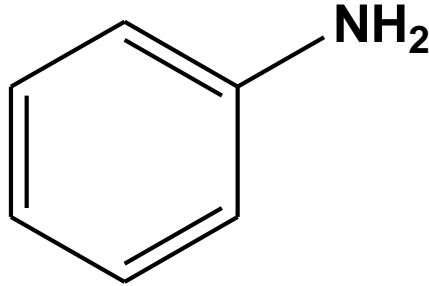


Cyclohexane

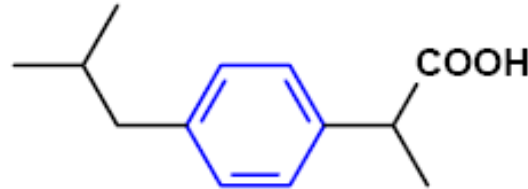
I- Généralités

Aromatique: une molécule **aromatique** contient un **cycle** d'atomes de carbone similaire à celui du benzène (doubles liaisons conjuguées).

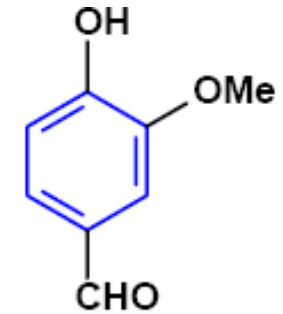
Exemple: aniline



acide 2-acétylbenzoïque
(*aspirine*)

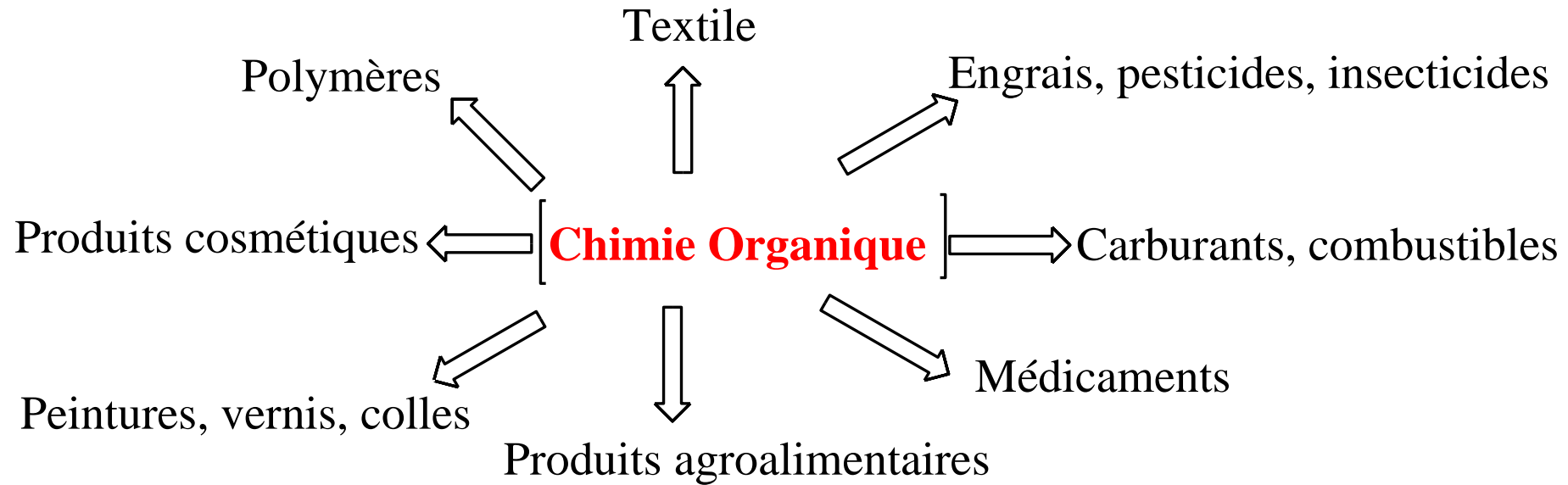


ibuprofène
(anti-douleur)



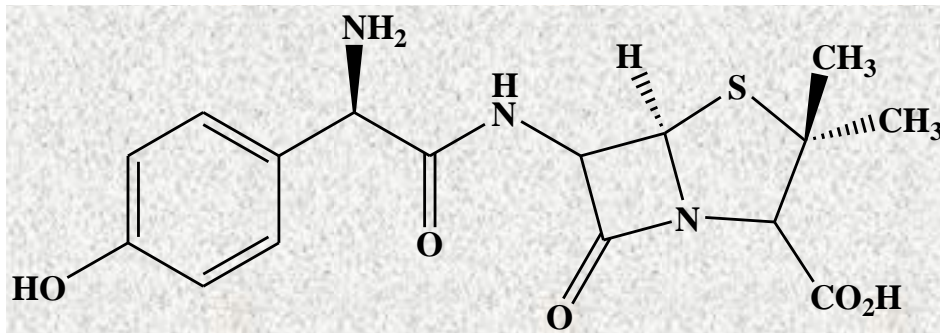
vaniline
(arôme alimentaire)

II- Domaines d'application de la chimie organique



Exemples:

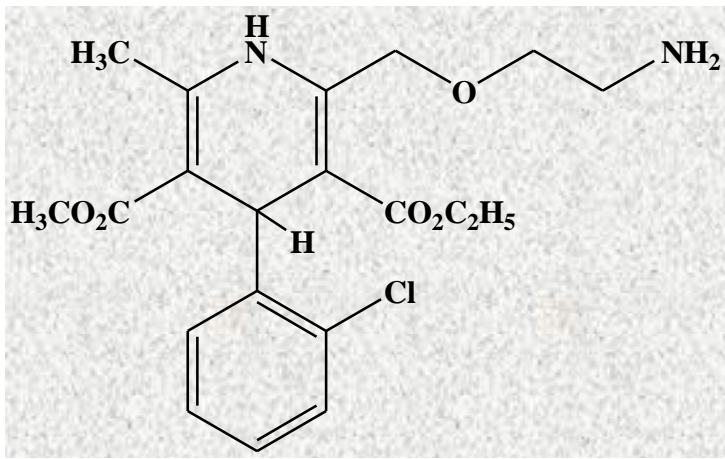
Médicaments:



Nom chimique: Amoxicilline

Nom pharmaceutique: Augmentin®

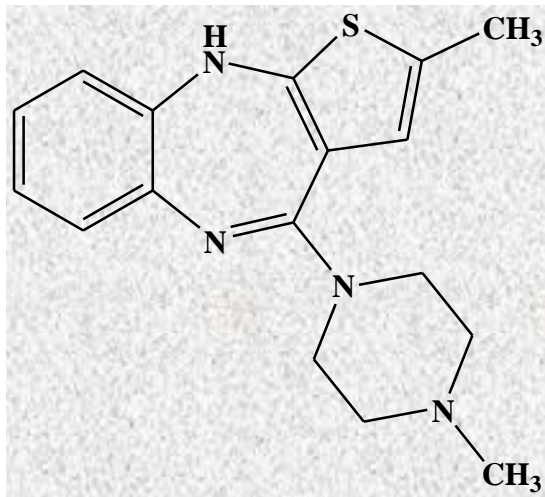
Activité: Antibiotique



Nom chimique: Amlodipine

Nom pharmaceutique: Norvasc®

Activité: Antihypertenseur

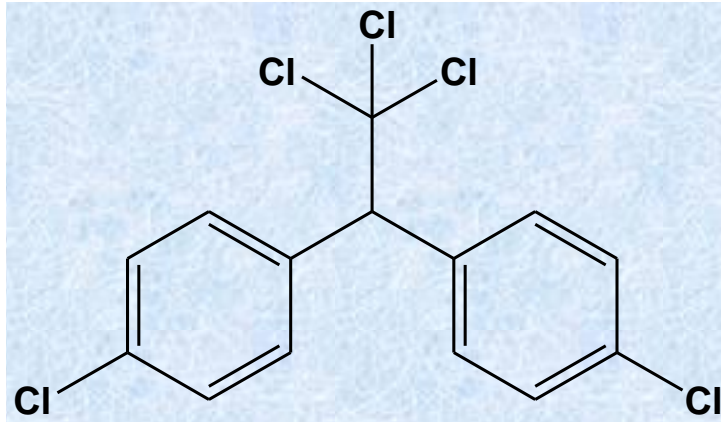


Nom chimique: Olanzapine

Nom pharmaceutique: Zyprexa®

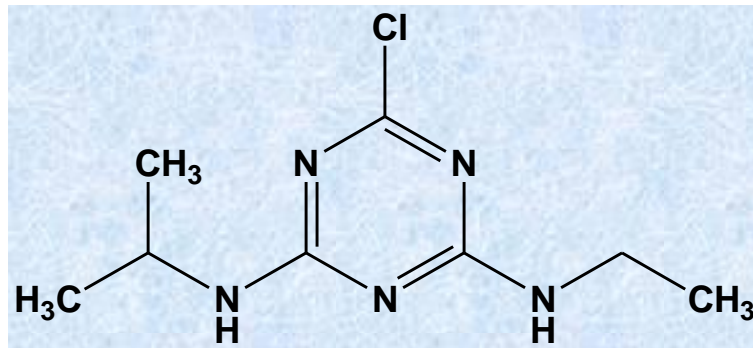
Activité: Neuroleptique

Engrais, pesticides, insecticides



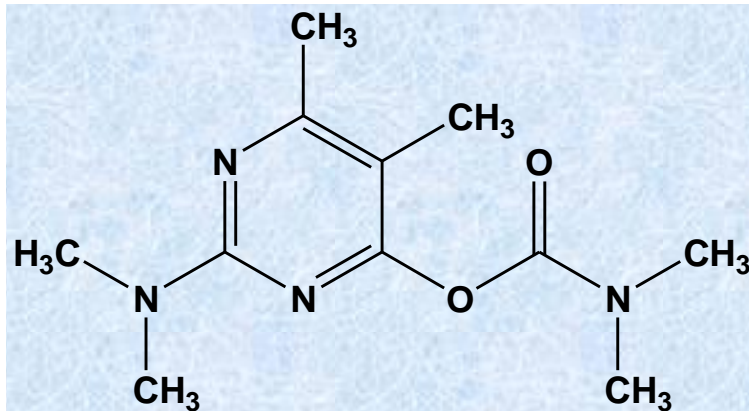
DDT

Insecticide



Atrazine

Herbicide

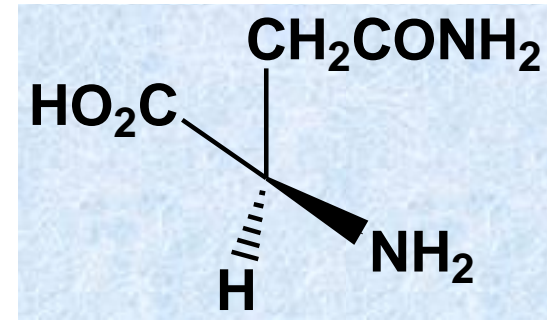
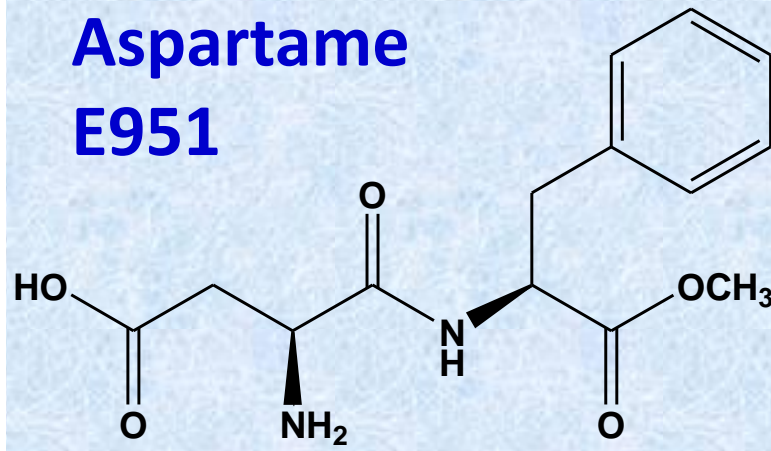


Pirimicarb

Insecticide

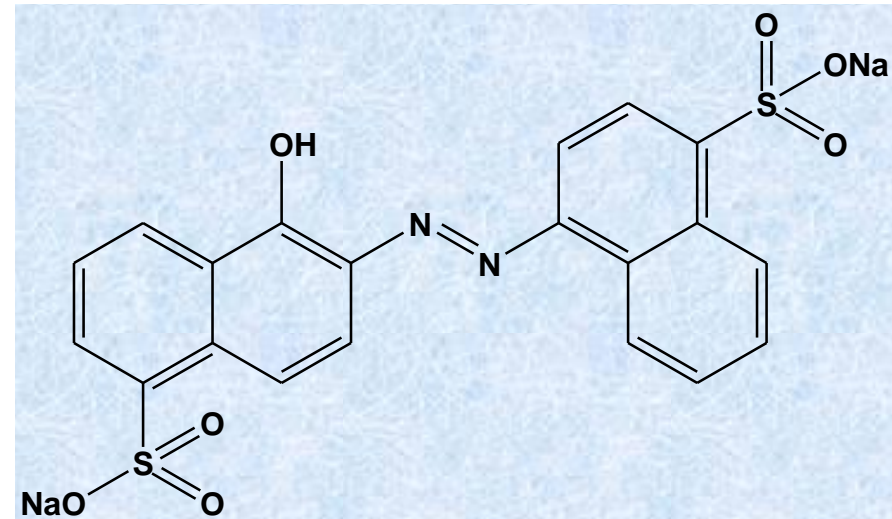
Produits agroalimentaires

**Aspartame
E951**



**Asparagine
Goût sucré**

**Azorubine ou carmoisine
E122**



Carburants/combustibles

Voici la constitution chimique des combustibles et des carburants usuels

Combustible ou carburant	État à température et pression ordinaires	Constituants chimiques	Formule chimique brute
Gaz naturel (ou de ville)	Gazeux	Mélange de : méthane (essentiellement) éthane (un peu)	CH_4 C_2H_6
Gaz stockés en bouteille ou en cuve	Gazeux (mais liquide en bouteille ou en cuve)	Propane Butane	C_3H_8 C_4H_{10}
Essence (SP 95 ou 98)	Liquide	Mélange de heptane et octane principalement	C_7H_{16} C_8H_{18}
Gazole	Liquide	Mélange de plusieurs constituants dont le dodécane	$\text{C}_{12}\text{H}_{26}$

CH_4
méthane

$\text{CH}_3\text{-CH}_3$
éthane

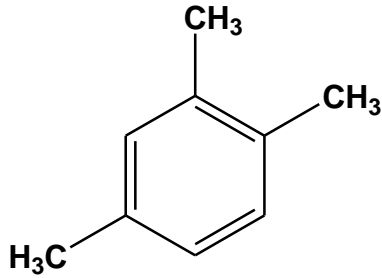
$\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CH}_3$
propane

$\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_3$
butane

$\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_3$
heptane

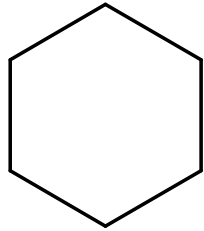
$\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_3$
octane

Peintures, vernis, colles



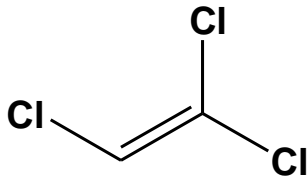
Utilisé pour la formulation de diluants,
peintures, vernies

1,2,4-triméthylbenzène



Peintures, vernis, colles

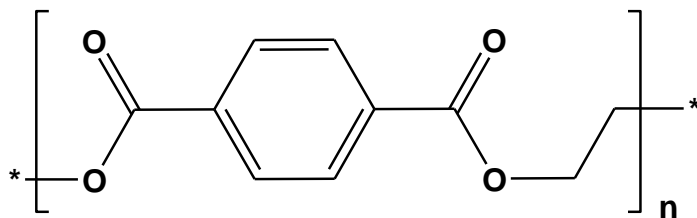
cyclohexane



Peintures, vernis, colles, dégraissant métaux

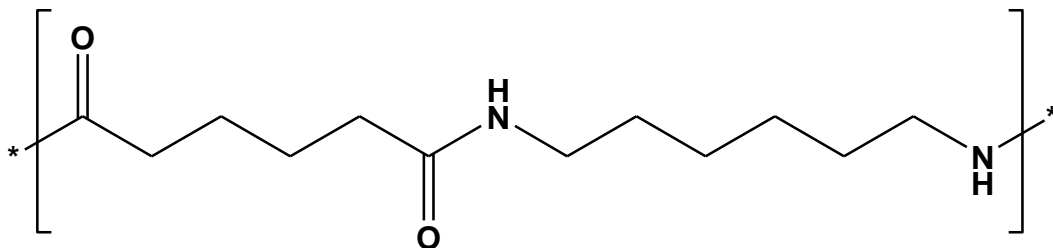
trichloroéthylène

Polymères



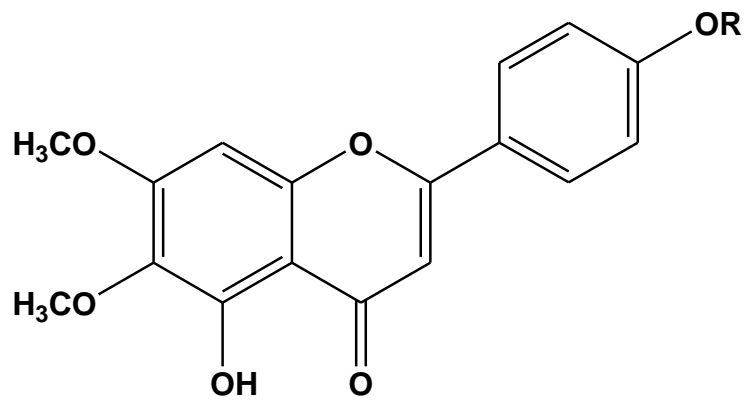
Polyéthylène téréphtalate (PET)
Polyester

Textile



Nylon

Produits cosmétiques



Molécule dermique

III- Structures et formules des molécules organiques

III-1 Ecriture des molécules organiques

- **Formule Brute**

Elle donne la formule de composition de l'espèce considérée, c'est-à-dire les atomes qui la composent et leur nombre respectif.

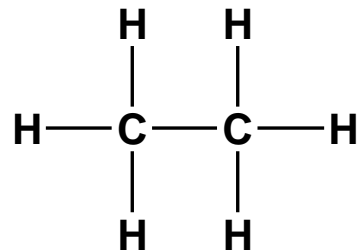
Exemples: C_2H_6 éthane

$\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ éthanol

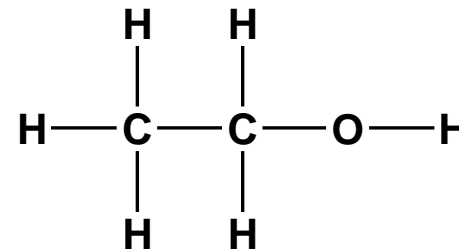
- **Formule développée**

Elle fait apparaître toutes les liaisons formant la molécule considérée

Exemples:



éthane



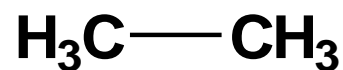
éthanol

III-1 Ecriture des molécules organiques

- **Formule semi-développée**

On ne fait apparaître que les liaisons entre les atomes de carbone et les atomes autres que l'hydrogène

Exemples:



éthane

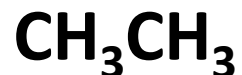


éthanol

- **Formule compacte**

On ne fait pas apparaître de liaison, mais on « range » les atomes par groupes.

Exemples:



éthane

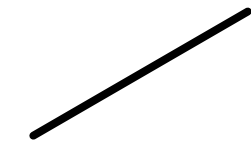


éthanol

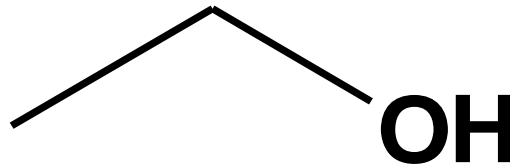
● Formule topologique

Dans cette représentation on omet l'écriture des atomes de carbone ou d'hydrogène : un carbone se situe à la jonction de deux traits (liaisons).

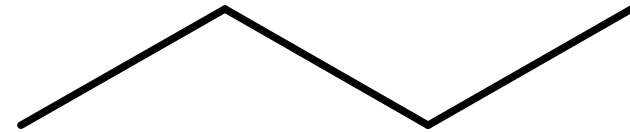
Exemples:



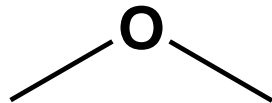
éthane



éthanol



butane



méthoxyméthane

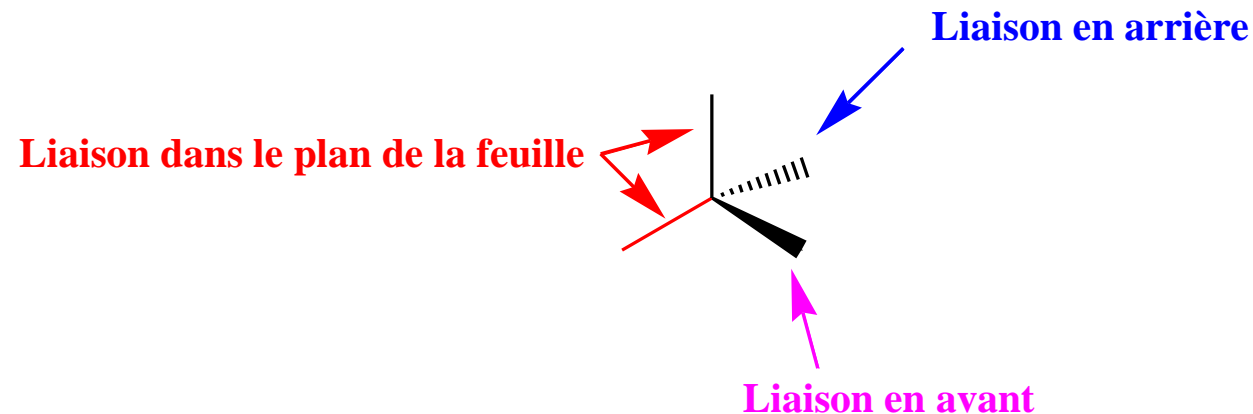
Quelque soit le type d'écriture utilisé, seul l'enchaînement des atomes est spécifié, l'aspect géométrique de la molécule n'apparaît pas ici.

III.2. Représentation des structures spatiales

A. Représentation conventionnelle de Cram:

La **représentation de Cram** permet de spécifier la géométrie d'une molécule en faisant apparaître les liaisons en perspective.

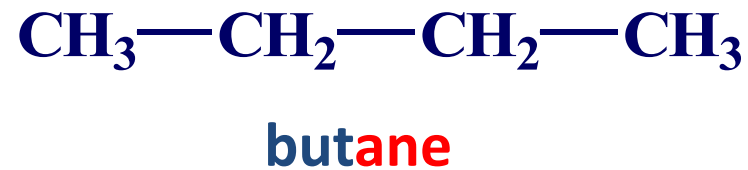
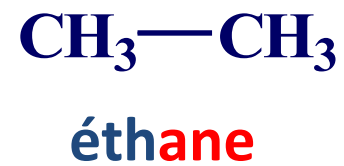
- **Trait plein** : liaison dans le plan de la feuille
 - **Trait gras ou en triangle plein** (la pointe étant du côté de l'atome dans le plan) : liaison hors du plan et en avant.
 - **Trait pointillé ou triangle hachuré** (la pointe étant du côté de l'atome dans le plan) : liaison hors du plan et en arrière.



VI- Nomenclature des hydrocarbures: Alcanes

VI-1 Alcane à chaîne droite

- ▶ Les composés organiques se nomment en fonction du nombre de carbones qu'ils contiennent.
- ▶ Le nom de tous les alcanes portent le suffixe **ane**.



VI-1 Alcane à chaîne droite

Nom	Nb. de C	Formule semi-développée
méthane	1	CH_4
éthane	2	$\text{CH}_3\text{--CH}_3$
propane	3	$\text{CH}_3\text{--CH}_2\text{--CH}_3$
butane	4	$\text{CH}_3\text{--(CH}_2\text{)}_2\text{--CH}_3$
pentane	5	$\text{CH}_3\text{--(CH}_2\text{)}_3\text{--CH}_3$
hexane	6	$\text{CH}_3\text{--(CH}_2\text{)}_4\text{--CH}_3$
heptane	7	$\text{CH}_3\text{--(CH}_2\text{)}_5\text{--CH}_3$
octane	8	$\text{CH}_3\text{--(CH}_2\text{)}_6\text{--CH}_3$
nonane	9	$\text{CH}_3\text{--(CH}_2\text{)}_7\text{--CH}_3$
décane	10	$\text{CH}_3\text{--(CH}_2\text{)}_8\text{--CH}_3$

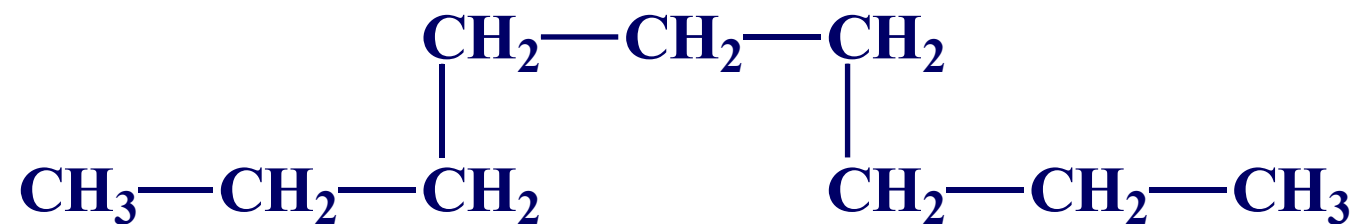
Quel est le nom du composé (tableau)



pentane



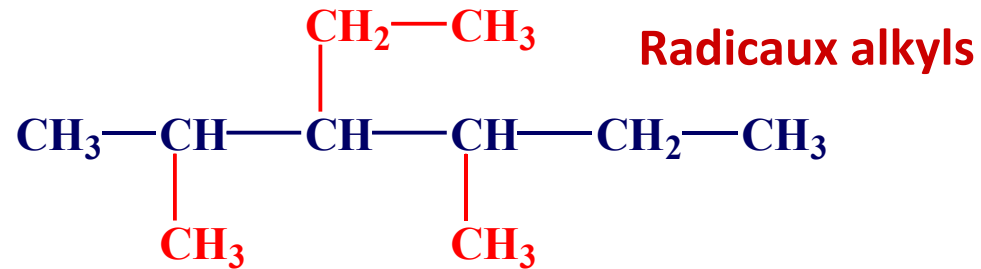
heptane



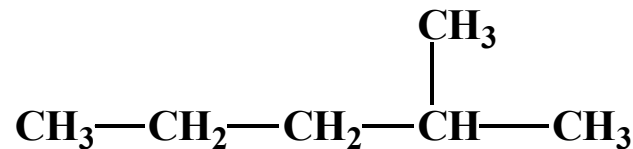
nonane

VI-2 Alcane à chaîne ramifiée

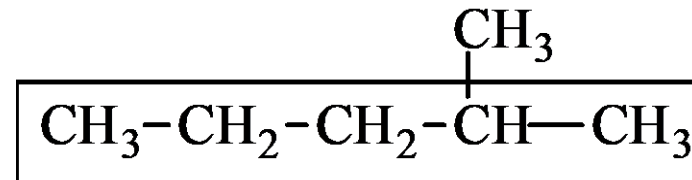
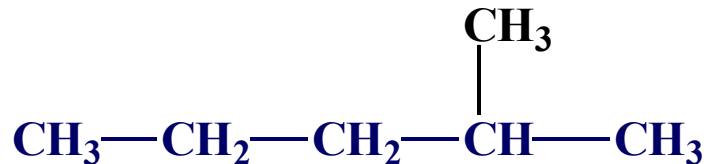
- Un alcane à chaîne ramifiée possède un ou plusieurs substituants sur la chaîne droite.
- Ces substituants sont appelés **radicaux** ou **groupes alkyls**.



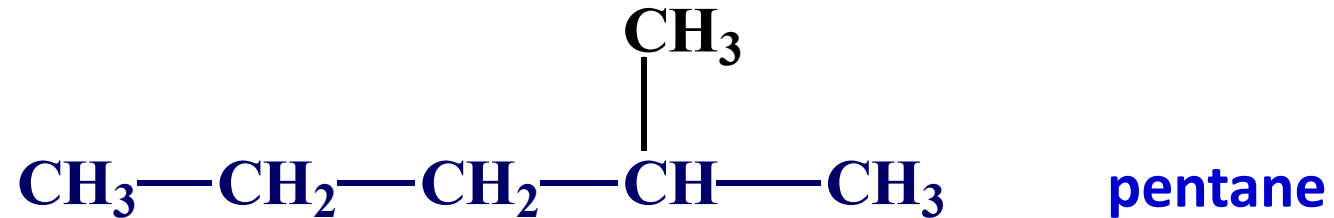
- Pour nommer un alcane à chaîne ramifiée il faut identifier la chaîne carbonée linéaire **la plus longue** présente dans la molécule.



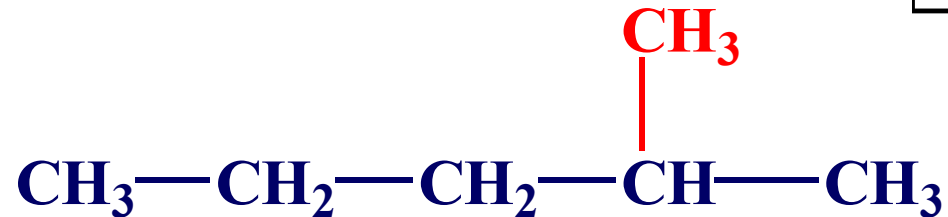
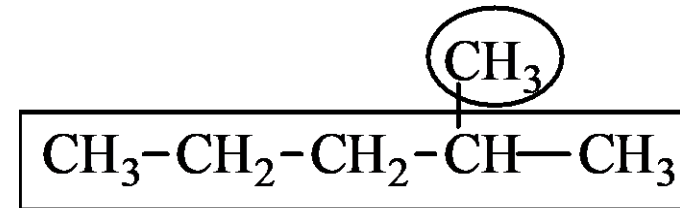
- On l'appelle chaîne principale.



- Cette chaîne est nommée d'après le nombre de carbones qu'elle contient .
- Pour une chaîne de 5 carbones le nom est **pentane**.



- Cette chaîne possède un radical.
- Le nom de ce radical est **méthyle**.

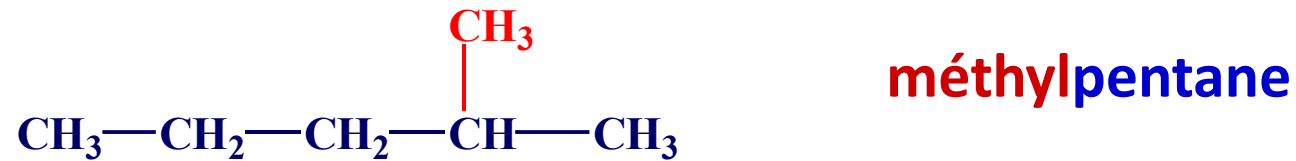


- Les radicaux sont nommés d 'après l 'alcane ayant le même nombre de carbone.
- On remplace la terminaison **ane** par **yle**.

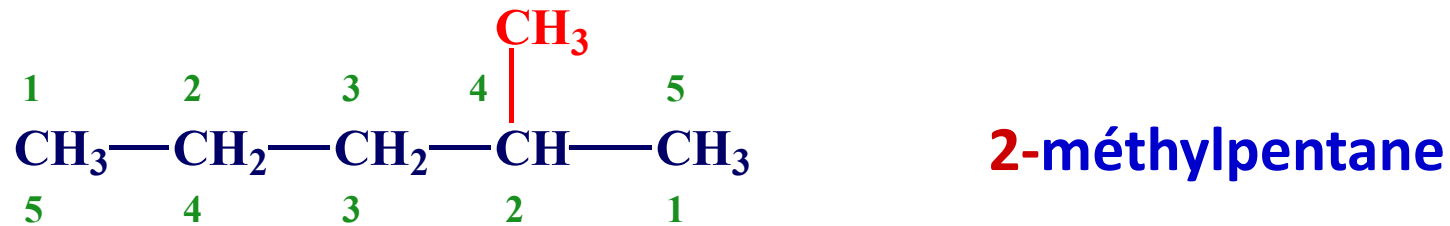
Nom	Nb. de C
méthyle	1
éthyle	2
propyle	3
butyle	4
pentyle	5
hexyle	6
heptyle	7
octyle	8
nonyle	9
décyle	10

VI-2 Alcane à chaîne ramifiée

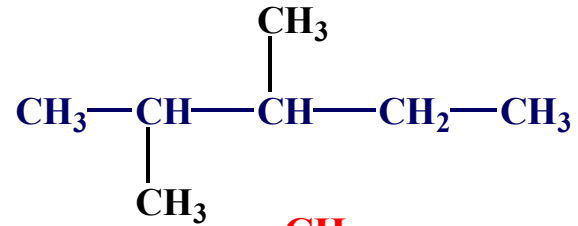
- Les radicaux alkyles précède le nom de la chaîne principale.
- On laisse tomber le **e** terminale du groupe alkyle.



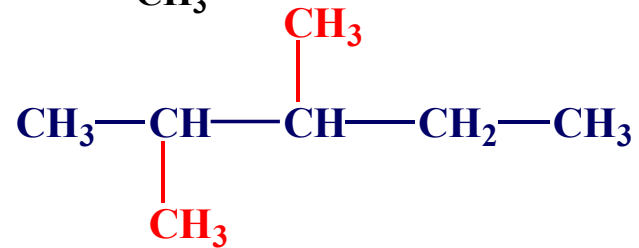
- On numérote la chaîne de carbone à partir de l'extrémité.
- Les substituants devront avoir **le plus petit numéro possible**.



VI-2 Alcane à chaîne ramifiée

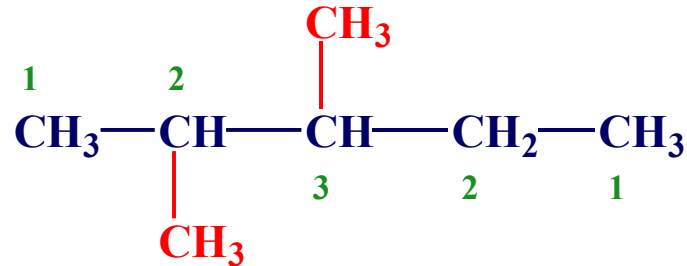


Chaîne principale pentane



diméthylpentane

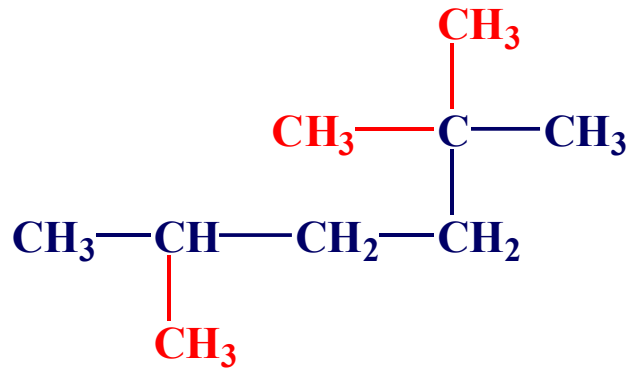
- Lorsqu'on a plusieurs substituants identiques, on ajoute les préfixes **di**, **tri** ou **tétra** au nom du groupes alkyle.



2,3-diméthylpentane

- On doit toujours avoir autant de numéro que de radicaux. ²⁸

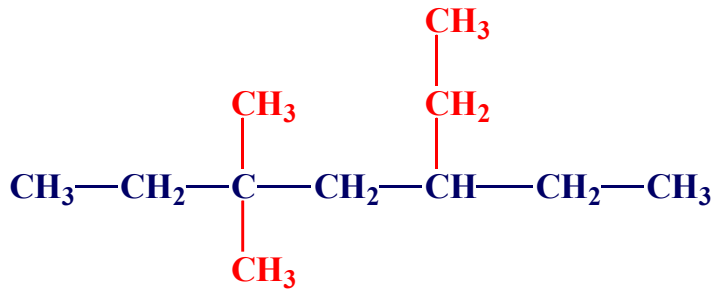
VI-2 Alcane à chaîne ramifiée



a) Chaîne principale hexane

b) triméthylhexane

c) 2,2,5-triméthylhexane

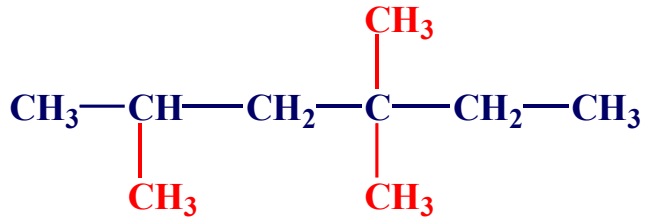


Chaîne principale heptane

5-éthyl-3,3-diméthylheptane

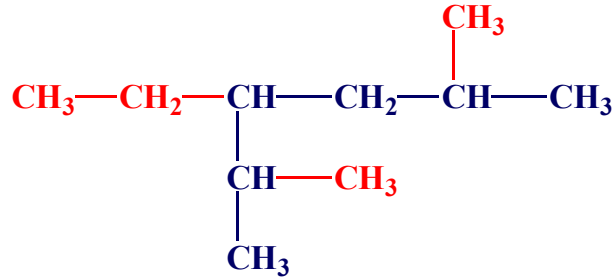
- On place les radicaux par ordre alphabétique.
- On ne tient pas compte des préfixes, sauf dans les radicaux alkyles ramifiés.

VI-2 Alcane à chaîne ramifiée



Chaîne principale hexane

2,4,4-triméthylhexane

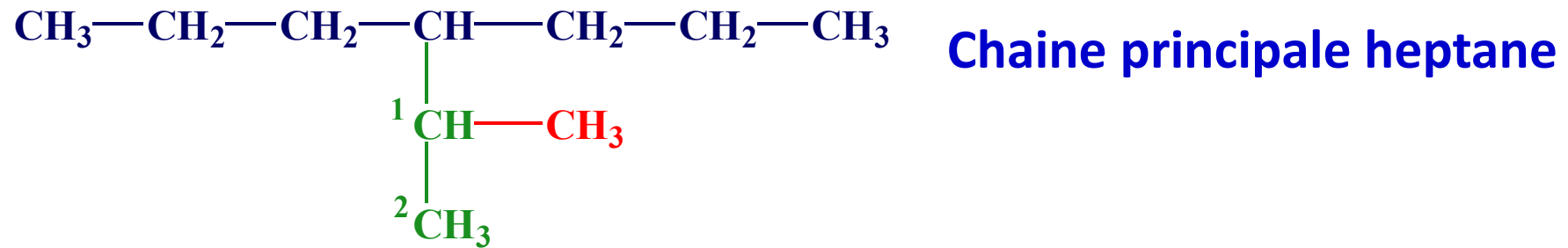


Chaîne principale hexane

- Lorsqu'une molécule possède 2 chaînes de même longueur, on choisit celle qui porte le plus de substituants.

3-éthyl-2,5-diméthylhexane

VI-2 Alcane à chaîne ramifiée

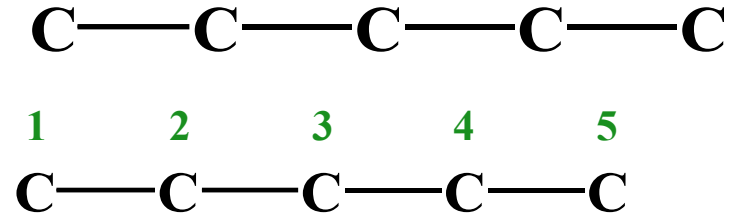


- On détermine, dans le radical, la chaîne de carbone la plus longue à partir de la chaîne principale.
- On indique son nom entre parenthèse.
- On fait précéder les radicaux et leurs positions.
- Le carbone numéro 1 est celui attaché à la chaîne principale.
- On indique la position du radical complexe dans la chaîne principale.

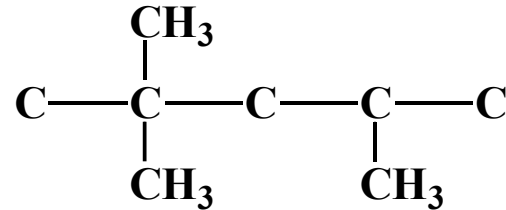
4-(1-méthyléthyl)heptane

Écrire la structure semi-développée du 2,2,4-triméthylpentane

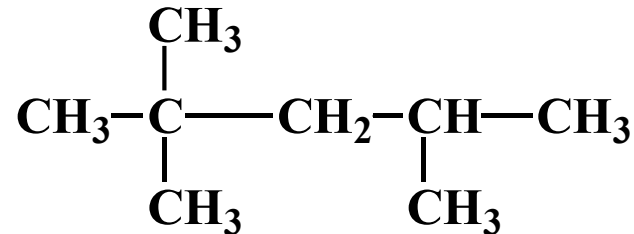
- Écrire la chaîne de carbone (pentane)



- On place les radicaux à leurs positions.



- On ajoute les **H** qui manquent.



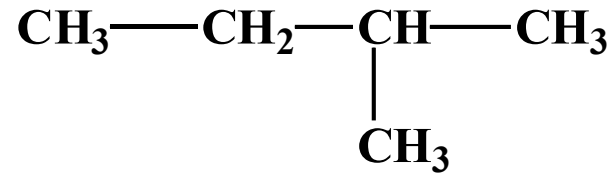
Exemples de détermination de la structure

Écrire la structure semi-développée des alcane suivants et **corriger le nom si nécessaire**:

- 3-méthylbutane
- 4-éthyl-3-méthylpentane
- Méthylbutane
- 3-méthyl-4-(1-méthylpropyl)heptane

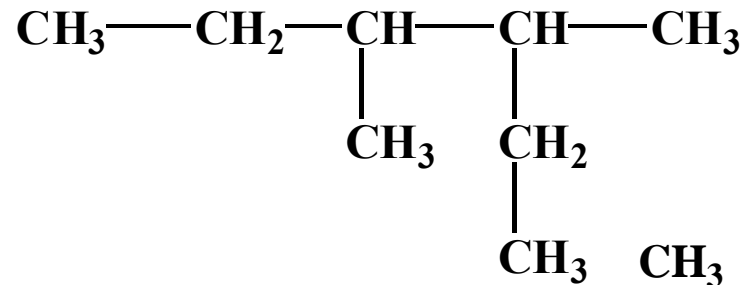
Écrire la structure semi-développée des alcane suivants et corriger le nom si nécessaire:

- **3-méthylbutane**



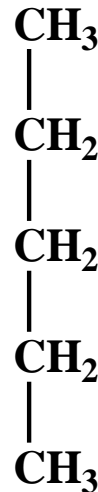
Nom: 2-méthylbutane

4-éthyl-3-méthylpentane



Nom: 3,4-diméthylhexane

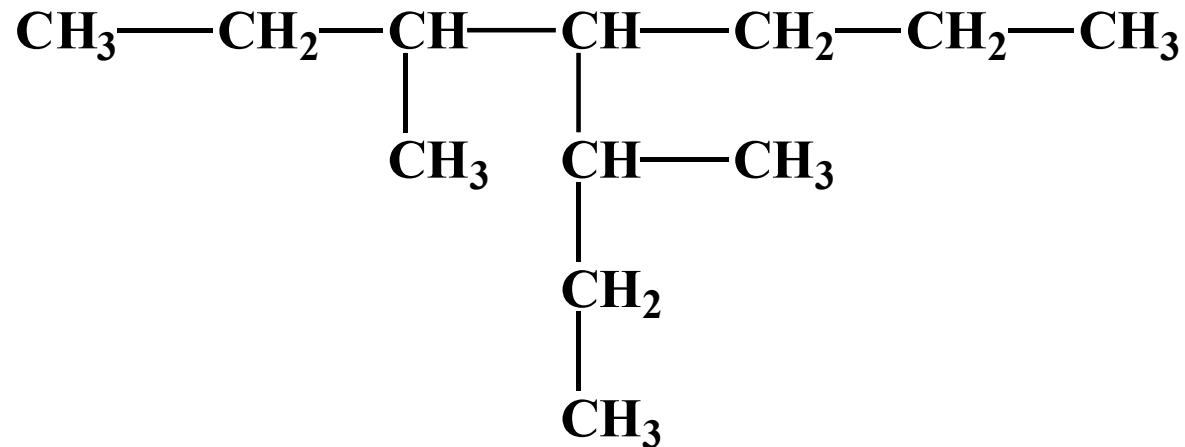
- **Méthylbutane**



Nom: Pentane

Écrire la structure semi-développée des alcane suivants et corriger le nom si nécessaire:

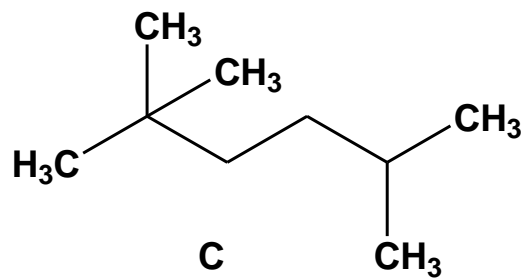
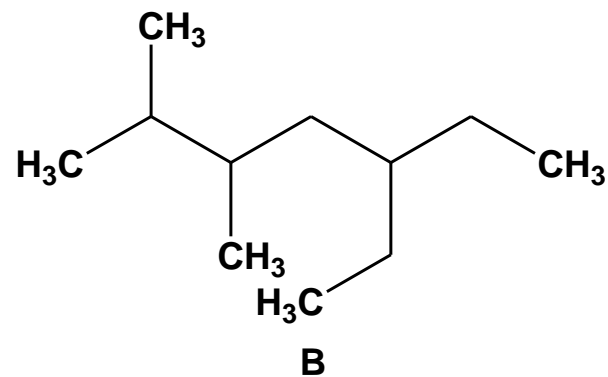
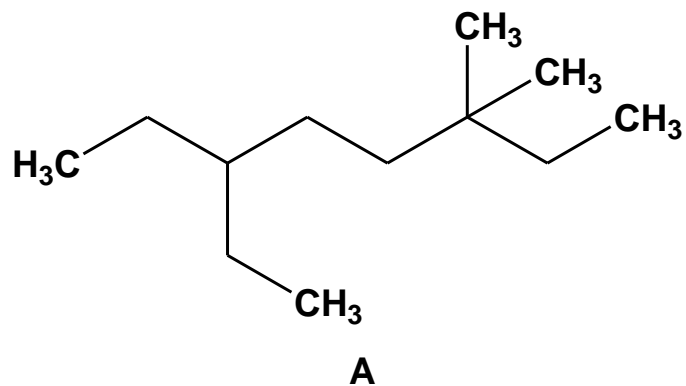
- **3-méthyl-4-(1-méthylpropyl)heptane**



Nom: 3,5-diméthyl-4-propylheptane

La chaine principale avec trois substituants est prioritaire

Exemples: Nommer les structures suivantes



Résumé de la nomenclature des alcanes

Un alcane ramifié est constitué d'une chaîne principale et de substituants (groupements alkyles). Pour le nommer, on applique les règles **IUPAC** : International **U**nion of **P**ure and **A**ppplied **C**hemistry (Union Internationale de Chimie Pure et Appliquée).

Règle IUPAC n°1 : La chaîne principale est toujours la chaîne carbonée la plus longue, elle porte le nom de l'alcane correspondant. Si une molécule présente deux ou plusieurs chaînes d'égale longueur, on choisit comme chaîne principale, celle qui porte le plus grand nombre de substituants.

Règle IUPAC n°2 : En préfixe, on ajoute le nom (sans le « e » Final) du groupement alkyle fixé sur la chaîne principale. On donne le plus petit indice au carbone qui porte ce groupement. Lorsqu'il y a plusieurs groupements, on numérote la chaîne dans le sens qui donne l'indice le plus faible entre les deux modes de numérotage possibles.

Règle IUPAC n°3 : Lorsqu'il y a plusieurs groupements identiques, on place les indices: di, tri, tétra, penta, hexa, hepta, octo, nona, déca... devant le nom du groupement.

Règle IUPAC n°4 : Lorsqu'il y a plusieurs chaînes latérales, on les nomme dans l'ordre alphabétique. Le plus petit nombre étant affecté au groupe placé en tête dans l'ordre alphabétique.

Règle IUPAC n°5 : La nomenclature des chaînes latérales suit les mêmes règles que celle des chaînes principales avec la seule exception que le carbone d'attache à la chaîne principale porte le numéro **1** :