

1 STRUCTURES ET PROPRIETES DES ENTITES ORGANIQUES

➤ Qu'est-ce que la formule topologique ?

La formule topologique est un mode de représentation simplifié des molécules organiques :

- 1 Les atomes de carbone et les atomes d'hydrogène liés à ces atomes ne sont pas indiqués.
- 2 Les atomes d'hydrogène non liés à des atomes de carbone sont indiqués.
- 3 Un sommet correspond à un atome de carbone et aux atomes d'hydrogène qui sont liés à l'atome de carbone.
- 4 Un segment correspond à un doublet liant.
- 5 La chaîne carbonée est représentée en ligne brisée (« zigzag »).



Butan-1-ol de formule brute C ₄ H ₁₀ O	
Formule développée	$\begin{array}{ccccccc} & \text{H} & \text{H} & \text{H} & \text{H} & & \\ & & & & & & \\ \text{H} & - \text{C} & - \text{C} & - \text{C} & - \text{C} & - \text{O} & - \text{H} \\ & & & & & & \\ & \text{H} & \text{H} & \text{H} & \text{H} & & \end{array}$
Formule semi-développée	CH ₃ -CH ₂ -CH ₂ -CH ₂ -OH
Formule topologique	
Modèle moléculaire	

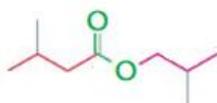
➤ Familles fonctionnelles

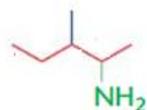
Les composés organiques peuvent être regroupés en différentes familles organiques (en plus de celles déjà vues en première). Pour les nommer, le suffixe indique la famille fonctionnelle à laquelle appartient l'espèce chimique.

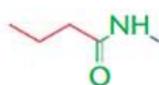
Famille fonctionnelle	Ester	Amine	Amide	Halogénoalcane	
Groupe caractéristique				-F	-Cl
				-Br	-I
Suffixe ou préfixe	... oate de ... yle	amine*	amide*	fluoro ; chloro ; bromo ; iodo	

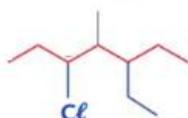
* Si l'atome d'azote, en plus d'être lié à la chaîne principale, est aussi lié à des groupes alkyles, le nom est précédé de la mention N-alkyl.

Exemples :



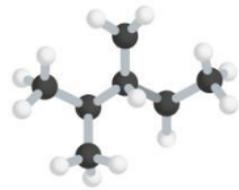






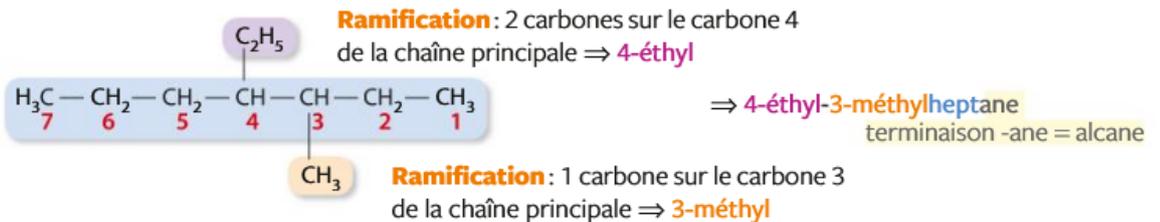
➤ Les squelettes carbonés

Les atomes de carbone sont liés les uns aux autres pour former des squelettes carbonés qui peuvent être linéaires, ramifiés ou cycliques. Si une liaison multiple (double ou triple) ou un cycle est présent, le squelette est dit Dans le cas contraire, il est dit

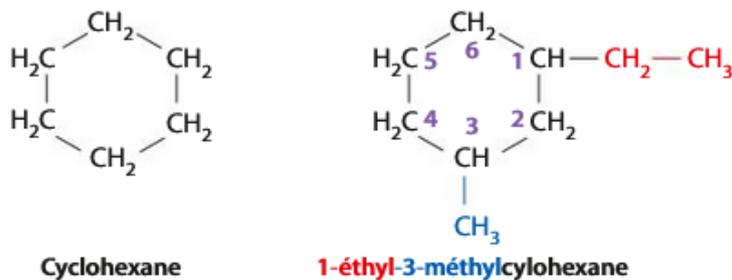
<p>Chaîne carbonée saturée Lorsque les atomes de carbone ne forment entre eux que des liaisons simples.</p>  <p>Carbones tétraonaux et tétraédriques</p>	<p>Chaîne carbonée insaturée Lorsqu'au moins deux atomes de carbone voisins sont liés par une double liaison.</p>  <p>éthylène</p>	<p>Chaîne ramifiée Lorsqu'un carbone est lié à au moins 3 carbones.</p>  <p>2,3-diméthylpentane</p>
<p>Chaîne linéaire Lorsqu'un carbone est lié à d'autres carbones sans faire de ramifications.</p>  <p>Molécule d'octane (linéaire saturée)</p>	<p>Chaîne cyclique La chaîne se referme sur elle-même et forme un cycle.</p>  <p>cyclohexane</p>	

✚ Les alcanes : formule générale

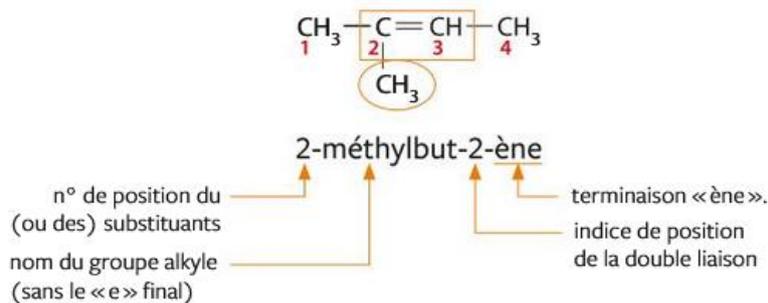
Chaîne principale :
La plus longue
7 carbones ⇒ **hept**



✚ Les alcanes cycliques : formule générale



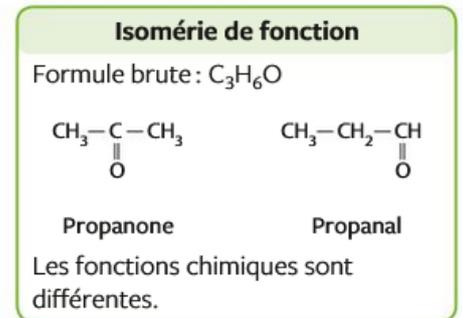
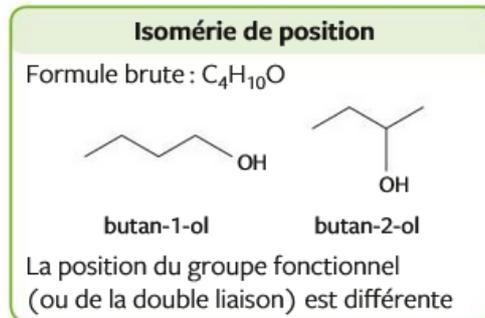
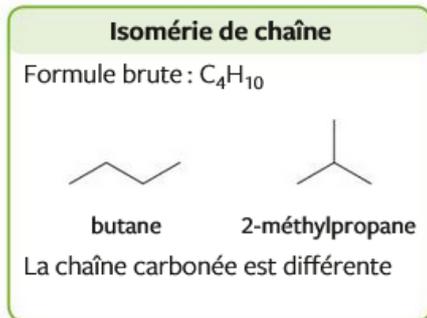
✚ Les alcènes : formule générale



➤ Les isoméries de constitution

Deux espèces sont isomères de constitution si leurs molécules ont la même formule brute mais des formules semi-développées différentes. On distingue trois types d'isoméries de constitution :

- L'isomérie de
- L'isomérie de
- L'isomérie de



② LES ETAPES D'UNE SYNTHÈSE ORGANIQUE (1ERE SPE)

Le protocole expérimental d'une synthèse détaille l'ensemble des étapes et des manipulations à effectuer dans un ordre chronologique bien établi afin de « fabriquer » une molécule, puis de l'isoler :

- **Transformation** chimique
- **Extraction** et récupération de l'espèce chimique synthétisée (ou isolement)
- **Purification** de l'espèce chimique synthétisée
- **Analyse** de l'espèce chimique synthétisée

Avant de commencer une synthèse, il est important de se renseigner sur les différents réactifs et produits de la réaction ; on recherche alors leurs pictogrammes de danger et les consignes de sécurité associées.

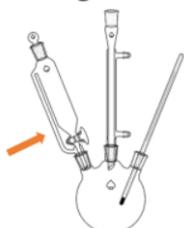
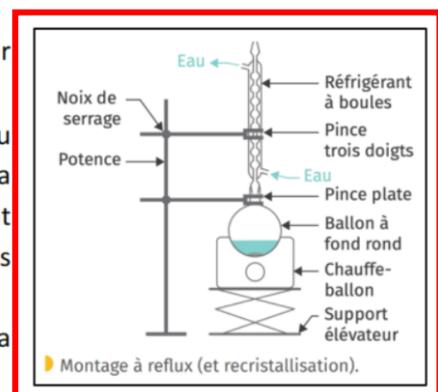
Dangers physiques				
				
Explosif	Inflammable	Comburent	Corrosif pour les métaux	Gaz comprimé, liquéfié, dissout
Dangers pour la santé			Dangers pour l'environnement	
Dangers aigus élevés		Danger chronique ou aigu moyen	Danger chronique élevé	
				
Toxique	Corrosif pour la peau, les yeux	Irritant, sensibilisant	i) CMR, ii) STOT danger par aspiration	Milieu aquatique

➤ Première étape : la transformation

La première étape d'une synthèse chimique est la transformation. Au cours de cette étape, une réaction chimique a lieu : le produit souhaité est formé.

Selon les paramètres expérimentaux choisis, l'expérimentateur opte pour le montage à utiliser.

- ⇒ Le **montage à reflux** permet d'augmenter la température du milieu (pour accélérer la transformation) sans perte par évaporation. La réaction se déroule alors à la température d'ébullition du solvant et les vapeurs de ce dernier se condensent dans le réfrigérant. Des grains de pierre ponce régulent l'ébullition.



- ⇒ L'**agitation** homogénéise les concentrations et la température ; elle aide aussi à solubiliser les produits.
- ⇒ L'**ampoule de coulée** permet d'ajouter l'un des réactifs progressivement (pour limiter un échauffement nuisible par exemple).

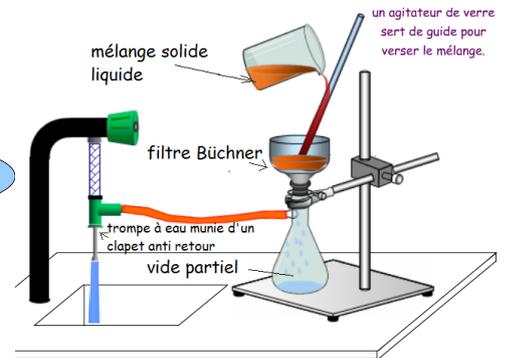
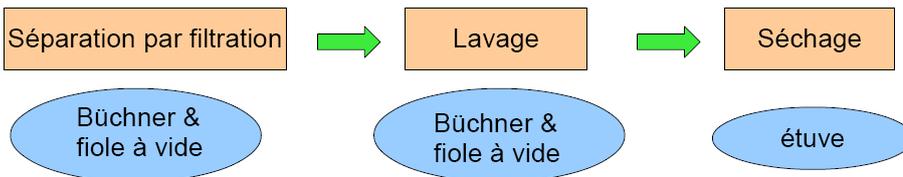
➤ L'isolement

L'isolement consiste à séparer le produit du milieu réactionnel (réactifs n'ayant pas réagi, autres produits de la réaction, solvant, etc). Il conduit au produit brut.

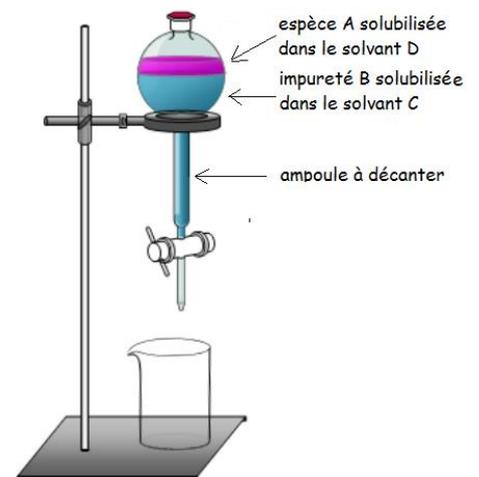
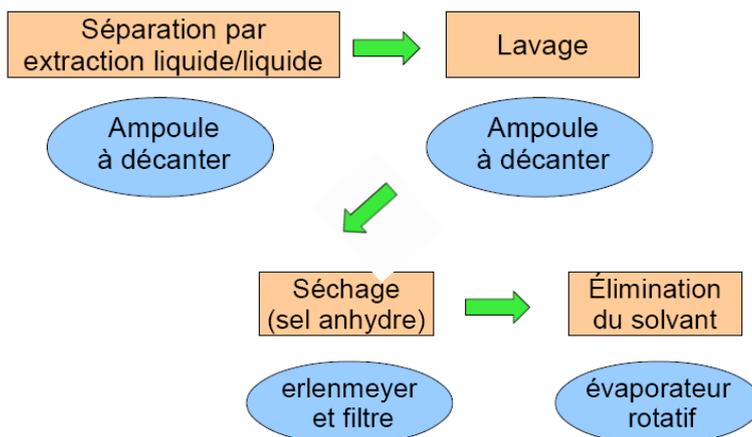
Selon l'état physique du produit synthétiser, on utilise plusieurs techniques :

- La **filtration sous vide** si le produit est **solide**.
- L'**extraction liquide-liquide** s'il est **liquide**.

Si le produit de la transformation a précipité :



Si le produit de la transformation est en solution :



➤ La purification

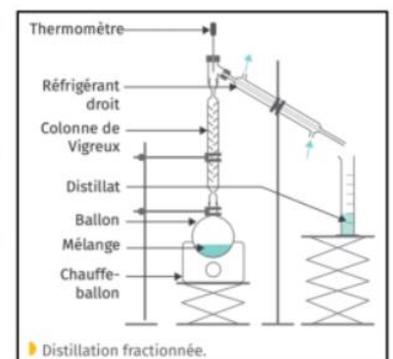
Il est souvent nécessaire de purifier le produit obtenu même si l'étape d'isolement est habituellement suivie d'un lavage de l'espèce extraite.

La méthode utilisée dépend de l'état physique du produit.



- Pour un produit **liquide**, on peut effectuer une **distillation fractionnée** au cours de laquelle on chauffe le mélange dans le ballon grâce à un chauffe ballon. Les liquides vont, un par un en fonction de leur température d'ébullition, se transformer en vapeurs, la colonne de Vigreux qui surmonte le ballon permettant une meilleure séparation. Les vapeurs formées dans le ballon vont ensuite dans le réfrigérant qui les liquéfie.

- Pour un produit **solide**, on utilise la **recristallisation**. Elle permet d'éliminer les impuretés présentes dans un solide en jouant sur les différences de solubilité du



produit et des impuretés dans un solvant en fonction de la température. Elle consiste en une dissolution d'un solide brut dans la quantité minimale d'un solvant bien choisi porté à ébullition. Le refroidissement lent du mélange entraîne la cristallisation du solide pur, tandis que les impuretés restent en solution dans le solvant. Le solide est ensuite isolé par filtration.

➤ L'analyse

1) Identification



L'identification peut être effectuée par :

- **mesure des grandeurs physico-chimiques** : température de fusion au banc Köfler pour les solides, densité ou indice de réfraction pour les liquides ;
- **chromatographie** sur couche mince (CCM) ;
- **analyse spectroscopique** du produit (UV-visible, IR, RMN).

Chaque technique fournit des informations différentes, souvent complémentaires, pour caractériser le produit.

2) Calcul du rendement

C'est le rapport entre la quantité de matière de produit obtenue n_{produit} et la quantité de matière maximale qui pourrait théoriquement se former n_{max} :

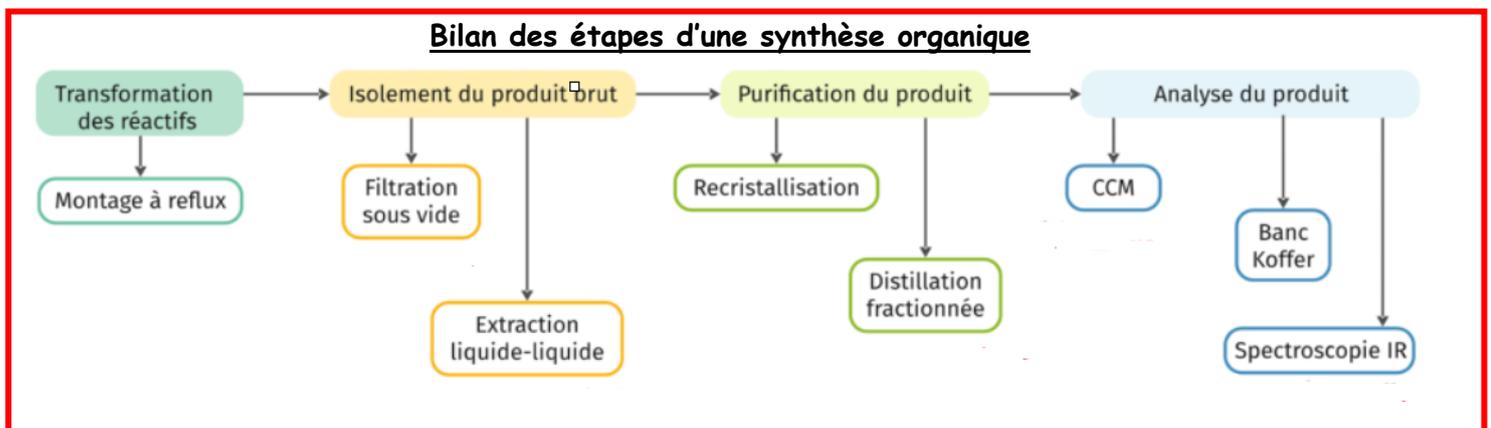
$$\text{sans unité} \rightarrow \eta = \frac{\text{en mol}}{\text{en mol}}$$

où n_{produit} est la quantité de matière de produit obtenue après purification et n_{max} est calculée pour un avancement maximal. On peut multiplier par 100 pour l'avoir en pourcentage.

Plusieurs raisons peuvent expliquer un rendement faible :

- la totalité du réactif limitant n'a pas été consommé ;
- des pertes de produit ont eu lieu lors des manipulations ;
- la réaction n'est pas totale, etc.

Bilan des étapes d'une synthèse organique



3 COMMENT OPTIMISER UNE SYNTHÈSE ORGANIQUE ?

➤ Augmentation de la vitesse de formation

Pour augmenter la vitesse de formation d'un produit, on peut :

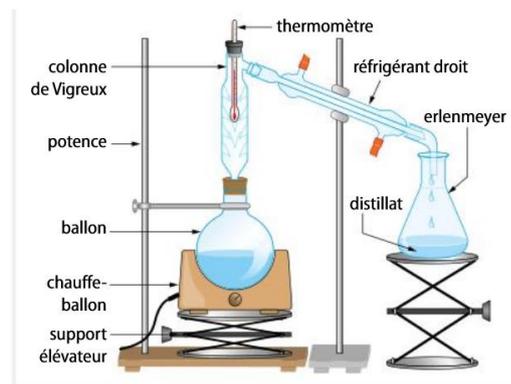
- le milieu réactionnel avec un montage à
- Utiliser un
- la concentration des réactifs en solution.

➤ Optimiser le rendement

Le choix d'un réactif plutôt qu'un autre est susceptible d'influencer le rendement d'une synthèse.

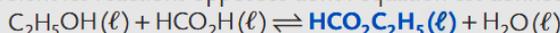
On peut ainsi améliorer le rendement d'une synthèse :

- En introduisant l'un des
- En éliminant du milieu réactionnel un des de la réaction.



Le montage de distillation permet d'éliminer un produit au cours de sa formation.

Exemple : Soient les réactions opposées dont l'équation est donnée ci-dessous.



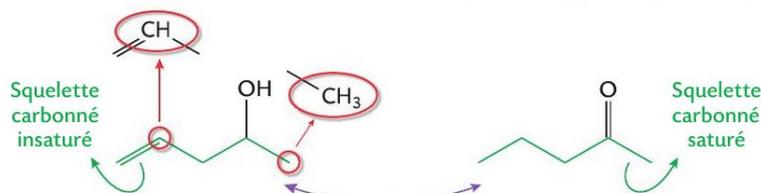
Le milieu réactionnel est ici constitué d'un mélange d'espèces liquides miscibles ; dans ce cas le quotient de réaction s'écrit :

$$Q_r = \frac{n(HCO_2C_2H_5) \times n(H_2O)}{n(C_2H_5OH) \times n(HCO_2H)}$$

En distillant l'ester $HCO_2C_2H_5$ au fur et à mesure de sa formation, le quotient de réaction Q_r est toujours inférieur à la constante d'équilibre K : le système évolue de manière continue dans le sens direct de l'équation, et des rendements proches de 100 % sont alors obtenus.

L'ESSENTIEL A RETENIR

1 La structure des entités chimiques organiques



Même formules brutes ($C_5H_{10}O$) et formules topologiques semi-développées différentes : **isomère de constitution**

Nom d'une espèce

Savoir utiliser
la **Fiche 8** p. 459

Famille fonctionnelle	Halogénoalcane	Alcool	Aldéhyde	Cétone	Acide carboxylique	Ester	Amine	Amide
Groupe caractéristique	C-X avec X = Cl, Br, I	$\begin{array}{c} \\ -C-OH \\ \end{array}$	$\begin{array}{c} -C=O \\ \\ H \end{array}$	$\begin{array}{c} C-C=O \\ \\ C \end{array}$	$\begin{array}{c} -C=O \\ \\ OH \end{array}$	$\begin{array}{c} -C=O \\ \\ O-C \end{array}$	$\begin{array}{c} -N- \\ \end{array}$	$\begin{array}{c} -C=O \\ \\ -N- \end{array}$

2 L'optimisation d'une synthèse

Augmentation de la vitesse de formation d'un produit

- Chauffer le milieu réactionnel.
- Utiliser un catalyseur.
- Augmenter la concentration des réactifs en solution.

Optimisation du rendement

- Introduire un réactif en excès.
- Éliminer un produit de la réaction au fur et à mesure de sa formation.