

# Chapitre 9 : Synthèses organiques

## Extrait Programme Tspé

<p><b>Structure et propriétés</b> Familles fonctionnelles : esters, amines, amides et halogénoalcanes.</p> <p>Squelettes carbonés insaturés, cycliques Isomérisie de constitution Polymères</p> <p><b>Optimisation d'une étape de synthèse</b> Optimisation de la vitesse de formation d'un produit et du rendement d'une synthèse</p> <p><b>Stratégie de synthèse multi-étapes</b> Modification de groupe caractéristique, modification de chaîne carbonée, polymérisation</p> <p>Protection / déprotection</p> <p>Synthèses éco-responsables</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Exploiter des règles de nomenclature fournies pour nommer une espèce chimique ou représenter l'entité associée.</li> <li>- Représenter des formules topologiques d'isomères de constitution, à partir d'une formule brute ou semi-développée.</li> <li>- Identifier le motif d'un polymère à partir de sa formule.</li> <li>- Citer des polymères naturels et synthétiques et des utilisations courantes des polymères.</li> <li>- Identifier, dans un protocole, les opérations réalisées pour optimiser la vitesse de formation d'un produit.</li> <li>- Justifier l'augmentation du rendement d'une synthèse par introduction d'un réactif en excès ou par élimination d'un produit du milieu réactionnel.</li> <li>- <i>Mettre en œuvre un protocole de synthèse pour étudier l'influence de la modification des conditions expérimentales sur le rendement de la synthèse ou la vitesse.</i></li> <li>- Élaborer une séquence réactionnelle de synthèse d'une espèce à partir d'une banque de réactions.</li> <li>- Identifier des réactions d'oxydo-réduction, acide-base, de substitution, d'addition, d'élimination.</li> <li>- Identifier les étapes de protection / déprotection et justifier leur intérêt, à partir d'une banque de réactions.</li> <li>- <i>Mettre en œuvre un protocole de synthèse conduisant à la modification d'un groupe caractéristique ou d'une chaîne carbonée.</i></li> <li>- Discuter l'impact environnemental d'une syhtèse et proposer des améliorations à l'aide de données fournies, par exemple en termes d'énergie, de formation et de valorisation de sous-produits et de choix de réactifs et solvants.</li> </ul>
--	---

Pour bien commencer le chapitre : Vidéo sur les Rappels de 1<sup>ère</sup>

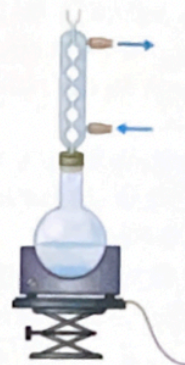
Applications en autonomie : n°1, 2, 3 et 4 p 259 + n°22 p 274 (corrigé détaillé dans le manuel)

Les différentes étapes d'une synthèse organique sont rassemblées dans le schéma ci-dessous.

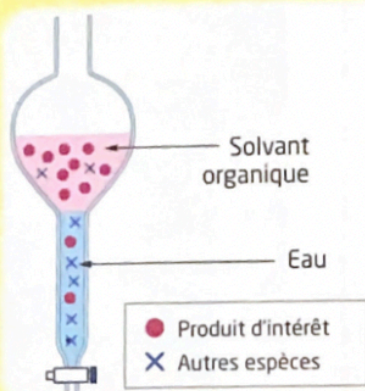
Réactifs  
+ solvant

## ① TRANSFORMATION

Produit d'intérêt  
+ autres espèces  
+ solvant



## ② ISOLEMENT

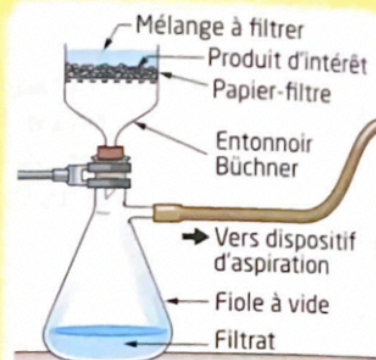


Produit soluble

Extraction  
et lavage

Produit insoluble

Essorage  
sur entonnoir  
Büchner



Produit +  
autres espèces

## ③ PURIFICATION

Produit liquide

Distillation

Produit solide

Recristallisation

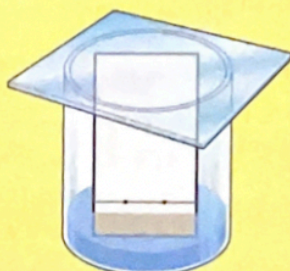
Produit

$$\text{Rendement} = \frac{m_{\text{exp}}}{m_{\text{max}}}$$

## ④ ANALYSE

Produit liquide

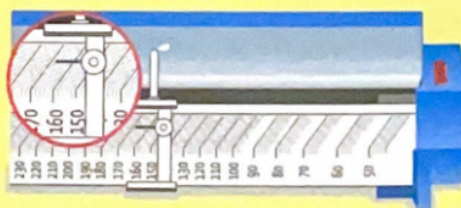
Mesure  $\theta_{\text{vap}}$   
ou indice de réfraction



IR, CCM

Produit solide

Mesure  $\theta_{\text{fus}}$



# I- Les molécules organiques

## 1- Nommer de nouvelles familles chimiques

En Terminale, quatre nouvelles familles chimiques sont au programme : les halogénoalcanes, les amines, les amides et les esters.

[Fiche méthode n°7 : Nomenclature](#)

[Applications](#) : n°23 à 27 p 276, n°29 p 276

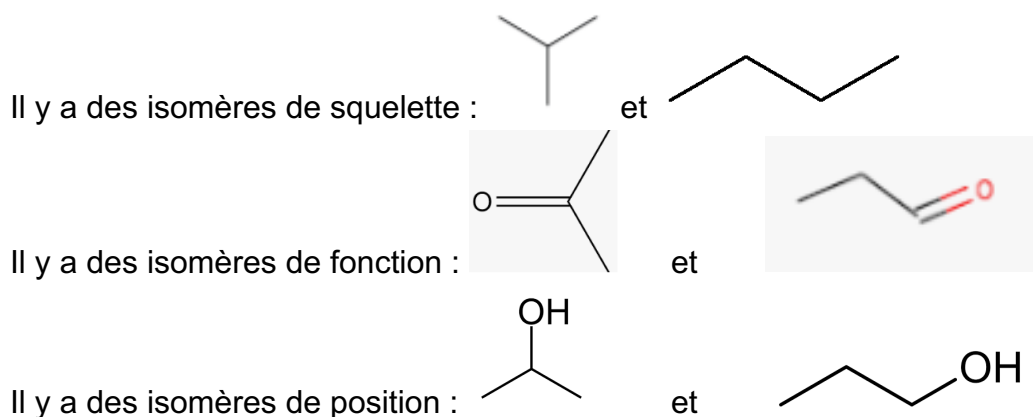
## 2- Les squelettes carbonés

Lorsqu'une molécule comporte au moins une liaison multiple entre deux atomes de carbone, on dit que la chaîne carbonée est insaturée.

Lorsqu'une molécule comporte un cycle d'atomes de carbone, on dit que la chaîne carbonée est cyclique.

## 3- Les isomères

Des isomères de constitution sont des molécules de même formule brute, mais de formules semi-développées et développées différentes.



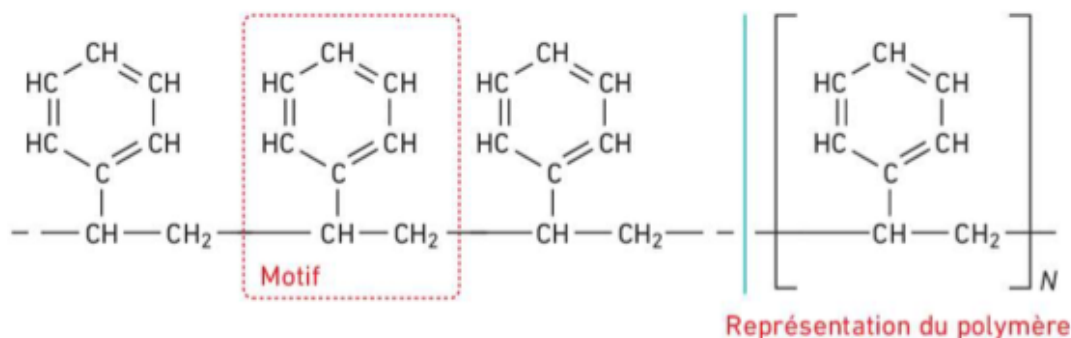
[Applications](#) : n°30 p 276, n°36 p 277

[Application en autonomie](#) : n°20 p 272

## 4- Les polymères

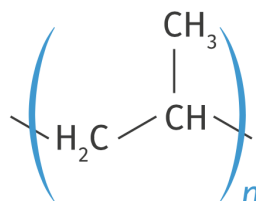
Un polymère est une macromolécule formée de l'assemblage d'un grand nombre de motifs chimiques identiques, liés ensemble par des liaisons covalentes. Les molécules dont sont issus les motifs sont les monomères.

Pour représenter la structure d'un polymère, on met le motif entre parenthèses et on écrit n en indice



Les polymères peuvent être naturels, comme la kératine des cheveux, le collagène de la peau ou

Ils peuvent aussi être synthétiques, comme le polystyrène, le caoutchouc, le polychlorure de vinyle (PVC), le polyester, etc.



naturels, comme la kératine des la cellulose du bois.

Les polymères synthétiques sont très utilisés au quotidien. L'industrie du plastique est toujours en pleine expansion car les polymères ont de nombreuses applications. Cela pose de gros problèmes environnementaux. Plusieurs alternatives doivent être proposées, comme par exemple les bioplastiques, issus de la biomasse. De plus, de nouvelles législations interdisent petit à petit l'utilisation de plastiques dans différents domaines.

[Application en autonomie : n°31 p 276](#)

## II- Optimisation d'une étape de synthèse

### 1- Contrôle de la vitesse

Afin d'augmenter la vitesse de formation d'un produit, on peut jouer sur les facteurs cinétiques :

- Augmenter la température du milieu réactionnel
- Augmenter la concentration des réactifs.

On peut également utiliser un catalyseur adapté.

### 2- Optimisation du rendement

Le rendement d'une synthèse se note  $\eta$  (éta). Il se calcule à partir des quantités de matière (ou des masses) théorique et expérimentale de produit formé :

$$\eta = \frac{n_{exp}}{n_{th}} = \frac{m_{exp}}{m_{th}}$$

Le rendement  $\eta$  n'a pas d'unité et s'exprime généralement en %.

**Remarque** : Même quand la transformation est totale, le rendement est toujours inférieur à 100 % en raison des pertes manipulatoires (transvasements, extraction, purification).

Afin d'augmenter la valeur du rendement, plusieurs possibilités existent :



- On peut choisir un réactif plutôt qu'un autre : plusieurs transformations différentes peuvent mener au même produit d'intérêt.
- On a besoin de changer l'état final associé à la transformation chimique :
  - On peut mettre en excès un des réactifs
  - On peut éliminer un des produits formés.

Ces deux dernières méthodes permettent de déplacer l'équilibre dynamique dans le sens de formation des produits, et donc à augmenter le rendement.

En effet, un principe sur l'équilibre énonce qu'un système chimique en équilibre soumis à une perturbation tend à s'opposer à cette perturbation.

Soit une transformation chimique équilibrée :  $a A(aq) + b B(aq) \rightleftharpoons c C(aq) + d D(aq)$

Si au fur et à mesure de la synthèse, on élimine le produit C formé, le système va réagir à cette perturbation en produisant davantage de C.

De même si un des réactifs, par exemple A est en excès, le système va réagir en le consommant, ce qui entraîne la formation du produit C.

[Applications](#) : n°35 p 276, n°43 p 278

[Application en autonomie](#) : n°21 p 273 (corrigé détaillé)

### III- Stratégies de synthèse

Lors de la synthèse d'une espèce chimique, plusieurs étapes sont nécessaires (voir début du chapitre).

Le chimiste réfléchit à une suite de réactions chimiques pour obtenir le produit d'intérêt, tout en maximisant le rendement, et en diminuant les coûts.

Chaque étape peut inclure une modification de groupe caractéristique, de chaîne carbonée ou une polymérisation.

#### 1- Les grandes catégories de réactions

##### a. La réaction d'addition

Au cours d'une réaction d'addition, des atomes ou groupes d'atomes se lient à la molécule étudiée sans que celle-ci ne perde d'atomes.



Généralement, les atomes ou groupes d'atomes qui viennent s'ajouter à la molécule étudiée le font sur une liaison multiple. Une liaison double se transforme alors en deux liaisons simples par exemple.

##### b. La réaction d'élimination

Au cours d'une réaction d'élimination, des atomes ou des groupes d'atomes sont ôtés à la molécule étudiée sans que celle-ci ne gagne des atomes.

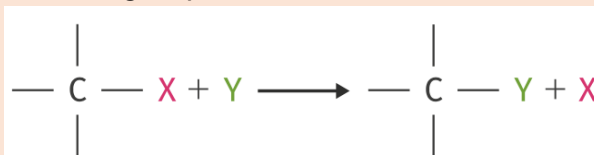


Généralement :

- Les atomes ou groupes d'atomes éliminés sont liés à deux atomes différents de la molécule étudiée,
- Les deux groupes d'atomes éliminés forment ensuite une petite molécule,
- La réaction d'élimination conduit à la formation d'une double liaison.

### c. La réaction de substitution

Au cours d'une réaction de substitution, un atome ou un groupe d'atomes de la molécule étudiée est remplacé par un autre atome ou groupe d'atomes.



### d. Autres transformations

Une étape d'une synthèse peut être :

- Une transformation acido-basiques : un échange de protons  $\text{H}^+$  a lieu entre un acide et une base.
- Une transformation d'oxydo-réduction : un échange d'électrons  $\text{e}^-$  a lieu entre un oxydant et un réducteur.

Activité : jeu des cartes (photocopie de la fiche 9 Hachette p 460)

Applications : n°33 p 276, n°37 p 277, n°49 p 281 (plus difficile)

Application en autonomie : n°32 p 276

## 2- Protection et déprotection

Faire l'activité 4 p 263

Certains composés possèdent plusieurs groupes caractéristiques, on dit qu'ils sont polyfonctionnels.

Lors d'une synthèse organique, tous les groupes caractéristiques de ces molécules sont susceptibles de réagir lors d'une étape.

Cela a comme conséquence de multiplier les produits formés, et de diminuer le rendement (le produit d'intérêt n'est pas la seule espèce formée par la synthèse).

Il peut donc s'avérer nécessaire, dans certains cas, de protéger un groupe caractéristique pour l'empêcher de réagir.

La protection d'un groupe caractéristique consiste à transformer temporairement ce groupe en un autre groupe ne réagissant pas, appelé groupe protecteur.

Une fois la réaction de synthèse terminée, il faut déprotéger le groupe caractéristique.

Le composé servant à créer le groupe protecteur doit :

- Réagir sélectivement avec la fonction à protéger
- Être stable lors des réactions suivantes
- Pouvoir être enlevé facilement une fois la réaction terminée

[Application](#) : n°48 p 280

### 3- Synthèse écoresponsable

Une synthèse écoresponsable doit utiliser des procédés chimiques permettant de réduire ou d'éliminer l'utilisation et la synthèse de substances dangereuses.

Le concept de chimie verte a émergé depuis les années 1990. Il est basé sur 12 principes : des informations supplémentaires sont sur le site : <http://grüne-chemie.ch/fr/les-12-principes-de-la-chimie-verte>