

#### Objectifs :

- Repérer la présence d'un groupe caractéristique dans une formule développée.
- Représenter des formules développées et semi-développées correspondant à des modèles moléculaires.
- Savoir qu'à une formule brute peuvent correspondre plusieurs formules semi-développées.
- Utiliser des modèles moléculaires et des logiciels de représentation.

#### Activité 1 : L'évolution du matériel d'alpinisme

Depuis la fin du XIX<sup>ème</sup> siècle, le matériel d'alpinisme s'est considérablement transformé. A l'origine, il était lourd et encombrant ; les alpinistes faisaient appel à des porteurs pour les aider à transporter leur matériel. Comment la chimie a-t-elle permis d'améliorer le confort et les performances des matériaux ?

Au début du XX<sup>ème</sup> siècle, les tentes étaient des toiles imperméables pesant jusqu'à 15 kg, soutenues par des poteaux d'acier. Aujourd'hui, grâce aux fibres synthétiques « respirantes » (en polyesters ou en Nylon) et des piquets plus légers (en aluminium, en fibres de carbone ou de verre), l'ensemble pèse au plus 2 kg. Les premiers alpinistes ne connaissaient que les vêtements en fibres naturelles (laine, coton). De nos jours, des matériaux comme le Goretex (imperméable et respirant) ou les fibres polaires isolantes protègent de l'humidité et du froid. Les chaussures étaient en cuir et les semelles en caoutchouc naturel. Au moins deux paires de chaussettes étaient nécessaires. Des polymères sont désormais utilisés avec le cuir (ou en remplacement) : polyesters, polyuréthanes, Nylon Cordura®, élastomères... Ils sont plus légers, plus imperméables... Autrefois en acier, les casques contiennent aujourd'hui du polystyrène, des polycarbonates, ou des matériaux composites (type ABS), offrant le meilleur compromis entre robustesse et légèreté. Enfin, même la technologie des cordes a évolué autrefois en fibres naturelles comme le chanvre, elles sont maintenant constituées de fils de polyamides tressés permettant d'allier légèreté, résistance, élasticité, souplesse et imperméabilité.

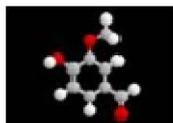
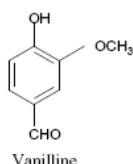
#### Questions :

- 1 Rechercher le sens du mot « respirantes ».
- 2 Quels sont les matériaux d'origine naturelle cités dans le texte ?
- 3 Quels sont les avantages des matériaux de synthèse par rapport aux matériaux naturels ?
- 4 Qu'est-ce qu'un polymère ? Citer quelques polymères évoqués dans le texte.
- 5 Qu'est-ce qu'un matériau composite ? En citer quelques uns et donner leur domaine d'utilisation.
- 6 Rechercher d'autres utilisations des fibres de carbone dans d'autres sports.

#### I-Nécessité de synthétiser des espèces chimiques



fleur de vanille



Une espèce chimique est dite naturelle si elle est produite par la nature. Une espèce chimique de synthèse est une espèce chimique fabriquée par l'Homme en laboratoire ou de façon industrielle. Une espèce chimique naturelle et sa version issue de la synthèse chimique sont rigoureusement identiques. La chimie de synthèse permet de produire une grande variété d'espèces, souvent mieux adaptées, plus performantes et moins chères que celles extraites de la nature.

## Activité 2 : Représentations des molécules

Une molécule est constituée d'atomes liés les uns aux autres. Le nombre et la nature des atomes se lisent dans la formule brute de la molécule, qui ne donne toutefois aucune indication sur l'ordre dans lequel les atomes sont placés. Il faut utiliser une formule dite développée pour connaître cet ordre. Partons à la découverte de différents types de représentation des molécules.

### Manipulation 1 :

- Construire les 3 modèles moléculaires du document 1 présentés ci-dessous :



a : méthane

b : éthanol

c : méthoxyméthane

- Construction libre : vous disposez de trois boules noires, de huit boules blanches et d'une boule rouge. Construire un modèle moléculaire.

### Questions :

1. En regardant toutes les boules disponibles compléter les lignes 2 et 3 du tableau suivant.

Couleur de la boule	Blanche	Noire	Bleue	Rouge	Verte
Atome modélisé					
Nombre de trous					
Nombre de liaisons par atome					

Remarque : le code de couleur est arbitraire, mais la taille des boules donne une idée de la taille relative des atomes.

1 Deux boules sont connectées par au moins un bâton qui représente une liaison. A l'aide des modèles moléculaires construits, compléter la dernière ligne du tableau.

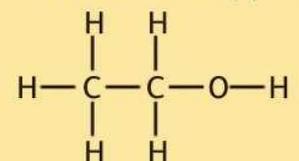
2 Dans la construction libre, tous les modèles moléculaires construits sont-ils identiques ?

3 En prenant exemple sur le modèle ci-contre, écrire les formules brutes, développées et semi-développées des trois molécules dont les modèles ont été construits.

4 Deux molécules de même formule brute ont-elles forcément la même formule développée ou semi développée ?

Formule brute C<sub>2</sub>H<sub>6</sub>O

Formule développée

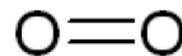


Formule semi-développée

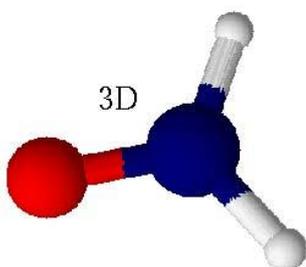


## Manipulation 2: découvrir la double liaison

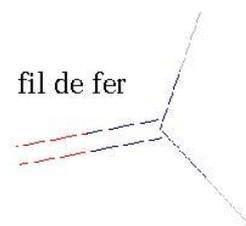
Un atome de carbone forme 4 liaisons, un atome d'azote 3, un atome d'oxygène 2, et un atome de chlore ou d'hydrogène 1. Les atomes de carbone, d'azote et d'oxygène peuvent former deux liaisons avec le même atome. Cette double liaison est représentée dans la formule développée ou semi-développée par un double tiret.



Les molécules présentes dans le corps humain ou dans les médicaments présentent souvent des liaisons doubles. Les logiciels donnant les vues en 3D des modèles moléculaires ne font apparaître clairement les doubles liaisons que lorsque la molécule est représentée en mode « fil de fer ». Les boules représentant les atomes n'apparaissent pas, seules les liaisons sont représentées ; elles sont bicolores pour identifier les atomes liés : une liaison C-H est représentée par un tiret blanc et noir ; une liaison C - O est représentée par un tiret noir (ou gris) et rouge. Pour voir correctement les liaisons, il est nécessaire d'appliquer une couleur de fond d'écran qui n'est ni blanche, ni rouge, ni bleue, ni verte (couleurs utilisées dans le code établi dans la manipulation 1).



Vue en mode : modèle moléculaire 3D () , la double liaison n'apparaît pas.



Vue en mode : « fil de fer » () , la double liaison apparaît.

- 1 Ouvrir le fichier dioxygène depuis le logiciel « 3D Viewer ». Cliquer sur l'icône  pour observer la molécule en mode « fil de fer ». Observer la molécule en la faisant tourner, puis représenter sa formule développée. Recommencer avec le formaldéhyde, l'acétate d'éthyle et l'acide acétique.
- 2 Quel est le nombre de liaisons formées par l'atome de carbone, celui d'hydrogène et celui d'oxygène dans les molécules étudiées ? Comparez avec la réponse à la question 2 manipulation 1.
- 3 Donnez les formules brutes de ces molécules.
- 4 Ces molécules sont-elles isomères ?
- 5 Expliquez pourquoi la formule développée ou semi-développée apporte plus d'informations que la formule brute.
- 6 Quel est l'intérêt du modèle moléculaire par rapport à ces formules ?

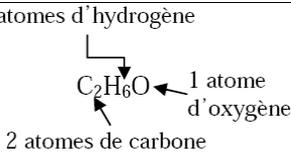
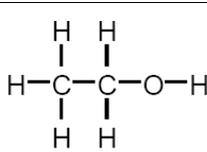
## II. Molécules et isomérisation:

### 1. Les molécules

Une molécule est un édifice neutre constitué d'atomes connectés entre eux par des liaisons. Suivant sa nature, un atome admet un nombre particulier de liaisons. Les liaisons entre atomes peuvent être simples, doubles ou triples.

### 2. Les différentes formules

En fonction de l'information dont il a besoin, le chimiste choisit la plus pratique des représentations. S'il ne s'intéresse qu'à la composition de la molécule, il utilise la formule brute, s'il travaille sur ses propriétés chimiques, il doit connaître sa structure et utilisera donc la formule développée ou la formule semi-développée.

	Formule brute	Formule développée	Formule semi-développée
Méthode de représentation	Elle comprend le symbole de l'élément et le nombre d'atomes présents, en indice à droite du symbole.	L'ordre d'assemblage des atomes est indiqué ; les liaisons sont représentées par des tirets.	Les tirets représentant les liaisons avec les atomes d'hydrogène n'apparaissent pas ; le nombre d'atomes d'hydrogène est précisé par un indice à droite du symbole H.
Exemple de l'éthanol	6 atomes d'hydrogène  2 atomes de carbone 1 atome d'oxygène		$\text{CH}_3\text{—CH}_2\text{—OH}$
Limite de la représentation	Elle n'indique pas l'ordre d'assemblage des atomes et ne donne aucune idée sur les propriétés chimiques.	Ces représentations sont planes, alors qu'en réalité la plupart des molécules présentent une géométrie complexe liée à l'orientation dans l'espace des liaisons entre les atomes.	

### 3. Les isomères

Deux molécules de même formule brute mais de formules développées ou semi-développées différentes sont appelées isomères. Deux isomères n'ont ni le même nom, ni les mêmes propriétés chimiques et physiques.

### Activité 3 : jeu des sept familles

Il existe des millions de molécules qu'il est possible de regrouper par familles.  
 Quel critère le chimiste utilise-t-il pour former ces familles ?

$\text{CH}_3 - \text{OH}$ méthanol	$\text{CH}_2 = \text{CH}_2$ éthène	$\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{CH} \\ \backslash \\ \text{O} - \text{CH}_3 \end{array}$ méthanoate de méthyle	$\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{CH}_3 - \text{C} \\ \backslash \\ \text{OH} \end{array}$ acide éthanoïque
$\text{CH}_3 - \text{NH}_2$ méthanamine	$\begin{array}{c} \text{CH}_3 - \text{C} - \text{CH}_3 \\ \parallel \\ \text{O} \end{array}$ propanone	$\text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \text{CH} = \text{O}$ propenal	$\text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \text{OH}$ éthanol
$\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{CH} \\ \backslash \\ \text{OH} \end{array}$ acide méthanoïque	$\text{CH}_2 = \text{CH} - \text{CH}_3$ propène	$\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{CH}_3 - \text{C} \\ \backslash \\ \text{O} - \text{CH}_3 \end{array}$ éthanoate de méthyle	$\text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \text{NH}_2$ éthylamine
$\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \text{C} \\ \backslash \\ \text{OH} \end{array}$ acide propanoïque	$\begin{array}{c} \text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \text{C} - \text{CH}_3 \\ \parallel \\ \text{O} \end{array}$ butanone	$\text{CH}_3 - \text{Cl}$ chlorométhane	$\text{CH}_2 = \text{CH} - \text{CH}_2 - \text{CH}_3$ but-1-ène

Un extrait du jeu des sept familles de molécules

- Former les familles des molécules qui se ressemblent. Quel critère a-t-on utilisé ? Regrouper les réponses dans un tableau.
- En quoi diffèrent les molécules de méthanoate de méthyle et d'acide méthanoïque ?
- En s'aidant du tableau ci-dessous, compléter ce jeu avec une molécule supplémentaire par famille.

Atome	H	C	N	O
Nombre de liaisons	1	4	3	2

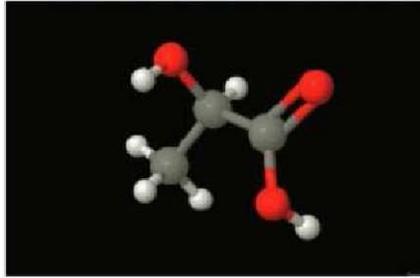
### III. Groupes-caractéristiques

#### 1. Interprétation pour l'activité 3

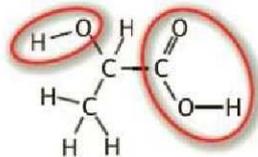
Un groupe caractéristique est une partie d'une molécule. Il s'agit d'un ensemble d'atomes liés entre eux dont au moins un n'est pas un atome de carbone. Les atomes d'hydrogène liés à un atome autre qu'un atome de carbone font partie du groupe caractéristique. Un atome de carbone lié à un atome d'oxygène avec une liaison double fait partie du groupe caractéristique. Le groupe caractéristique confère à la molécule qui la contient certaines propriétés chimiques et physiques particulières propres au groupe caractéristique.

Exemple :

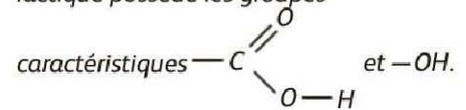
Modèle moléculaire



Formule développée



Lorsque trop d'acide lactique s'accumule dans les muscles des sportifs, c'est la crampe ! L'acide lactique possède les groupes



- 1 Recopier les molécules de méthanol, de méthanimine, de propanone, d'éthanol, d'acide éthanoïque, de méthanoate de méthyle, de chlorométhane et entourer leur groupe caractéristique.
- 2 Y a-t-il dans le tableau des 7 familles des molécules qui ne possèdent pas de groupe caractéristique ?

2. Mise en évidence des groupes caractéristiques: testschimiques

Vérification de l'appartenance de molécules à des groupes. Vous disposez de quatre solutions. Chacune d'elle contient une molécule comportant un groupe caractéristique. Identifier les familles de ces solutions. Voici un tableau permettant de savoir quels sont les tests à effectuer pour reconnaître un groupe caractéristique.

Famille	Tests à effectuer	Résultat si le groupe est présent
acides carboxyliques	Ajout de 1goutte de bleu de bromothymol (BBT)	La solution devient jaune
amines	Ajout de 1goutte de vert de bromocrésol	La solution devient bleue
aldéhydes et cétones	23 mL (=23cm) de 2,4DNPH + quelques gouttes de la solution à tester	Apparition d'un précipité jaune orangé
aldéhydes	1 mL(=1cm) de liqueur de Fehling + quelques gouttes de la solution à tester puis chauffage au bain marie	Apparition d'un précipité rouge brique

Test interdit: BBTavec acétaldéhyde