

Activité 1.1 – Représenter des molécules organiques

Objectifs :

- ▶ Rappeler les règles de formation des molécules et la valence d'un atome
- ▶ Rappeler les différentes représentations des molécules organiques

Contexte : Les atomes de carbones peuvent se lier entre eux pour former des **chaînes carbonées**, de formes et de tailles variées. Ces chaînes carbonées, une fois liée à des atomes d'hydrogène, d'oxygène ou d'azote, forment des **molécules organiques**. Il existe ainsi des millions de molécules organiques différentes.

→ **Comment peut-on représenter ces molécules ?**

1 La valence

Document 1 – Éléments composant un corps humain

Le corps humain est composé majoritairement de 4 éléments chimiques :

- l'oxygène O (65 % en masse),
- l'hydrogène H (10 %)
- le carbone C (18 %),
- et l'azote N (3 %).

Numéro atomique : il correspond au nombre de protons d'un atome et est noté $Z : {}^A_ZX$ (*Exemple : ${}^{12}_6C$*) Par neutralité de l'atome, c'est aussi son nombre d'électrons.

Document 2 – Liaison moléculaire

À partir du numéro atomique d'un atome, on peut déterminer sa structure électronique en couche (1, 2 ou 3) et sous-couche (s ou p), puis sa **valence** (mono, bi, tri ou tétravalent).

Pour former des molécules, les atomes partagent les électrons de leur couche externe pour former des **liaison covalentes**. Chaque liaison covalente apporte 1 électron à l'atome. La **valence** est le nombre de liaisons formées par l'atome.

La couche 1 contient au maximum **2 électrons** et les couches 2 et 3 contiennent jusqu'à **8 électrons**.

Les atomes cherchent à remplir leur couche externe : c'est la règle du **duet** (couche 1) ou de **l'octet** (couche 2 ou 3).

Pour connaître la valence d'un atome, il suffit donc de compter combien d'électrons il lui manque pour remplir sa couche externe.

▶ *Exemple :* ${}_6C : 1^2 2^4$, il lui manque **4** électrons pour compléter sa couche externe et respecter la règle de **l'octet**. Il fera donc **4** liaisons, il est **tétravalent**.

1 — Indiquer la configuration électronique de l'oxygène ${}_8O$, combien d'électrons il lui manque pour respecter la règle du duet ou de l'octet, le nombre de liaisons ainsi formées et sa valence.

${}_8\text{O} : 1^2 2^6$, il lui manque 2 électrons pour respecter la règle de l'octet, il formera donc 2 liaisons. Il est bivalent.

2 – Même question pour l'azote ${}_7\text{N}$ et l'hydrogène ${}_1\text{H}$.

Il manque 3 électrons à l'azote pour respecter la règle de l'octet, l'azote formera donc 3 liaisons. Il est trivalent.

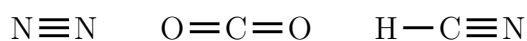
Il manque 1 électron à l'hydrogène pour respecter la règle du duet, l'hydrogène formera donc 1 liaison. Il est monovalent.

Document 3 – Liaisons multiples

Pour compléter leur couche externe et respecter la règle de l'octet, deux atomes peuvent se lier en formant 2 ou 3 liaisons covalentes.

On dit qu'il y a une liaison double ou une liaison triple

3 – Indiquer si les liaisons sont simples, triples ou doubles sur les molécules suivantes :



Liaison triple, liaison double et double, liaison simple et triple

2 Représentation des molécules

A – La formule brute

Document 4 – Formule brute

Elle indique le nombre de chaque atome présents dans la molécule.

Elle permet de calculer facilement les **masses molaires** et de vérifier si deux molécules sont **isomères**. Par contre elle **ne permet pas** de déterminer la géométrie d'une molécule.

Deux molécules sont **isomères** si elles ont la même formule brute, mais un agencement des atomes différents.

► *Exemple* : Le butane C_4H_{10} , l'éthanol $\text{C}_2\text{H}_6\text{O}$ ou l'acide carbonique CH_2O_3

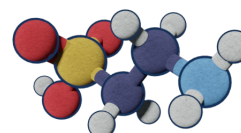
L'oxybenzone est une molécule utilisée pour protéger des UVA et B issu du soleil. Sa formule brute est $\text{C}_{14}\text{H}_{12}\text{O}_3$.

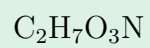
4 – Indiquer le nombre d'élément d'hydrogène, d'oxygène et de carbone dans la molécule d'oxybenzone.

Il y a 12 hydrogènes, 3 oxygènes et 14 carbones.

La taurine est un acide aminé produit naturellement dans le corps humain. Sa représentation avec un modèle moléculaire est présentée ci-contre.

5 – Donner la formule brute de la taurine.



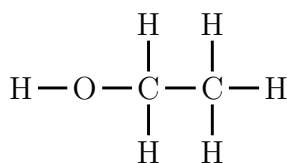


B – La formule développée

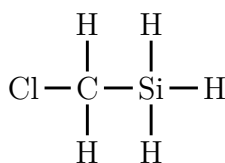
Document 5 – Formule développée

Elle représente tous les éléments chimiques et toutes les liaisons dans le même plan.

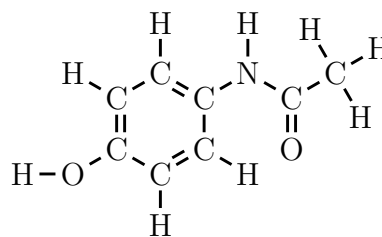
► Exemples :



éthanol



chlorométhylsilane



paracétamol

Pour les molécules linéaire, on peut passer de la formule brute à la formule développée **en comptant les liaisons formées par chaque éléments** composant la molécule.

6 – Compléter le tableau suivant :

Formule brute	Méthane CH ₄	Propane C ₃ H ₈	Eau oxygénée H ₂ O ₂	Méthanol CH ₄ O
Nombre d'éléments	Carbone : 1 Hydrogène : 4	C : 3 H : 8	H : 2 O : 2	C : 1 H : 4 O : 1
Nombre de liaisons	C : 4 liaisons H : 1 liaison	C : 4liaisons H : 1 liaison	H : 1 liaison O : 2 liaisons	C : 4 liaisons H : 1 liaison O : 2 liaisons
Formule développée	$\begin{array}{c} \text{H} \\ \\ \text{H}-\text{C}-\text{H} \\ \\ \text{H} \end{array}$			

C – La formule semi-développée

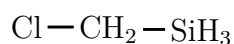
Document 6 – Formule semi-développée

Comme la formule développée, elle représente tous les éléments chimiques, mais elle ne détaille pas les liaisons des éléments **hydrogènes**.

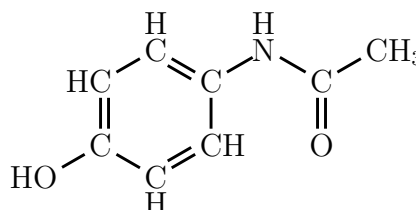
► Exemples :



éthanol



chlorométhylsilane



paracétamol

Pour passer de la formule développée à la formule semi-développée, il suffit de

- surligner tous les hydrogènes et leur liaison ;
- recopier **à l'identique** tous ce qui n'est pas surligné ;
- indiquer les hydrogènes et leur nombres à côté de l'élément auxquels ils sont liés.

7 – Compléter le tableau suivant :

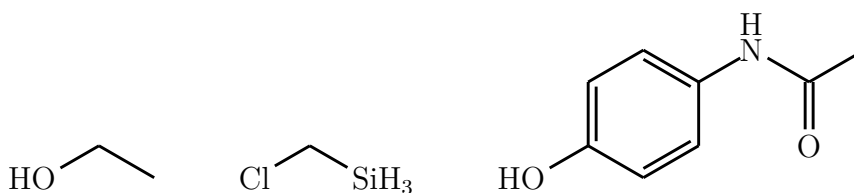
Écriture développée	$\begin{array}{c} \text{H} & \text{H} \\ & \\ \text{H}-\text{C} & -\text{C}-\text{H} \\ & \\ \text{H} & \text{H} \end{array}$	$\begin{array}{c} \text{H} & & \text{H} \\ & \diagdown & / \\ & \text{N}-\text{N} \\ & / & \diagdown \\ \text{H} & & \text{H} \end{array}$	$\begin{array}{c} \text{H} & & \text{O}-\text{H} \\ & \diagdown & / \\ & \text{C}=\text{C} \\ & / & \diagdown \\ \text{H} & & \text{H} \end{array}$	$\begin{array}{c} \text{H} & & \text{O} \\ & & // \\ \text{H}-\text{C} & - & \text{C} \\ & & \backslash \\ \text{H} & & \text{O}-\text{H} \end{array}$
Écriture semi-développée	$\text{H}_3\text{C}-\text{CH}_3$			

D – La formule topologique

Document 7 – Formule topologique

Elle représente les liaisons **carbone-carbone** $\text{C}-\text{C}$ par des segments formant des angles. Chacune des extrémités d'un segment représente un carbone, sauf si un autre élément chimique y est attaché. Les éléments **carbones** et les **hydrogènes** qui sont attachés aux carbones **ne sont pas représentés**. Tous les autres éléments chimiques sont représentés normalement.

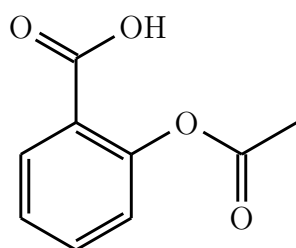
► Exemples :



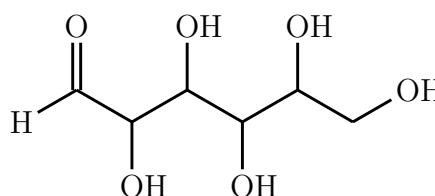
éthanol

chlorométhylsilane

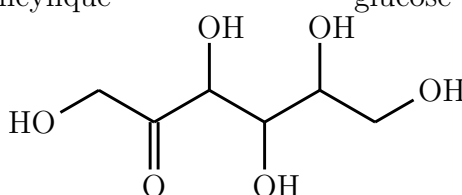
paracétamol



Acide acétylsalicylique



glucose



fructose

Activité 1.2 – Fonctions organiques et nomenclature

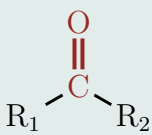
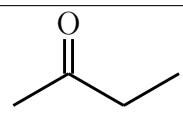
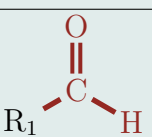
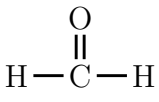
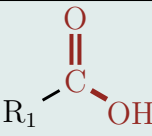
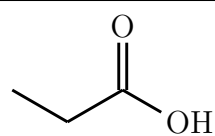
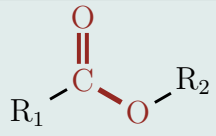
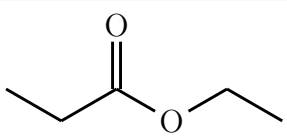
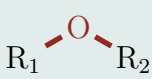
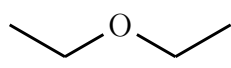
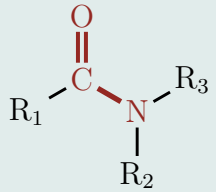
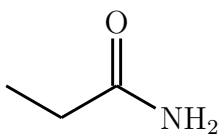
1 Les fonctions organiques

Document 1 – Fonctions organiques

Certaines séquences d'éléments donnent des **propriétés** spécifiques aux molécules organiques que l'on classe en différentes familles ou fonctions organiques ou encore famille fonctionnelle.

En ST2S on étudie 8 familles : **alcool, aldéhyde, cétone, acide carboxylique, ester, éther, amine et amide.**

R_1 , R_2 et R_3 sont des chaînes carbonées appelées « **radicaux alkyles** ».

Groupe caractéristique	Famille organique	Formule	Exemple
Hydroxyle	Alcool	$R_1 - \text{OH}$	$\text{H}_3\text{C} - \text{OH}$ méthanol
Carbonyle	Cétone		 butan-2-one
	Aldéhyde		 méthanal
Carboxyle	Acide carboxylique		 acide propanoïque
Ester	Ester		 propanoate d'éthyle
Éther-oxyde	Éther		 éthoxyéthane
Amine	Amine	$R_1 - \text{NH}_2$	$\text{H}_3\text{C} - \text{CH}_2 - \text{NH}_2$ ethan-1-amine
Amide	Amide		 propanamide

Pour trouver les groupes caractéristiques d'une molécule, il faut repérer tous les éléments qui ne sont ni des carbones, ni des hydrogènes.

2 La nomenclature

Document 2 – Principe de la nomenclature

La **nomenclature** est l'ensemble des règles établies pour nommer les molécules organiques.

La nomenclature moderne repose sur deux principes :

- décrire la **géométrie** de la molécule nommée ;
- indiquer les **fonction organiques** présentes dans la molécule.

Document 3 – Nommer une chaîne carbonée

Toute molécule organique possède au moins une chaîne carbonée. Pour nommer une chaîne carbonée, on va associer un **préfixe** avec un **suffixe**. Le suffixe dépend de la fonction organique, mais le préfixe est déterminé par le nombre de carbones qui composent la chaîne.

Nombre de carbone C	1	2	3	4	5	6	7	8
Préfixe	meth-	éth-	prop-	but-	pent-	hex-	hept-	octa-

A – Règles pour les alcanes, alcènes ou alcynes

Document 4 – Les alcanes

Une molécule d'alcane est un **hydrocarbure** composé de **liaisons simples**.

Pour nommer un alcane, il faut déterminer la chaîne carbonée la plus longue qui compose la molécule.

On écrit alors le préfixe lié à la longueur de la chaîne et on ajoute le suffixe « **-ane** ».

Un alcane a toujours une formule brute de la forme $C_nH_{2(n+1)}$.

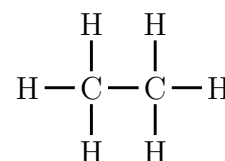
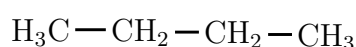
► *Exemple* : $H_3C-CH_2-CH_3$ trois carbones dans la chaîne, donc prop- + -ane : propane.

Un **hydrocarbure** est une molécule qui ne contient que des éléments carbones et hydrogènes.

Un hydrocarbure est **saturé** (en hydrogène) s'il ne comporte que des **liaisons carbone-carbone simples**.

Si l'hydrocarbure comporte des **liaisons doubles** ou **triples**, on dit qu'il est **insaturé**.

1 – Nommer les molécules suivantes :



Butane, hexane et éthane.

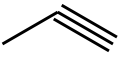
Document 5 – Les alcènes

Les alcènes sont des hydrocarbures avec au moins une liaison double. Le suffixe « -ane », devient « **-ène** ». On indique le (ou les) numéro de la liaison double avant le suffixe, de sorte que **le numéro soit le plus petit possible**.

► *Exemple* : $\text{H}_3\text{C}-\text{CH}_2-\text{CH}=\text{CH}-\text{CH}_3$ cinq carbones dans la chaîne (pent-) et la liaison double se trouve en position 3 ou 2 (si on compte depuis la droite). Donc pent + 2 + ène : pent-2-ène.

Document 6 – les alcynes

Les alcynes sont des hydrocarbures avec au moins une liaison triple. Le suffixe « -ane », devient « **-yne** ». On indique le (ou les) numéro de la liaison triple avant le suffixe, de sorte que **le numéro soit le plus petit possible**, comme pour les alcènes.

► *Exemple* :  : trois carbones dans la chaîne (prop-) et la liaison triple se trouve en position 1. Donc prop-1-yne ou propyne (le 1 est implicite).

B – Règles pour les ramifications

Document 7 – Ramification à la chaîne principale

Une **ramification** est un substituant qui remplace un hydrogène sur la chaîne principale.

Si le substituant est un **alkyle** (un hydrocarbure), son nom prend le suffixe « **-yl** ».

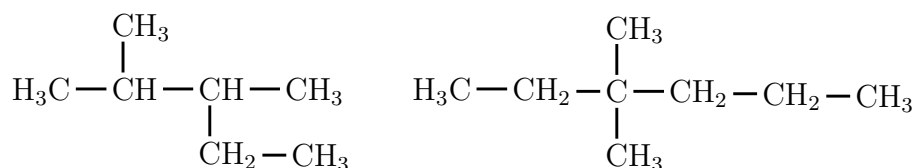
► *Exemples* : $-\text{CH}_3$: méthyl, $-\text{CH}_2-\text{CH}_3$ éthyl.

Document 8 – Nommer une ramification

Pour nommer une molécule contenant des ramifications, il faut :

- trouver la **plus longue chaîne carbonée** pour déterminer son nom.
- **Numéroter** la chaîne carbonée afin que la ramification ait le numéro le plus **petit possible**, comme pour les alcènes ou les alcynes.
- Placer le **numéro** et le **nom** de l'alkyle avant le nom de la chaîne.
- S'il y a plusieurs ramifications, leurs noms sont placés par ordre alphabétique.

2 – Nommer les molécules suivantes :



Pour la molécule 1 : la chaîne principale a 4 atomes, donc -butane. Deux ramifications sont en position 2 (avec un méthyl) et 3 (avec un éthyl). Donc le nom de cette molécule est 3-éthyl-2-méthyl-butane.

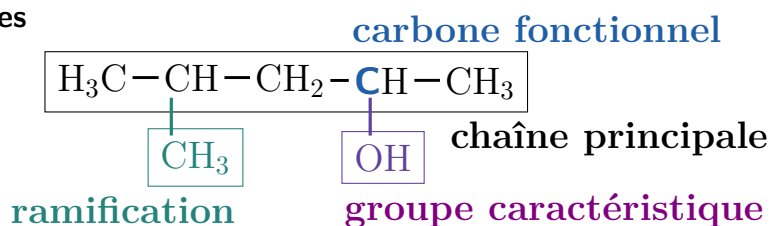
Pour la molécule 2 : la chaîne principale a 5 atomes, donc -pentane. Deux ramifications méthyl sont en position 2 et 3. Donc le nom de cette molécule est 2,3-méthyl-pentane.

3 – Donner la formule semi-développée du 4-méthyl-octane.

C – Règles pour les groupes caractéristiques

Document 9 – Groupes caractéristiques

Pour nommer les molécules contenant des groupes caractéristiques, on utilise les règles décrites dans le tableau ci-dessous, en respectant la priorité des fonctions organiques.



Le **carbone fonctionnel** désigne le carbone contenant la fonction de la molécule.

Pour les cétones, alcools et amines, le numéro est celui du **carbone fonctionnel**, comme pour les ramifications il **doit être le plus petit possible**. (R_1) et (R_2) représentent les noms des chaînes carbonées auxquels les groupes caractéristiques sont attachés.

Priorité	Famille fonctionnelle	Formule	Nom si famille prioritaire
1	Acide carboxylique	$\begin{array}{c} \text{O} \\ \\ \text{R}_1-\text{C}-\text{OH} \end{array}$	acide (R_1)-oïque
2	Ester	$\begin{array}{c} \text{O} \\ \\ \text{R}_1-\text{C}-\text{O}-\text{R}_2 \end{array}$	(R_1)-oate de (R_2)-yle
3	Amide	$\begin{array}{c} \text{O} \\ \\ \text{R}_1-\text{C}-\text{NH}_2 \end{array}$	(R_1)-amide
4	Aldéhyde	$\begin{array}{c} \text{O} \\ \\ \text{R}_1-\text{C}-\text{H} \end{array}$	(R_1)-al
5	Cétone	$\begin{array}{c} \text{O} \\ \\ \text{R}_1-\text{C}-\text{R}_2 \end{array}$	(R_1)-(numéro)-one
6	Alcool	R_1-OH	(R_1)-(numéro)-ol
7	Amine	R_1-NH_2	(R_1)-(numéro)-amine
8	Éther	$\text{R}_1-\text{O}-\text{R}_2$	(R_1)-oxy-(R_2)

⚠ Pour ces 8 familles organiques, vous devez savoir :

- les noms de chacune des familles et leur groupes fonctionnels ;
- les reconnaître dans une molécule si on vous en donne une représentation.