

# C7 — Synthèses organiques

Thème 1 · Matière · Physique-Chimie Terminale

## Table des matières

<b>1</b>	<b>Pourquoi ce chapitre ?</b>	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>Ce que tu vas apprendre</b>	<b>2</b>
<b>3</b>	<b>1. Structure des entités organiques</b>	<b>2</b>
3.1	a. Squelette carboné . . . . .	2
3.2	b. Familles fonctionnelles . . . . .	2
3.3	c. Isomérisation de constitution . . . . .	2
<b>4</b>	<b>2. Catégories de réactions organiques</b>	<b>3</b>
4.1	Protection de fonction . . . . .	3
<b>5</b>	<b>3. Optimisation d'une synthèse</b>	<b>3</b>
5.1	a. Accélérer la réaction (cinétique) . . . . .	3
5.2	b. Améliorer le rendement . . . . .	3
<b>6</b>	<b>4. Polymères et synthèse multi-étapes</b>	<b>4</b>
6.1	a. Polymères . . . . .	4
6.2	b. Synthèse multi-étapes . . . . .	4
6.3	c. Chimie écoresponsable . . . . .	4
<b>7</b>	<b>Carte mentale</b>	<b>5</b>
<b>8</b>	<b>À retenir absolument</b>	<b>5</b>
<b>9</b>	<b>Pour aller plus loin</b>	<b>5</b>

## 1 Pourquoi ce chapitre ?

Regarde un tube de médicament, une bouteille de parfum, un vêtement en polyester : tous ces objets ont été **fabriqués** par des chimistes qui ont assemblé, coupé, modifié des molécules organiques. La **synthèse organique** est l'art de construire à la demande des molécules complexes à partir de briques plus simples. Cela demande des outils (réactions, protections, catalyseurs), une **stratégie** et de plus en plus une conscience **écologique**.

Ce chapitre te donne les clés pour lire, comprendre et analyser une synthèse multi-étapes.

## 2 Ce que tu vas apprendre

- Reconnaître les **familles fonctionnelles** organiques
  - Nommer et classer les molécules par **squelette carboné** et **groupe caractéristique**
  - Distinguer les **catégories de réactions** : addition, élimination, substitution
  - Comprendre l'**optimisation** d'une synthèse (rendement, cinétique)
  - Découvrir la **polymérisation** et les principes de la **chimie écoresponsable**
- 

### 3 1. Structure des entités organiques

#### 3.1 a. Squelette carboné

Le **squelette carboné** d'une molécule, c'est l'enchaînement de ses atomes de carbone. Il peut être :

- **Saturé** : uniquement des liaisons simples C–C
- **Insaturé** : présence de liaisons multiples (C=C, C C) ou de cycles
- **Linéaire, ramifié** ou **cyclique**

#### 3.2 b. Familles fonctionnelles

Un **groupe caractéristique** (ou fonction) est un ensemble d'atomes qui confère des propriétés chimiques particulières. Voici les principales familles au programme :

Famille	Groupe	Suffixe / préfixe
Alcool	–OH	–ol
Aldéhyde	–CHO	–al
Cétone	>C=O	–one
Acide carboxylique	–COOH	–oïque
Ester	–COO–	–oate de –yle
Amine	–NH	–amine
Amide	–CONH	–amide
Halogénoalcane	–X (F, Cl, Br, I)	fluoro, chloro...

Analogie — Les pièces Lego

Le **squelette carboné** est la structure porteuse (comme le châssis d'une voiture), les **groupes caractéristiques** sont les accessoires qui définissent la **fonction** de la molécule (moteur, roues, coffre...). Changer un groupe = transformer une voiture en camion. Rallonger le squelette = construire une plus grosse voiture.

#### 3.3 c. Isomérisation de constitution

Deux molécules sont **isomères de constitution** si elles ont la même **formule brute** mais des **formules développées différentes**. Exemple : C<sub>2</sub>H<sub>6</sub>O peut être l'éthanol (CH<sub>3</sub>CH<sub>2</sub>OH) ou le méthoxyméthane (CH<sub>3</sub>OCH<sub>3</sub>).

---

## 4 2. Catégories de réactions organiques

Les quatre grandes catégories

- **Addition** : deux molécules s'unissent, la liaison multiple devient simple.
- **Élimination** : l'inverse — une liaison multiple apparaît, des atomes partent.
- **Substitution** : un atome (ou groupe) en remplace un autre.
- **Oxydoréduction** : échange d'électrons, souvent associé à un changement de degré d'oxydation.

Classement selon ce qui change :

- **Modification de chaîne** : création ou rupture d'une liaison C—C.
- **Modification de groupe** : transformation d'un groupe caractéristique en un autre (ex. alcool → cétone).

### 4.1 Protection de fonction

Parfois, un groupe réactif doit être **protégé** temporairement pour qu'il ne réagisse pas pendant qu'on travaille sur un autre groupe de la molécule. Après l'étape clé, on **déprotège** pour retrouver le groupe initial.

Analogie — Peindre une voiture

Quand tu peins une voiture, tu **masques** les vitres avec du scotch pour qu'elles ne reçoivent pas de peinture. Une fois la peinture sèche, tu **retires** le scotch : les vitres sont intactes. En chimie, c'est pareil : on « masque » un groupe réactif le temps de faire travailler un autre groupe, puis on le démasque.

## 5 3. Optimisation d'une synthèse

### 5.1 a. Accélérer la réaction (cinétique)

Pour augmenter la **vitesse** de formation du produit :

- **Chauffer** (chauffage à reflux) : augmente l'agitation thermique et la fréquence des chocs efficaces.
- Utiliser un **catalyseur** : abaisse l'énergie d'activation sans être consommé.
- **Augmenter les concentrations** des réactifs : plus de chocs possibles.

### 5.2 b. Améliorer le rendement

Le **rendement**  $\rho$  d'une synthèse est :

$$\rho = \frac{n_{\text{obtenu}}}{n_{\text{théorique max}}}$$

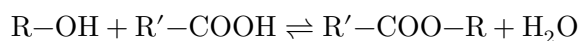
Pour une **réaction limitée par un équilibre**, on peut déplacer l'équilibre dans le sens direct (loi de Le Chatelier) en :

- Ajoutant un **excès** de l'un des réactifs
- **Retirant un produit** du milieu réactionnel au fur et à mesure (distillation, précipitation)

Piège — Rendement vs avancement

Un rendement de 80 % peut venir soit d'une réaction **limitée** (avec  $\tau < 1$ ), soit de **pertes expérimentales** (manipulation, extraction, purification). Lis bien l'énoncé pour savoir de quoi on parle.

Exemple — Estérification de Fischer



Cette réaction est **limitée** ( $\tau \approx 2/3$ ). Pour l'améliorer :

- **Excès** d'acide carboxylique (déplace l'équilibre)
- **Distillation** de l'eau (Dean-Stark)
- **Catalyseur acide** ( $H_2SO_4$ ) pour accélérer
- **Chauffage** au reflux

## 6 4. Polymères et synthèse multi-étapes

### 6.1 a. Polymères

Un **polymère** est une macromolécule formée par la répétition d'un **motif** (le **monomère**) un grand nombre de fois.

**Exemples** : polystyrène (à partir du styrène), polyéthylène, nylon, caoutchouc.

Une **réaction de polymérisation** peut être une **addition** (polymérisation radicalaire du polyéthylène) ou une **polycondensation** (formation d'un polymère avec élimination d'une petite molécule, souvent  $H_2O$ ).

### 6.2 b. Synthèse multi-étapes

Pour construire une molécule cible complexe à partir d'un précurseur plus simple, on enchaîne plusieurs réactions. La **stratégie** consiste à :

1. **Analyser** la molécule cible : quels groupes, quel squelette ?
2. **Remonter** (rétrosynthèse) vers des précurseurs plausibles.
3. **Choisir** les étapes (efficacité, disponibilité, sécurité).
4. **Protéger** si nécessaire.

### 6.3 c. Chimie écoresponsable

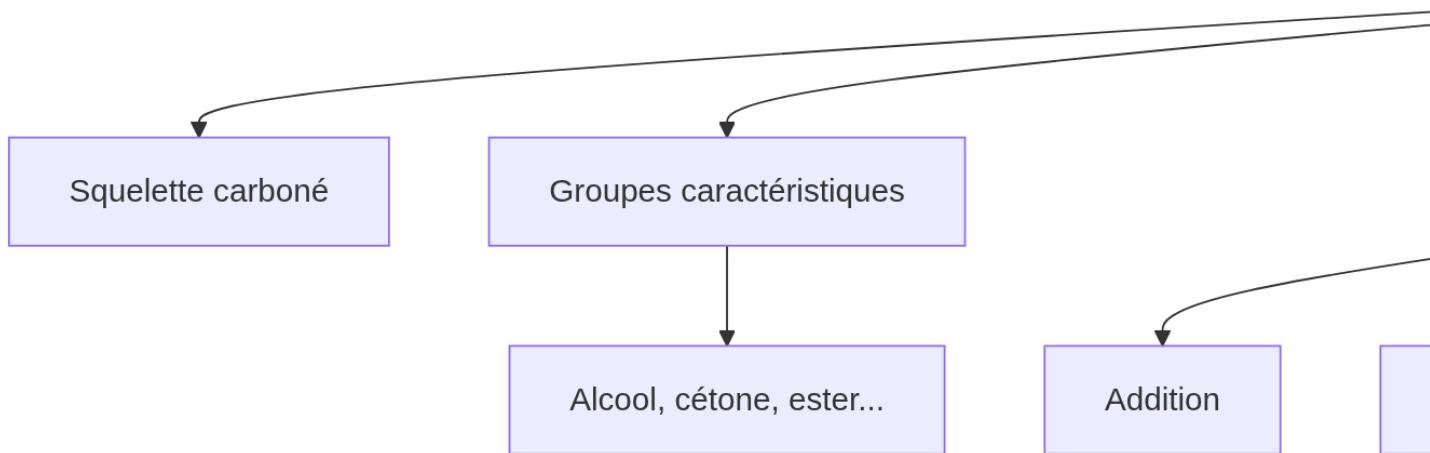
Une synthèse **écoresponsable** cherche à minimiser l'empreinte environnementale en agissant sur :

- **Matières premières** : quantités limitées, substances renouvelables, peu dangereuses
- **Solvants** : non toxiques, réduits ou absents
- **Énergie** : conditions douces, catalyse, basses températures

Indicateur : l'économie d'atomes = masse du produit utile / masse totale des réactifs.

---

## 7 Carte mentale



## 8 À retenir absolument

- **Squelette** = enchaînement C ; **groupe caractéristique** = fonction.
  - **4 catégories** : addition, élimination, substitution, oxydoréduction.
  - **Optimiser** = accélérer (T, catalyseur, concentration) **et** améliorer le rendement (excès, retrait de produit).
  - **Polymère** = macromolécule répétée ; la polymérisation est une addition ou une polycondensation.
  - **Chimie verte** : matières premières, solvants, énergie.
- 

## 9 Pour aller plus loin

- [Cours officiel \(PDF\)](#)
- Les 12 principes de la chimie verte (Anastas & Warner)
- Exemples industriels : aspirine, paracétamol, polyester