

PLANCHE CHIMIE ORGANIQUE-BIOCHIMIE N°2 :

LES ALCANES ET NOMENCLATURES DES ALCANES A CHAÎNE OUVERTE

NOTION 1 : Les hydrocarbures

1. Définition : Ce sont des composés organiques dont la molécule contient exclusivement du carbone et de l'hydrogène et dont la formule brute est alors de la forme C_xH_y où x et y sont des entiers naturels positifs.

2. Exemple : Le méthane de formule brute CH_4 (dans ce cas, on a $x=1$ et $y=4$) est un hydrocarbure.

3. Classification : Il existe trois groupes d'hydrocarbures : les alcanes (qui sont en train de nous intéresser ici), qui sont des hydrocarbures saturés ; les alcènes et les alcynes qui sont des hydrocarbures insaturés.

NOTE : Le terme saturé signifie que dans la molécule, toutes les liaisons entre les différents atomes de carbone sont simples.

NOTION 2 : Définition et formule générale brute des alcanes

1. Définition : On appelle alcane un hydrocarbure saturé dont la formule brute est alors C_nH_{2n+2} , où n désigne un entier naturel non nul (différent de zéro).

2. Formule brute générale : La formule brute générale d'un alcane est C_nH_{2n+2} , où n désigne un entier naturel supérieur ou égal à 1.

NOTE : Dans cette formule le nombre d'atomes d'hydrogène est le double de celui d'atome de carbone augmenté de 2.

3. Exemples : ■ Lorsque $n=1$, on obtient le méthane de formule brute CH_4 (qui est l'alcane le plus simple).

■ Lorsque $n=2$, on obtient l'éthane de formule brute C_2H_6 et de formule semi-développée CH_3-CH_3 .

NOTION 3 : Les groupes (ou radicaux) alkyles

1. Définition et notation : La formule générale d'un alcane C_nH_{2n+2} peut s'écrire $C_nH_{2n+1}-H$. On met ainsi en évidence groupement monovalent $R = C_nH_{2n+1}$ appelé **GROUPE ALKYLE**, pouvant se lier à un atome H, et noté $R-$ ou $C_nH_{2n+1}-$. Ce groupe résulte d'un alcane auquel on a retiré un atome d'hydrogène.

2. Exemples : Pour $n=1$, on obtient le groupe méthyle CH_3- ; pour $n=2$, on obtient le groupe éthyle C_2H_5- et pour $n=3$, on obtient le groupe propyle C_3H_7- et ainsi de suite.

NOTION 4 : Nomenclature des alcanes à chaîne linéaire (c'est-à-dire non ramifiée)

■ **D'une façon générale**, les noms des alcanes se terminent en « ane » comme le méthane, l'éthane, le propane, le butane....

■ Les quatre premiers alcanes à chaîne linéaire (c'est-à-dire non ramifiée) sont nommés : méthane (CH_4) ; éthane (C_2H_6) ; propane (C_3H_8) et butane (C_4H_{10}).

■ Pour les alcanes suivants, le nom est formé du préfixe indiquant le nombre d'atomes de carbone de la chaîne suivi de la terminaison « ane ».

NOTE : Le tableau qui suit et qu'il faut impérativement retenir avant de se lancer plus loin (si on veut continuer la chimie organique) précise cette nomenclature.

Nombre d'atomes de carbones (n)	Formule brute (C_nH_{2n+2})	Nom de l'alcane linéaire
1	CH_4	Méthane
2	C_2H_6	Ethane
3	C_3H_8	Propane
4	C_4H_{10}	Butane

5	C_5H_{12}	Pentane
6	C_6H_{14}	Hexane
7	C_7H_{16}	Heptane
8	C_8H_{18}	Octane
9	C_9H_{20}	Nonane
10	$C_{10}H_{22}$	Décane
11	$C_{11}H_{24}$	Undécane
12	$C_{12}H_{26}$	Dodécane

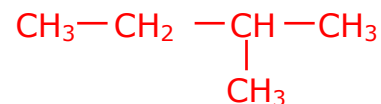
ATTENTION : Si on ne connaît pas parfaitement ce tableau, la chimie organique deviendra tout simplement compliquée puis compromise.

NOTION 5 : Nomenclature des alcanes à chaîne ramifiée.

1. Mise en place du vocabulaire :

- On appelle **chaîne carbonée** d'une molécule organique toute succession d'atomes de carbone liés les uns aux autres.
- Un alcane est dit ramifié (ou mieux à chaîne ramifiée) s'il existe dans sa molécule au moins un atome de carbone lié à au moins trois autres atomes de carbone.
- Un alcane ramifié est alors formé d'une **chaîne principale** (correspondant au plus long enchaînement linéaire d'atomes de carbone dans la molécule) portant des **substituants alkyles**.

2. Exemple : L'alcane de formule semi-développée :



est ramifié car le troisième carbone, en partant de la gauche est lié à trois autres atomes de carbone. La chaîne principale de cet alcane est par exemple la chaîne horizontale qui comporte quatre atomes de carbone.

3. Nomenclature d'un alcane ramifié : Pour nommer un alcane ramifié on procède en plusieurs étapes comme nous l'indiquons et illustrons ci-dessous (en nommant l'alcane de l'exemple ci-dessus). A gauche nous indiquons la méthodologie de nomenclature et à droite nous l'exécutons systématiquement pour illustrer.

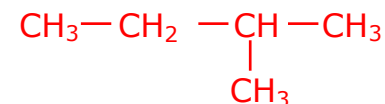
METHODOLOGIE ET REGLES DE NOMENCLATURE	ILLUSTRATION ET EXECUTION DE LA METHODOLOGIE
ETAPE 1 : On recherche dans la molécule, <u>en tenant compte des ramifications, la chaîne carbonée principale qui est la chaîne carbonée la plus longue que la molécule contient.</u> NOTE 1 : Cette chaîne principale détermine <u>le nom de base de l'alcane ramifié qui est celui de l'alcane linéaire (voir tableau de NOTION 4) qui a le même nombre d'atomes de carbone que la chaîne principale.</u> NOTE 2 : Si la molécule porte plusieurs chaînes de longueurs égales, on choisit comme chaîne principale, la chaîne qui porte le plus grand nombre de substituants.	■ Dans l'alcane ci-dessous, on a encadré la chaîne principale qui comporte quatre atomes de carbone : $\begin{array}{c} \text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \text{CH} - \text{CH}_3 \\ \\ \text{CH}_3 \end{array}$ ■ La chaîne carbonée principale comporte <u>4 atomes de carbone</u>, le nom de base de cet alcane est donc <u>butane</u>.
ETAPE 2 : On numérote les atomes de carbone de la chaîne principale de façon à ce que le premier substituant rencontré en partant d'une extrémité ou de l'autre, <u>ait le numéro le plus petit.</u> C'est-à-dire plus précisément, <u>on numérote cette chaîne principale en partant de son extrémité la plus proche d'un substituant.</u> NOTE 1 : Lorsque les substituants sont à égale distance des deux extrémités de la chaîne ; on se base sur l'alphabet pour décider du sens de numérotation de la chaîne : le substituant à énoncer en premier dans l'ordre alphabétique doit être fixé sur le carbone de plus petit indice.	■ En partant du carbone de gauche, le premier substituant rencontré (méthyle) se trouve au carbone 3, et en partant du carbone de droite, le premier substituant rencontré (méthyle) se trouve au carbone 2 : c'est donc la numérotation de droite vers la gauche que nous retenons en respect de la règle de l'étape 2. ■ Nous avons alors la numérotation suivante de la chaîne principale. $\begin{array}{cccc} 4 & 3 & 2 & 1 \\ \text{CH}_3 & - \text{CH}_2 & - \text{CH} & - \text{CH}_3 \\ & & & \\ & & \text{CH}_3 & \end{array}$

ETAPE 3 : On forme enfin très facilement le nom de l'alcane ramifié. Celui-ci est obtenu en faisant précéder le nom de base de l'alcane (c'est-à-dire en plaçant devant ce nom) les différents substituants alkyles (dont le « e » terminal est éliminé) greffés sur la chaîne principale, en les énumérant dans l'ordre alphabétique, séparés par des tirets (-) et chacun précédé par le numéro (de position) du carbone qui le porte suivi lui aussi d'un tiret(-). Le nom de l'alcane ramifié sera alors formellement de la forme :

n_1 -alkyl₁- n_2 -alkyl₂-..... n_k -alkyl_k nom de base de l'alcane.

■ D'un simple coup d'œil on voit instantanément sur l'étape précédente qu'il y a un seul substituant : le groupe méthyle (CH_3 -) porté par le carbone 2. On a vu dans l'étape 1 que le nom de base de l'alcane est le butane.

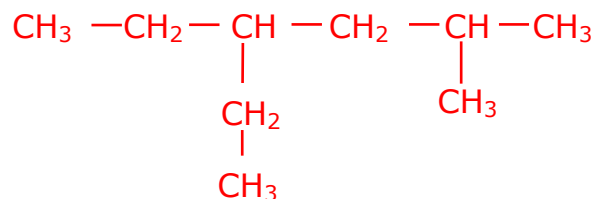
■ Le nom de l'alcane ramifié



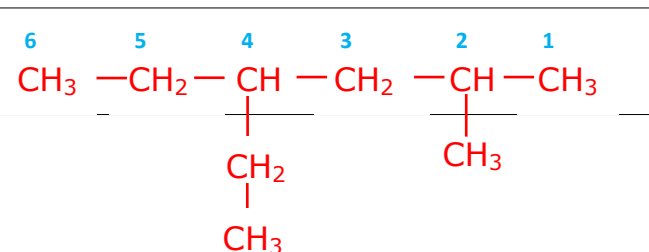
est donc finalement le 2-méthylbutane.

UN CONSEIL : Toutes les règles de nomenclature que nous venons d'énoncer dans les différentes étapes doivent être connues de façon très parfaite. La meilleure façon de s'y prendre, est de se les approprier par l'entraînement. Aller on recommence avec un nouveau exemple :

EXEMPLE 1 : Nommer l'alcane de formule semi-développée :



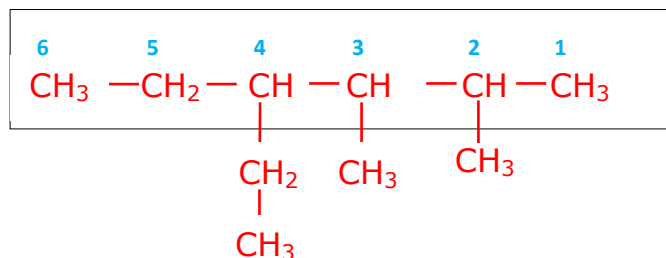
■ On cherche et on numérote la chaîne principale (chaîne carbonée la plus longue présente dans la molécule) : on obtient alors sans difficulté la disposition suivante :



- La chaîne principale comporte 6 atomes de carbone : donc au regard du tableau présenté dans la rubrique NOTION 4 (et qu'il faut indiscutablement connaître) le nom de base de l'alcane est hexane.
- L'alcane comporte deux substituants : le groupe méthyle (CH_3 - porté par le carbone 2) et le groupe éthyle ($\text{CH}_3\text{-CH}_2$ - porté par le carbone 4). Le nom de l'alcane est donc : 4-éthyl-2-méthylhexane.

REGLE : Lorsqu'un même substituant apparaît plusieurs fois sur la chaîne principale, son nom est précédé d'un préfixe multiplicateur (di, tri, tétra...), les indices de position étant indiqués par des séquences de chiffres séparés par des virgules.

Par exemple, l'alcane de formule semi-développée (dans laquelle la chaîne principale et sa numérotation sont précisées)



sera nommé 4-éthyl-2,3-diméthylhexane.

ON SE RELANCE EN EXERCICE :

Ecrire la formule semi-développée du composé organique nommé 3-éthyl-2,3-diméthyl-5-propyloctane.

- Surtout, pas de traumatisme, c'est très simple comme un jeu d'enfants avec ce que nous venons de voir !

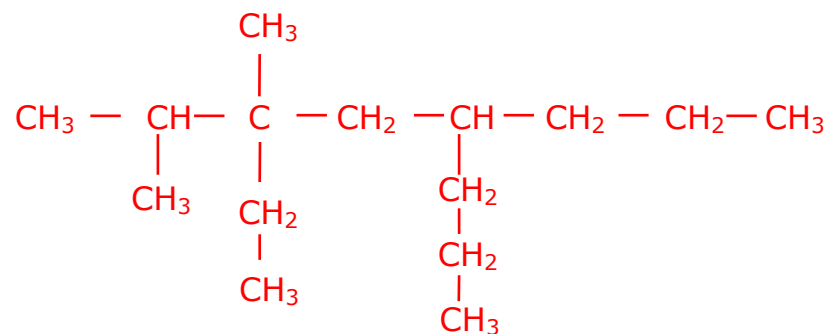
METHODOLOGIE :

Nous exécutons l'écriture en plusieurs étapes, mais avec l'habitude, on peut l'écrire instantanément :

ETAPE 1 : On commence par positionner la chaîne principale. Le nom de base est octane et cela nous indique (avec l'incontournable tableau de la rubrique NOTION 4) que la chaîne principale comporte 8 atomes de carbone qu'on peut numéroter comme suit (dans un sens ou dans l'autre) :

$$\begin{array}{ccccccc} & & \text{CH}_3 & & & & \\ & & | & & & & \\ \text{C} & - & \text{C} & - & \text{C} & - & \text{C} & - & \text{C} & - & \text{C} & - & \text{C} \\ & | & & | & & | & & & & & & & \\ & \text{CH}_3 & & \text{CH}_2 & & \text{CH}_2 & & & & & & & \\ & & & | & & | & & & & & & & \\ & & & \text{CH}_3 & & \text{CH}_3 & & & & & & & \end{array}$$

La formule semi-développée du 3-éthyl-2,3-diméthyl-5-propyloctane est alors :



UN EXERCICE DE COMPREHENSION :

① **Identifier les alcanes parmi les composés dont les formules sont indiquées ci-dessous**

(C1) $\text{CH}_3\text{—CH}=\text{CH}_2$

(C2) $\text{CH}_3\text{—CH}_2\text{—CH}_2\text{—CH}_3$

(C3) $\begin{array}{ccccccc} \text{CH}_3 & - & \text{CH} & - & \text{CH} & - & \text{CH}_3 \\ & & | & & | & & \\ & & \text{OH} & & \text{CH}_3 & & \end{array}$

(C4) $\begin{array}{ccccccc} \text{CH}_3 & - & \text{CH}_2 & - & \text{CH} & - & \text{CH}_3 \\ & & & & | & & \\ & & & & \text{CH}_3 & & \end{array}$

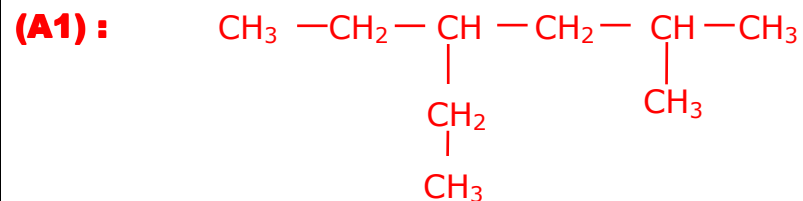
(C5) $C_{14}H_{30}$

(C6) C_8H_{16}

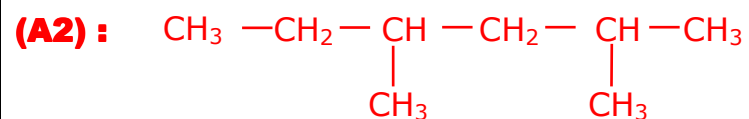
② (PRENEZ VOS CALCULATRICES !) Calculer la masse molaire de chacun des alcanes de la liste précédente.

Données : $M(C) = 12 \text{ g.mol}^{-1}$; $M(H) = 1 \text{ g.mol}^{-1}$.

③ Nommez chacun des alcanes suivants :



Réponse : 4-éthyl-2-méthylhexane



Réponse : 2,4-diméthylhexane

④ Ecrire la formule semi-développée du 3-éthyl-2,5-diméthylheptane et celle du 2,3,4-triéthylpentane.