

# La chimie organique

PowerPoint 10.0

## Les branches majeures de la chimie (en termes brefs)

La chimie analytique – L'analyse quantitative et qualitative de la composition des substances

La chimie physique – l'étude des bases physiques des systèmes chimiques

La biochimie – L'étude des processus chimiques associés aux organismes vivants

La chimie inorganique – L'étude des composés qui n'ont pas le carbone comme base de leur structure

La chimie organique – L'étude des composés qui contiennent du carbone

## Les buts de la chimie organique en 11e année

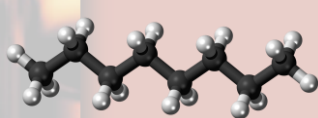
- des particularités des composés organiques
- comment représenter les composés organiques
- les isomères
- la résonance
- les divers types de composés organiques – les groupes fonctionnels

## Pourquoi rechercher des composés avec du carbone?

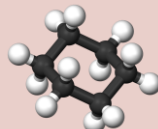
des composés qui contiennent du carbone

Il y a une énorme quantité de composés organiques grâce à la capacité du carbone à former des liaisons covalentes avec d'autres molécules en forme de longue chaîne, en forme d'anneau ou en forme ramifiée.

Les composés organiques contiennent aussi de l'hydrogène, d'habitude.



Octane  
 $C_8H_{18}$



Cyclohexane  
 $C_6H_{12}$



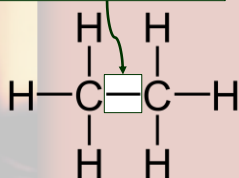
2-methoxypropan-2-ol  
 $C_4H_9OH$

## Pourquoi rechercher des composés avec du carbone?

Un atome de carbone peut former 4 liaisons à d'autres atomes – on dit que carbone a une valence de 4.

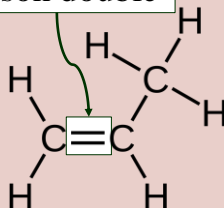
Les composés organiques peuvent aussi, assez facilement, former des liaisons chimiques avec d'autres atomes qui partagent 2 électrons, 4 électrons, ou 6 électrons

liaison simple



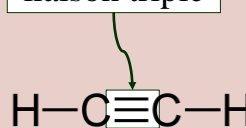
éthane  
 $C_2H_6$

liaison double



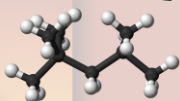
prop-1-ène  
 $C_3H_6$

liaison triple



acétylène  
 $C_2H_2$

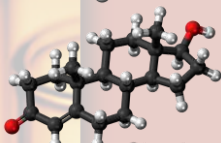
## Quelques composés organiques



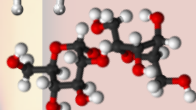
2,2,4-triméthylpentane,  $C_8H_{18}$



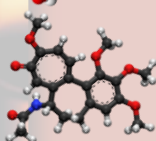
méthane,  $CH_4$



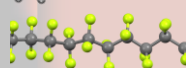
testostérone (17 $\beta$ -hydroxyandrost-4-èn-3-one),  $C_{19}H_{28}O_2$



sucrose, (saccharose ou  $\alpha$ -D-glucosopyranosyl-(1 $\leftrightarrow$ 2)- $\beta$ -D-fructofuranoside),  $C_{12}H_{22}O_{11}$

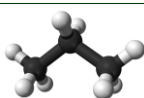
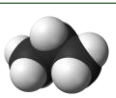
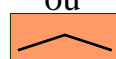


Colchicine (N-[(7S)-5,6,7,9-tétrahydro-1,2,3,10-tétraméthoxy-9-oxobenz[a]heptalen-7-yl]acétamide),  $C_{22}H_{25}NO_6$



Teflon, (poly(tetrafluoroéthylène)),  $(C_2F_4)_n$

## La représentation des composés organiques

Il y a plusieurs façon de représenter n'importe quel composé organique Ex. – propane	modèle du type boules et tiges 	modèle plein 
	formule structurelle $\begin{array}{ccccccc} & \text{H} & \text{H} & \text{H} & & & \\ &   &   &   & & & \\ \text{H} & -\text{C} & -\text{C} & -\text{C} & -\text{H} & & \\ &   &   &   & & & \\ & \text{H} & \text{H} & \text{H} & & & \end{array}$	formule moléculaire $\text{C}_3\text{H}_8$
	formule structurelle condensée $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CH}_3$	formule topologique $\text{C}-\text{C}-\text{C}$ ou 

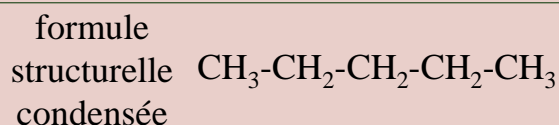
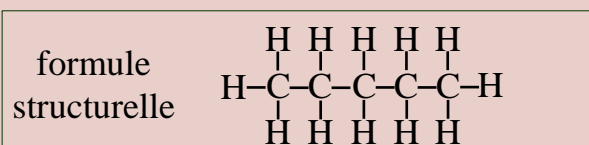
Un hydrocarbure est un composé qui contient que du carbone et d'hydrogène.

Un alcane est un hydrocarbure qui n'a que des liaisons simples

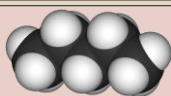
## Question pratique

**Question** – Dessinez le composé organique  $\text{C}_5\text{H}_{12}$  dans les formes suivantes

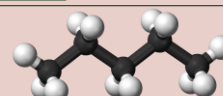
Réponse –



modèle plein



modèle du type boules et tiges



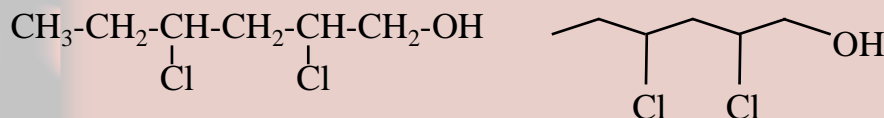
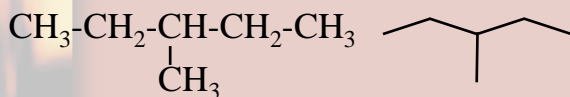
## La formule topologique

S'il y a un atome qui n'est pas le carbone, on écrit son symbole.



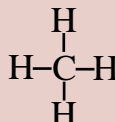
**Question** – Dessinez la formule topologique des composés organiques suivants

Réponse –

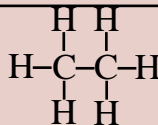
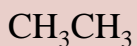


## Des alcanes

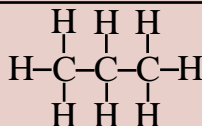
méthane  $\text{CH}_4$



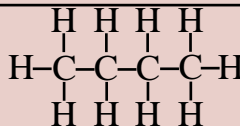
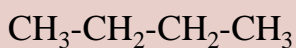
éthane  $\text{C}_2\text{H}_6$



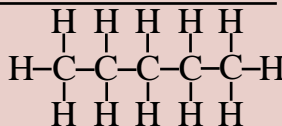
propane  $\text{C}_3\text{H}_8$



butane  $\text{C}_4\text{H}_{10}$



pentane  $\text{C}_5\text{H}_{12}$



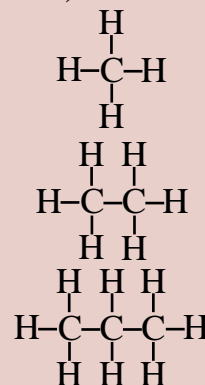
## Des alcanes

méthane	$C_1H_4$	$CH_4$	Remarquez que chaque C forme 4 liaisons ici et dans les formules structurales que le nombre de H lié à chaque C est égal à 4 moins le nombre de C attaché à ce carbon.
éthane	$C_2H_6$	$CH_3-CH_3$	
propane	$C_3H_8$	$CH_3-CH_2-CH_3$	
butane	$C_4H_{10}$	$CH_3-CH_2-CH_2-CH_3$	
pentane	$C_5H_{12}$	$CH_3-CH_2-CH_2-CH_2-CH_3$	
hexane	$C_6H_{14}$	$CH_3-CH_2-CH_2-CH_2-CH_2-CH_3$	
heptane	$C_7H_{16}$	$CH_3-CH_2-CH_2-CH_2-CH_2-CH_2-CH_3$	
octane	$C_8H_{18}$	$CH_3-CH_2-CH_2-CH_2-CH_2-CH_2-CH_2-CH_3$	
nonane	$C_9H_{20}$	$CH_3-CH_2-CH_2-CH_2-CH_2-CH_2-CH_2-CH_2-CH_3$	
décane	$C_{10}H_{22}$	$CH_3-CH_2-CH_2-CH_2-CH_2-CH_2-CH_2-CH_2-CH_2-CH_3$	

## D'autres détails sur les alcanes

D'autres renseignements sur les alcanes

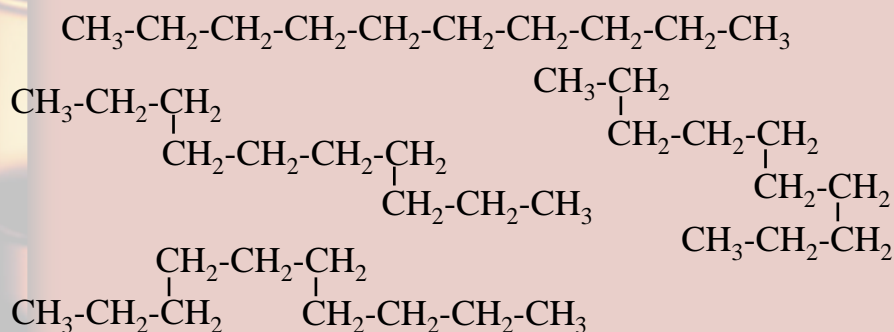
- Chacune des molécules de méthane à décane sont distinctes de l'une à l'autre par le nombre d'atomes de carbone connecté en forme de chaîne. Une série de molécules comme ceci qui diffèrent par une unité structurale ( $-CH_2-$  dans ce cas) s'appelle une **série homologue**.
- Des alcanes où les carbones sont attachés en forme d'une longue chaîne en ligne s'appellent des **alcanes linéaires**.
- on dit qu'un alcane est « saturé », cela veut dire que le maximum nombre d'atomes sont connectés à chaque carbone
- Remarquez aussi que le nombre de H dans un alcane est prévisible,  $\#H = 2(\#C) + 2$ ,  $C_nH_{2n+2}$



## Les liaisons covalentes simples peuvent pivoter

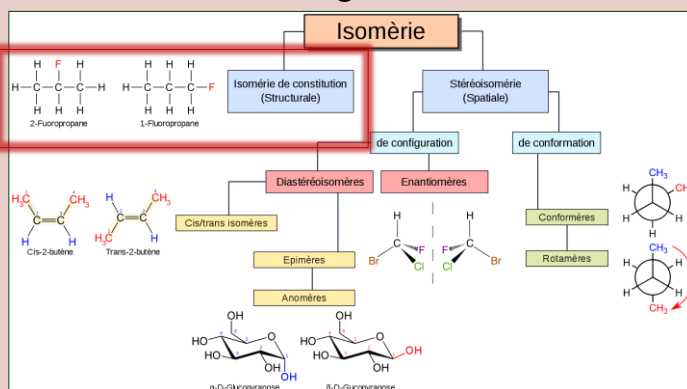
Chacune des liaisons simple entre les atomes de carbone est capable de pivoter librement causant des formes différentes de plusieurs composés organiques,

Ex. – des molécules de décane



## Les isomères des composés organiques

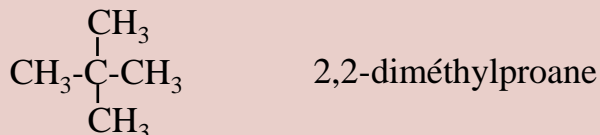
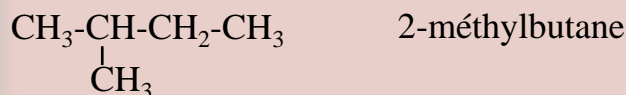
Il est possible pour 2 ou plusieurs molécules d'avoir la même formule moléculaire (même nombre et types d'atomes), mais avoir une structure (arrangement d'atomes) différente. Ces types de molécules s'appellent des isomères. Il y a plusieurs types d'isomères, mais on va regarder les isomères structurelles.



## Les isomères structurelles

Les isomères structurelles sont des composés qui ont la même formule moléculaire, mais dont les atomes sont organisés de façon différente.

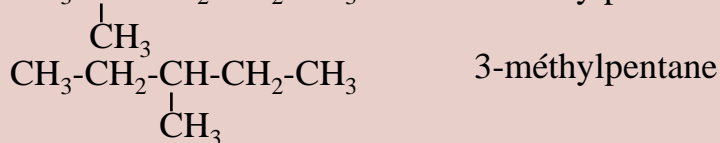
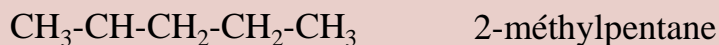
Ex. –  $C_5H_{12}$



## Les isomères structurelles

**Question** – dessinez autant d'isomères structurelles que possible pour la formule moléculaire  $C_6H_{14}$

**Réponse** –  $CH_3-CH_2-CH_2-CH_2-CH_2-CH_3$  hexane





## Des isomères structurelles

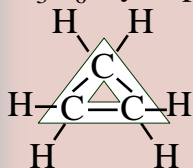
Nom	Formule	Point de fusion (°C)	Point d'ébullition (°C)	État à TPN	Nombre d'isomères structurelles
methane	CH <sub>4</sub>	-182.5	-161.5	gaz	1
ethane	C <sub>2</sub> H <sub>6</sub>	-183.3	-88.6	gaz	1
propane	C <sub>3</sub> H <sub>8</sub>	-187.7	-42.1	gaz	1
butane	C <sub>4</sub> H <sub>10</sub>	-138.3	-0.5	gaz	2
pentane	C <sub>5</sub> H <sub>12</sub>	-129.7	36.1	liquide	3
hexane	C <sub>6</sub> H <sub>14</sub>	-95.3	68.7	liquide	5
heptane	C <sub>7</sub> H <sub>16</sub>	-90.6	98.4	liquide	9
octane	C <sub>8</sub> H <sub>18</sub>	-56.8	125.7	liquide	18
nonane	C <sub>9</sub> H <sub>20</sub>	-53.6	150.8	liquide	35
decane	C <sub>10</sub> H <sub>22</sub>	-29.7	174.0	liquide	75
tetradecane	C <sub>14</sub> H <sub>30</sub>	5.9	253.5	solide	1858
octadecane	C <sub>18</sub> H <sub>38</sub>	28.2	316.1	solide	60,523

source - <https://openstaxbc.eu/chemistry/chapter20-1-hydrocarbons/>

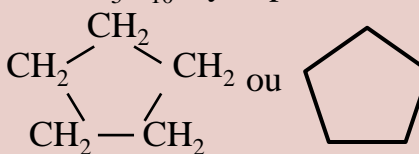
## Les cycloalcanes

Les cycloalcanes sont des hydrocarbures dont les carbones sont connectés en forme d'anneau.

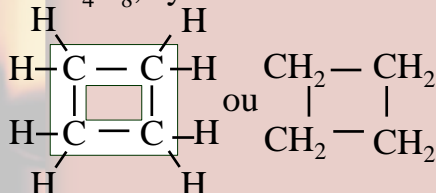
Ex. - C<sub>3</sub>H<sub>6</sub>, cyclopropane



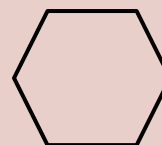
Ex. - C<sub>5</sub>H<sub>10</sub>, cyclopentane



Ex. - C<sub>4</sub>H<sub>8</sub>, cyclobutane



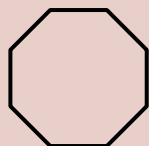
Ex. - C<sub>6</sub>H<sub>12</sub>, cyclohexane



## Questions pratiques

**Question** – Dessinez le composé organique cyclique  $C_8H_{16}$

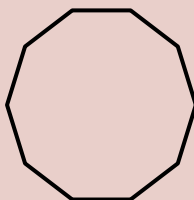
Réponse –



cyclooctane,  $C_8H_{16}$

**Question** – Dessinez le composé organique cyclique  $C_{10}H_{20}$

Réponse –

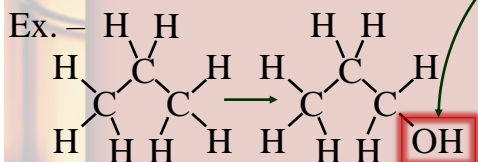


cyclodécane,  $C_{10}H_{20}$

➤ Remarquez aussi que le nombre de H dans un cycloalcane est prévisible,  $\#H = 2(\#C)$ ,  $C_nH_{2n}$

## Les groupes fonctionnels

Souvent, un des hydrogènes dans une composé organique est remplacé par un atome différent ou par un groupe d'atomes – ces remplacements s'appellent des groupes fonctionnels.



un groupe d'atomes qui existe dans une molécule, donnant à la molécule des propriétés spécifiques

Les divers groupes fonctionnels peuvent modifier des propriétés incluant

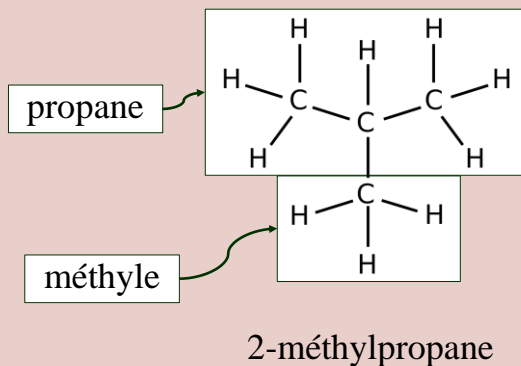
- l'acidité ou la basicité
- la polarité
- l'odeur
- la réactivité
- l'explosibilité

## Des chaînes latérales

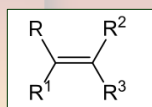
Si une chaîne latérale est attachée à une chaîne de carbone, on dit que le composé organique est **substitué**.

Un hydrocarbure substitué est aussi appelé un **hydrocarbure ramifié** à cause de sa forme.

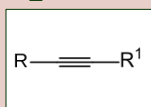
Ex. – le propane substitué avec une chaîne latérale en forme d'un group méthyle



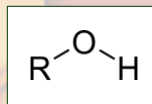
## Des groupes fonctionnels



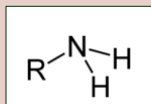
alcène



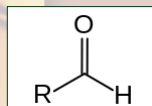
alcyne



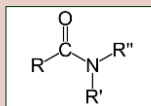
alcool



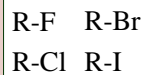
amine



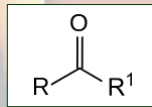
aldéhyde



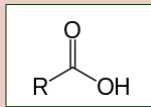
amide



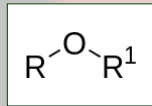
halogène



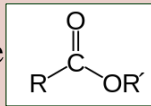
cétone



acide carboxylique



éther-oxyde



ester

Le « R » est un C ou un H attaché à n'importe quelle autre partie d'un composé organique.

## Les liaisons multiples, les alcènes et les alcynes

Le carbone peut former jusqu'à 4 liaisons avec d'autres atomes, mais il peut aussi former des liaisons multiples – les **liaisons double** et les **liaisons triple**

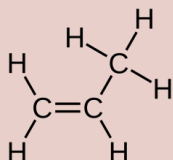
une liaison où 4 électrons sont partagés entre deux atomes

une liaison où 6 électrons sont partagés entre deux atomes

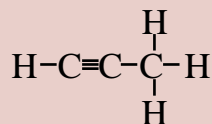
Un **alcène** est un composé qui contient un ou plusieurs liaisons double entre deux carbones

Un **alcyne** est un composé qui contient un ou plusieurs liaisons triple entre deux carbones

Ex. –



Ex. –

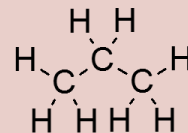


## Des alcanes, des alcènes, et des alcynes

On dit que les alcènes et les alcynes sont **insaturés**, parce qu'ils ont moins d'hydrogènes que leur alcanes **saturés** équivalents

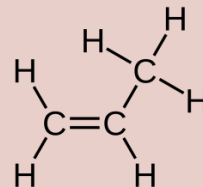
alcane

propane  
 $\text{C}_3\text{H}_8$



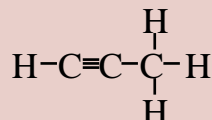
alcène

prop-1-ène  
 $\text{C}_3\text{H}_6$



alcyne

prop-1-yne  
 $\text{C}_3\text{H}_4$

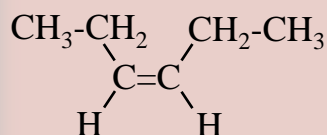


## La rigidité des liaisons double et des liaisons triples

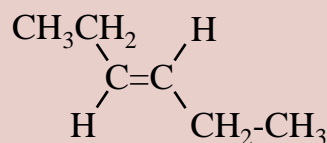
Les liaisons doubles et les liaisons triples sont fixées en position et ne sont pas permises de pivoter comme les liaisons simples.

Parce que ces liaisons double ne peuvent pas pivoter, les 2 molécules suivantes ne sont pas les mêmes

➤ on doit utiliser le système de cis/trans pour les identifier



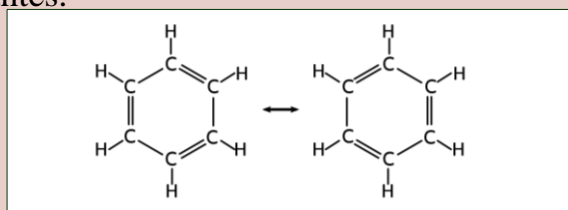
*cis*-hex-3-ène



*trans*-3-hex-3-ène

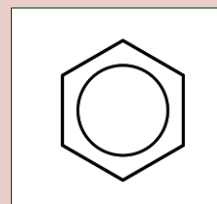
## Le benzène et les formes de résonances

Le benzène,  $\text{C}_6\text{H}_6$ , est un composé qui peut être dessiné dans les façons suivantes.



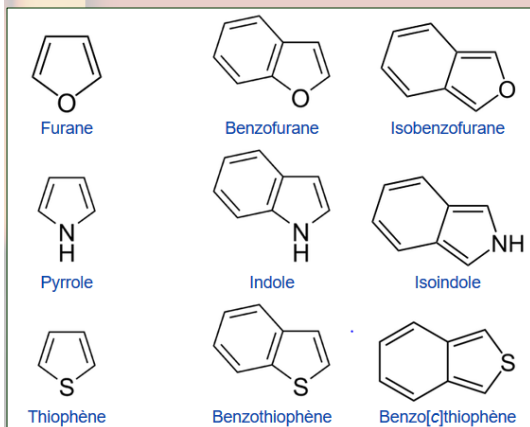
Ces deux structures s'appellent des formes de résonance ou les mésomères – des dessins qui montrent que les électrons peuvent être délocalisés dans la même molécule.

Un moyen plus précis de dessiner le benzène est le suivant, qui montre que les électrons changent de position.



## Le benzène

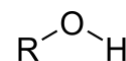
Le benzène et d'autres molécules (dont les électrons peuvent alterner de position comme dans le benzène) s'appellent les composés aromatiques.



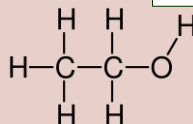
Des composés aromatiques sont des molécules dont la structure moléculaire comprend un cycle possédant une alternance formelle de liaison simple et double

## Les alcool et les halogénoalcane

Un alcool contient un groupe  $-OH$  (hydroxyle).

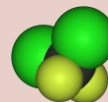


Ex. – éthanol, l'alcool dans la bière, le vin, et d'autres breuvages



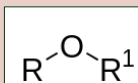
Un halogénoalcane est un alcane avec un ou plusieurs de ces H est remplacé par un halogène (F, Cl, Br, I)

Ex. –  $CCl_2F_2$ , dichlorodifluorométhane, une propulseur d'aérosols

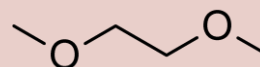


## Les éther-oxydes et les amines

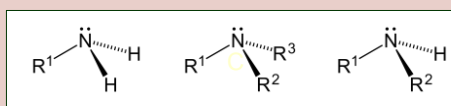
Un éther-oxyde est un composé organique où deux hydrocarbures sont joints ensemble par un oxygène, représenté par  $-O-$  dans la chaîne de dans la forme structurale condensée.



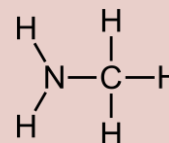
Ex. – diméthoxyéthane, utilisé dans les piles de lithium



Une amine est un composé organique qui contient un groupe  $-NH_2$ ,  $-NRH$ , ou  $-NR_1R_2$

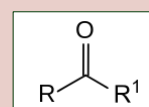


Ex. – le méthylamine,  $CH_3NH_2$ , une substance mentionnée dans « Breaking Bad »



## Les cétones et les aldéhydes

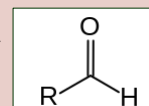
Un cétone contient un groupe  $C=O$  (carbonyle) dans la chaîne de carbone – mais pas à la fin de la chaîne. On écrit souvent  $-CO-$  dans la forme structurale condensée.



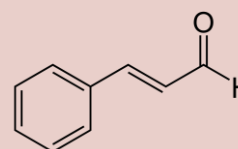
Ex. – acétone, utilisé pour enlever le vernis à ongle



Un aldéhyde contient un groupe  $C=O$  (carbonyle) à la fin d'une chaîne. On écrit souvent  $-CHO$  dans la forme structurale condensée.

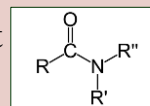


Ex. – cinnamaldéhyde, le composant principal dans la cannelle

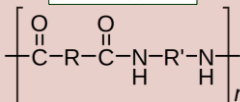


## Les amides, les acides carboxyliques, et les esters

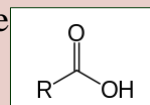
Un amide est un composé organique qui contient le groupe  $-\text{CONH}_2$ .



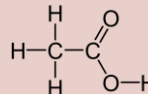
Ex. – le nylon est un polymère d'un amide



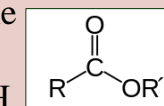
Un acide carboxylique est un composé organique qui contient le groupe  $-\text{COOH}$ .



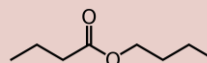
Ex. – le vinaigre, l'acide acétique



Un ester est un composé organique qui contient le groupe  $-\text{COOC}-$ , un peu comme un acide carboxylique avec un groupe alkyle au lieu d'un H



Ex. – butanoate de butyl, ce qui produit l'odeur d'ananas

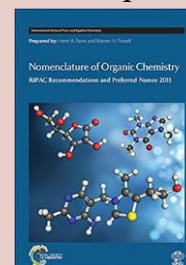


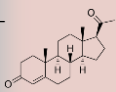
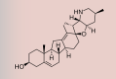
## La nomenclature des composés organiques

Jusqu'à présent, on a vu comment nommer des composés ioniques, des composés covalents binaires, et des acides.

Lorsqu'on nomme des composés organiques, on suit des étapes spécifiques – et il y en a plusieurs.

L'Union internationale de chimie pure et appliquée (IUPAC) est l'organisation qui détermine les règles pour nommer des composés chimiques, entre d'autres choses. L'édition de leur guide sortie en 2013 était 1612 pages.

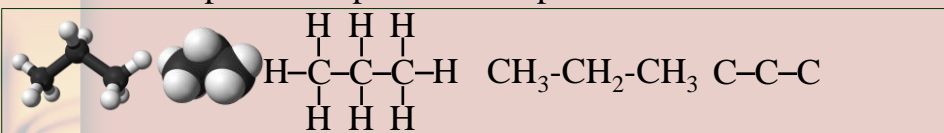



Ex. –  (8S,9S,10R,13S,14S,17S)-17-acetyl-10,13-dimethyl-1,2,6,7,8,9,11,12,14,15,16,17-dodecahydrocyclopenta[a]phenanthren-3-one (protegerone)  
 (2R,3S,3'R,3'aS,6'S,6aS,6bS,7'aR,11aS,11bR)-1,2,3,3'a,4,4',5',6,6',6a,6b,7,7',7'a,8,11,11a,11b-octadecahydro-3',6',10,11b-tetramethyl-spiro[9H-benzo[a]fluorene-9,2'(3'H)-furo[3,2-b]pyridin]-3-ol (cyclopamine)



## Récapitulons!

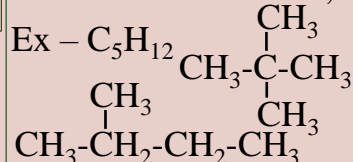
Les **composés organiques** sont des composés qui contiennent du carbone. On peut les représenter de plusieurs façons



Les cycloalcanes ont des C en forme d'anneau, Ex. –   $\text{C}_5\text{H}_{10}$ , cyclopentane

Propane,  $\text{C}_3\text{H}_8$

isomères structurales,



Des groupes fonctionnels

