

# S18 – Isomérie de constitution



Isomères de constitution – Isomérie de chaîne – Isomérie de position – Isomérie de fonction

## Objectifs

À l'issue de la séance, vous serez capables de :

- **définir** ce qu'est un isomère de constitution
- **identifier** les trois types d'isomérie de constitution (chaîne, position, fonction)
- **reconnaître** deux isomères à partir de leur formule topologique
- **relier** l'isomérie aux propriétés physico-chimiques (point d'ébullition, solubilité, activité)
- **argumenter** le choix d'un isomère plutôt qu'un autre pour une application cosmétique

## Pourquoi c'est important pour votre métier ?

En cosmétique, l'isomérie explique pourquoi deux ingrédients de même formule brute peuvent avoir des propriétés radicalement différentes :

- **Activité** : le menthol (rafraîchissant) vs l'isomenthol (peu actif)
- **Texture** : un émollient linéaire (occlusif) vs un émollient ramifié (léger)
- **Odeur** : certains isomères d'une même molécule ont des odeurs différentes
- **Toxicité** : un isomère peut être sûr, l'autre toxique

*Sur une fiche technique, on ne donne jamais juste la formule brute : on donne toujours la formule topologique ou le nom IUPAC précis pour éviter toute confusion entre isomères.*

## Accroche professionnelle

**Situation :** Vous travaillez en R&D pour un laboratoire qui formule un **gel rafraîchissant après-rasage**. Votre fournisseur vous propose deux actifs :

- **Menthol** : C<sub>10</sub>H<sub>20</sub>O

- **Isomenthol** :  $C_{10}H_{20}O$

Les deux ont exactement la **même formule brute**. Le prix est identique. Pourtant, seul le menthol procure la sensation de fraîcheur recherchée.

**Problème** : Comment deux molécules avec le même nombre d'atomes de C, H et O peuvent-elles avoir des propriétés si différentes ? Lequel choisir ?

**Question** : Qu'est-ce qu'un isomère ? Comment identifier des isomères et relier leur structure à leurs propriétés ?

## Documents

### Document 1 – Qu'est-ce qu'un isomère ?

#### Définition

Des **isomères** sont des molécules qui ont la **même formule brute** (même nombre d'atomes de chaque élément) mais des **structures différentes**.

Même formule brute  $\neq$  Même structure  $\Rightarrow$  Propriétés différentes

#### Exemple : le butane et l'isobutane

| Molécule                       | Formule brute | Formule topologique   | Type de chaîne |
|--------------------------------|---------------|---|----------------|
| Butane                         | $C_4H_{10}$   |  | Linéaire       |
| Isobutane (ou 2-méthylpropane) | $C_4H_{10}$   |  | Ramifiée       |

**Observation** : Même formule brute ( $C_4H_{10}$ ), structures différentes.

## Conséquence : propriétés différentes

| Propriété                    | Butane                                 | Isobutane                              |
|------------------------------|--|--|
| Température d'ébullition     | -0,5 °C                                | -11,7 °C                               |
| État à 20 °C                 | Gaz                                    | Gaz                                    |
| Interactions entre molécules | Fortes (chaîne linéaire s'empile bien) | Faibles (chaîne ramifiée s'empile mal) |

💡 Plus la chaîne est linéaire, plus les molécules s'empilent facilement, plus les interactions sont fortes, plus la température d'ébullition est élevée.

## Document 2 – Les trois types d'isomérie de constitution

L'**isomérie de constitution** (ou isomérie de structure) se décline en **trois types** :

### 1. Isomérie de chaîne

Définition : Les isomères ont des **chaînes carbonées différentes** (linéaire, ramifiée, cyclique).

Exemple : C<sub>5</sub>H<sub>12</sub> (pentane)

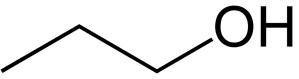
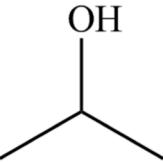
| Isomère                        | Formule topologique   | Type de chaîne |
|--------------------------------|---|----------------|
| Pentane                        |  | Linéaire       |
| Isopentane (ou 2-méthylbutane) |  | Ramifiée       |

Conséquence : Propriétés physiques différentes (température d'ébullition, viscosité, texture).

## 2. Isomérie de position

**Définition :** Les isomères ont le **même groupe fonctionnel**, mais à des **positions différentes** sur la chaîne carbonée.

**Exemple : C<sub>3</sub>H<sub>8</sub>O (propanol)**

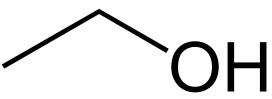
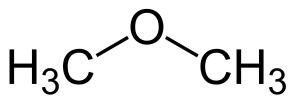
| Isomère     | Formule topologique   | Position du groupe –OH   |
|-------------|---|--------------------------|
| Propan-1-ol |  | En bout de chaîne (C1)   |
| Propan-2-ol |  | Au milieu de chaîne (C2) |

**Conséquence :** Réactivité différente, solubilité légèrement différente.

## 3. Isomérie de fonction

**Définition :** Les isomères ont des **groupes fonctionnels différents**.

**Exemple : C<sub>2</sub>H<sub>6</sub>O**

| Isomère                                     | Formule topologique   | Fonction     |
|---|---|--------------|
| Éthanol                                     |  | Alcool (–OH) |
| Méthoxyméthane<br>(ou éther diméthylelique) |  | Éther (–O–)  |

**Conséquence :** Propriétés radicalement différentes. L'éthanol est liquide à 20 °C ( $T_{ébullition} = 78$  °C), le méthoxyméthane est gazeux ( $T_{ébullition} = -24$  °C).

## Document 3 – Récapitulatif

| Type d'isomérie | Qu'est-ce qui change ?                                     | Exemple                                    |
|-----------------|--|--|
| Chaîne          | Forme de la chaîne carbonée (linéaire, ramifiée, cyclique) | Butane vs Isobutane                        |
| Position        | Emplacement du groupe fonctionnel sur la chaîne            | Propan-1-ol vs Propan-2-ol                 |
| Fonction        | Nature du groupe fonctionnel                               | Éthanol (alcool) vs Méthoxyméthane (éther) |

## Travail 1 – Découvrir l'isomérie avec le butane (10 min)

 Compétence E2 : Mobiliser, Analyser

À partir du Document 1 :

### 1.1 – Vérifier la formule brute

Comptez les atomes de C et de H dans chaque molécule et écrivez la formule brute :

| Molécule  | Nombre de C | Nombre de H | Formule brute |
|-----------|-------------|-------------|---------------|
| Butane    | _____       | _____       | _____         |
| Isobutane | _____       | _____       | _____         |

**Conclusion** : Ces deux molécules sont-elles des isomères ? Justifiez.

### 1.2 – Identifier le type de chaîne

| Molécule | Type de chaîne (linéaire ou ramifiée) |
|----------|---------------------------------------|
| Butane   | _____                                 |

| Molécule  | Type de chaîne (linéaire ou ramifiée) |
|-----------|---------------------------------------|
| Isobutane | _____                                 |

## 1.3 – Relier structure et propriété

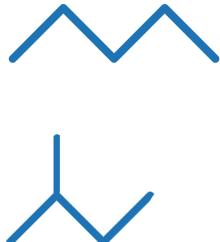
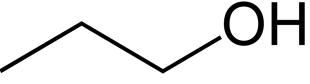
Expliquez en 2 à 3 lignes pourquoi le butane (linéaire) a une température d'ébullition plus élevée que l'isobutane (ramifié).

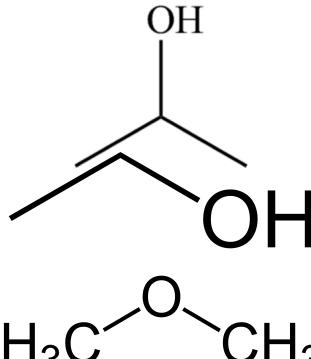
## 🔍 Travail 2 – Identifier les trois types d'isomérie (20 min)

### 🎯 Compétence E2 : Analyser, Interpréter

À partir du **Document 2**, complétez le tableau suivant en identifiant le type d'isomérie pour chaque paire de molécules :

## 2.1 – Identifier le type d'isomérie

| Paire d'isomères           | Formules topologiques  | Type d'isomérie | Justification |
|----------------------------|--|-----------------|---------------|
| Pentane vs Isopentane      | <br> | _____           | _____         |
| Propan-1-ol vs Propan-2-ol |   | _____           | _____         |

| Paire d'isomères             | Formules topologiques   | Type d'isomérie | Justification |
|------------------------------|---|-----------------|---------------|
| Éthanol vs<br>Méthoxyméthane |  | —               | —             |

## 2.2 – Relier isomérie et propriété

Pour chaque type d'isomérie, indiquez quelle propriété est principalement affectée :

| Type d'isomérie | Propriété principalement affectée                       |
|-----------------|---|
| Chaîne          | _____ (température d'ébullition, texture, viscosité...) |
| Position        | _____ (réactivité, solubilité...)                       |
| Fonction        | _____ (solubilité, odeur, activité biologique...)       |

## ■ 🧼 Travail 3 – Application cosmétique : menthol vs isomenthol (15 min)

### Compétence E2 : Interpréter, Argumenter

**Situation :** Revenons à l'accroche. Le menthol et l'isomenthol sont des **stéréoisomères** (un type d'isomérie plus subtil que l'isomérie de constitution, que nous n'étudierons pas en détail cette année).

**Données :**

| Molécule | Formule brute                     | Activité rafraîchissante                  | Mécanisme                              |
|----------|-----------------------------------|---|--|
| Menthol  | C <sub>10</sub> H <sub>20</sub> O | <input checked="" type="checkbox"/> Forte | Active les récepteurs au froid (TRPM8) |

| Molécule   | Formule brute                     | Activité rafraîchissante | Mécanisme                                 |
|------------|-----------------------------------|--------------------------|---|
| Isomenthol | C <sub>10</sub> H <sub>20</sub> O | ✗ Très faible            | N'active presque pas les récepteurs TRPM8 |

### 3.1 – Comparer les molécules

1. Les deux molécules ont-elles la même formule brute ? \_\_\_\_\_
2. Ont-elles la même activité rafraîchissante ? \_\_\_\_\_
3. Conclusion : même si la formule brute est identique, les propriétés peuvent être \_\_\_\_\_.

### 3.2 – Recommandation professionnelle

Vous êtes formateur. Votre fournisseur vous propose menthol et isomenthol au même prix pour un gel rafraîchissant après-rasage.

**Rédigez une recommandation professionnelle (4 à 6 lignes) :**

- Indiquez votre choix (menthol ou isomenthol)
- Justifiez en utilisant les données du tableau
- Concluez sur l'importance de l'isomérie en cosmétique



### Synthèse personnelle

Rédigez une synthèse de **8 à 12 lignes** qui explique ce qu'est l'isomérie, les trois types d'isomérie de constitution, et l'importance de l'isomérie en cosmétique.

**Mots obligatoires à utiliser** : isomère, formule brute, structure, chaîne, position, fonction, propriété, activité.

## Entrainement filé

**Situation :** Un stagiaire en laboratoire vous pose cette question :

« Je ne comprends pas. J'ai deux flacons d'ingrédients avec la même formule brute  $C_4H_{10}$ , mais l'un bout à  $-0,5\text{ }^{\circ}\text{C}$  et l'autre à  $-11,7\text{ }^{\circ}\text{C}$ . C'est normal ? Comment c'est possible ? »

**Rédigez une réponse claire et professionnelle (5 à 8 lignes)** qui explique le phénomène d'isomérie avec un exemple cosmétique.

## Auto-évaluation

| Je sais...                                   | Pas du tout              | Un peu                   | Plutôt bien              | Très bien                |
|--|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| Définir ce qu'est un isomère                 | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Identifier une isomérie de chaîne            | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Identifier une isomérie de position          | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Identifier une isomérie de fonction          | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Relier isomérie à propriété physico-chimique | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

| Je sais...   | Pas du tout              | Un peu                   | Plutôt bien              | Très bien                |
|--|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| Justifier le choix d'un isomère pour une application | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

## Si vous avez coché "Pas du tout" ou "Un peu" :

| Notion à retravailler    | Action                                     |
|--------------------------|--|
| Définition d'isomère     | Revoir le Document 1, refaire le Travail 1 |
| Types d'isomérie         | Revoir le Document 2, refaire le Travail 2 |
| Lien structure-propriété | Revoir les exemples du Document 1 et 2     |

## 🔧 Outils méthodologiques

- ➡ Fiche méthode 01 – Justifier une réponse scientifique (O.A.C.J.)
- ➡ Fiche méthode 08 – Reconnaître les fonctions organiques

## 📺 Pour réviser en vidéo

- 🎥 Qu'est-ce qu'un isomère ? – 6 min  
*Comprendre la notion d'isomère avec des exemples simples.*

- 🎥 Les trois types d'isomérie de constitution – 8 min  
*Distinguer isomérie de chaîne, de position et de fonction.*

- 🎥 Isomérie et propriétés : pourquoi c'est important ? – 7 min  
*Relier la structure des isomères à leurs propriétés.*

## 🔗 Lien avec la suite

- ➡ Séance précédente : S17 – Représentations des molécules organiques

 Séance suivante : [S19 – Fonctions organiques](#)