

# S19 – Fonctions organiques

Fonctions oxygénées – Fonctions azotées et soufrées – Liaison peptidique – Liaisons hydrogène

## Objectifs


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

- **reconnaître** les principales fonctions organiques sur une formule topologique
- **nommer** les fonctions oxygénées (alcool, phénol, éther, aldéhyde, cétone, acide, ester, hémiacétal)
- **nommer** les fonctions azotées et soufrées (amine, ammonium quaternaire, amide, thiol, thioéther)
- **identifier** une liaison peptidique (amide)
- **relier** une fonction à une propriété cosmétique (solubilité, réactivité, activité)
- **expliquer** le rôle des liaisons hydrogène dans la stabilisation des structures

## Pourquoi c'est important pour votre métier ?

En cosmétique, savoir reconnaître les fonctions organiques est essentiel pour :

- **Lire** une liste INCI (International Nomenclature of Cosmetic Ingredients)
- **Comprendre** pourquoi un ingrédient est hydratant, actif, conservateur...
- **Relier** la structure chimique à la propriété cosmétique
- **Analyser** les interactions entre ingrédients (liaisons H, ponts disulfure...)

 *La fonction chimique détermine la propriété : un alcool ( $-OH$ ) hydrate, un acide ( $-COOH$ ) exfolie, un peptide (liaisons amides) stimule le collagène !*

## Accroche professionnelle

**Situation :** Vous travaillez en formulation et vous devez analyser la composition d'un **sérum anti-âge** concurrent. Vous lisez la liste INCI :

**INCI** : Aqua, Glycerin, Sodium Hyaluronate, Palmitoyl Tripeptide-1, Tocopherol, Phenoxyethanol, Carbomer, Triethanolamine...

**Problème** : Derrière chaque nom se cache une molécule avec des **groupes fonctionnels** spécifiques. Glycerin = alcool. Sodium Hyaluronate = acide + alcool. Palmitoyl Tripeptide-1 = peptide (liaisons amides).

**Question** : Quelles sont les principales fonctions organiques ? Comment les reconnaître ? Comment les relier à des propriétés cosmétiques ?



## Documents

### Document 1 – Les fonctions oxygénées

Les **fonctions oxygénées** contiennent de l'oxygène (O). Il y en a **8 principales** en cosmétique :

#### 1. Alcool

**Motif** :  $\text{--OH}$  (groupe hydroxyle lié à un carbone **saturé**)

**Notation** :  $\text{R--OH}$

**Exemple cosmétique** : Glycérol (glycérine), éthanol, tocophérol (vitamine E)

**Propriété** :

- Forme des **liaisons hydrogène** avec l'eau  $\rightarrow$  **hydrophile** (soluble dans l'eau)
- Hydratant (retient l'eau)
- Peut être antioxydant (tocophérol)

#### 2. Phénol

**Motif** :  $\text{--OH}$  lié à un cycle **aromatique** (benzène)

**Notation** :  $\text{Ar--OH}$  (Ar = cycle aromatique)

**Exemple cosmétique** : Hydroquinone, parabènes, tocophérol

**Propriété :**

- Antiseptique, antioxydant
- Plus acide qu'un alcool

### 3. Éther-oxyde

**Motif :**  $\text{--O--}$  (oxygène entre deux carbones)

**Notation :**  $\text{R--O--R'}$

**Exemple cosmétique :** PEG (polyéthylène glycol), éthers de glycol, phenoxyethanol

**Propriété :**

- **Ne forme PAS de liaisons H** (pas de H lié à O)
- Moins hydrophile qu'un alcool
- Solvant, conservateur

### 4. Aldéhyde

**Motif :**  $\text{C=O}$  en **bout** de chaîne ( $\text{--CHO}$ )

**Notation :**  $\text{R--CHO}$

**Exemple cosmétique :** Rétinal (vitamine A aldéhyde), benzaldéhyde (parfum)

**Propriété :**

- Réactif (le  $\text{C=O}$  peut réagir)
- Peut être irritant (aldéhyde formique = formaldéhyde)

### 5. Cétone

**Motif :**  $\text{C=O}$  au **milieu** de chaîne ( $\text{--CO--}$ )

**Notation :**  $\text{R--CO--R'}$

**Exemple cosmétique :** Acétone (dissolvant), certains parfums

**Propriété :**

- Solvant
- Moins réactive qu'un aldéhyde

## 6. Acide carboxylique

**Motif :**  $\text{--COOH}$  (groupe carboxyle)

**Notation :**  $\text{R--COOH}$

**Exemple cosmétique :** Acide hyaluronique, acide salicylique, acides gras (acide stéarique)

**Propriété :**

- **Acide** (donne des  $\text{H}^+$ , abaisse le pH)
- Forme des liaisons H  $\rightarrow$  hydrophile
- Exfoliant (AHA, BHA)

## 7. Ester

**Motif :**  $\text{--COO--}$  (liaison entre acide et alcool)

**Notation :**  $\text{R--COO--R'}$

**Exemple cosmétique :** Huiles végétales, cires, parabènes (conservateurs), acétate de tocophéryle

**Propriété :**

- **Lipophile** (soluble dans l'huile)
- Émollient
- Peut être hydrolysé (réaction inverse : ester  $\rightarrow$  acide + alcool)

## 8. Hémiacétal

**Motif :**  $\text{C--O--OH}$  (rare, structure cyclique des sucres)

**Notation :**  $\text{R--O--OH}$

**Exemple cosmétique :** Glucose, acide hyaluronique (structure cyclique)

**Propriété :**

- Forme des liaisons H
- Structure des sucres

## Tableau récapitulatif des fonctions oxygénées

Fonction	Motif	Exemple cosmétique	Propriété clé
Alcool	–OH (C saturé)	Glycérol, éthanol	Hydratant, forme liaisons H
Phénol	–OH (cycle arom.)	Hydroquinone	Antiseptique, antioxydant
Éther	–O–	PEG, phenoxyethanol	Solvant, PAS de liaisons H
Aldéhyde	–CHO (bout)	Rétinal	Réactif, irritant
Cétone	–CO– (milieu)	Acétone	Solvant
Acide	–COOH	Acide salicylique	Acide, exfoliant
Ester	–COO–	Huiles, cires	Émollient, lipophile
Hémiacétal	C–O–OH	Glucose	Structure sucres

## Document 2 – Les fonctions azotées, soufrées et autres

### Fonctions azotées (contiennent de l'azote, N)

#### 1. Amine

**Motif :** –NH<sub>2</sub> (amine primaire), –NH– (amine secondaire), –N– (amine tertiaire)

**Exemple cosmétique :** MEA (monoéthanolamine), TEA (triéthanolamine), kératine

**Propriété :**

- **Basique** (capte des H<sup>+</sup>, augmente le pH)
- Forme des liaisons H
- Ajustement du pH, émulsifiant

## 2. Ammonium quaternaire

**Motif :**  $-N^+(R)_4$  (azote chargé **positivement**, lié à 4 groupes)

**Exemple cosmétique :** Benzalkonium chloride, cetrimonium chloride

**Propriété :**

- **Cationique** (chargé +)
- Conservateur, conditionneur capillaire (attire les cheveux chargés -)

## 3. Amide (liaison peptidique)

**Motif :**  $-CO-NH-$  (liaison entre  $C=O$  et N)

**Exemple cosmétique : Peptides** (Palmitoyl Tripeptide-1), protéines (collagène, kératine)

**Propriété :**

- **Liaison peptidique** : relie les acides aminés
- Forme des liaisons H  $\rightarrow$  stabilise les protéines
- Actif anti-âge (stimule collagène)

## Fonctions soufrées (contiennent du soufre, S)

### 1. Thiol

**Motif :**  $-SH$  (équivalent sulfuré de l'alcool)

**Exemple cosmétique :** Cystéine (acide aminé de la kératine)

**Propriété :**

- Forme des **ponts disulfure** ( $-S-S-$ ) en s'oxydant
- Stabilise la structure de la kératine (cheveux, ongles)

### 2. Thioéther

**Motif :**  $-S-$  (équivalent sulfuré de l'éther)

**Exemple cosmétique :** Méthionine (acide aminé)

### Propriété :

- Moins réactif que le thiol
- Présent dans certaines protéines

## Autres fonctions importantes

### 1. Peroxyde

**Motif :**  $\text{—O—O—}$  (deux oxygènes liés)

**Exemple cosmétique :** Peroxyde d'hydrogène ( $\text{H}_2\text{O}_2$ , eau oxygénée), peroxyde de benzoyle

### Propriété :

- **Oxydant puissant** (libère  $\text{O}_2$ )
- Décoloration (cheveux), conservateur

### 2. Phosphate

**Motif :**  $\text{—O—PO}_3^{2-}$  (liaison phosphate)

**Exemple cosmétique :** Phospholipides (céramides phosphatés), ADN, ATP

### Propriété :

- Chargé négativement
- Constituant des membranes cellulaires

## Document 3 – Liaisons hydrogène et stabilisation des structures

### Qu'est-ce qu'une liaison hydrogène ?

Une **liaison hydrogène** (ou pont hydrogène) est une **interaction faible** entre :

- Un atome d'**hydrogène** (lié à O, N ou F)
- Un autre atome **électronégatif** (O, N, F)

**Notation :**  $\text{A—H}\cdots\text{B}$  (les pointillés représentent la liaison H)

**Force** : 10 à 40 kJ/mol (beaucoup plus faible qu'une liaison covalente, mais suffisant pour stabiliser des structures)

## Quelles fonctions forment des liaisons H ?

Fonction	Forme des liaisons H ?	Raison
<b>Alcool</b> (–OH)	✓ Oui	H lié à O peut donner et recevoir
<b>Phénol</b> (–OH)	✓ Oui	H lié à O peut donner et recevoir
<b>Amine</b> (–NH <sub>2</sub> )	✓ Oui	H lié à N peut donner et recevoir
<b>Amide</b> (–CO–NH–)	✓ Oui	H du NH donne, O du C=O reçoit
<b>Acide</b> (–COOH)	✓ Oui	H lié à O peut donner et recevoir
<b>Éther</b> (–O–)	✗ Non	Pas de H lié à O
<b>Ester</b> (–COO–)	⚠ Partiellement	O du C=O peut recevoir, mais pas donner

## Rôle des liaisons H en cosmétique

### 1. Solubilité dans l'eau

Les molécules avec –OH, –NH<sub>2</sub> ou –COOH forment des liaisons H avec l'eau → **hydrophiles**.

**Exemple** : Glycérol (3 × –OH) est très soluble dans l'eau → hydratant.

### 2. Hydratation de la peau

L'**acide hyaluronique** (beaucoup de –OH et –COOH) forme des liaisons H avec l'eau.

**Résultat** : 1 molécule d'acide hyaluronique retient jusqu'à **1000 molécules d'eau** !

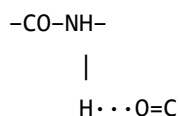
### 3. Stabilisation des protéines

Les **liaisons H** entre liaisons peptidiques (–CO–NH–) stabilisent la structure secondaire des protéines (hélices  $\alpha$ , feuillets  $\beta$ ).

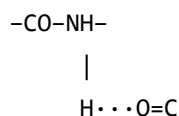


**Exemple :** Collagène, kératine.

Liaison peptidique 1




Liaison peptidique 2



Liaison hydrogène (pointillés)

**Conséquence :** Si on casse les liaisons H (chaleur, pH extrême), la protéine se dénature (perd sa structure).

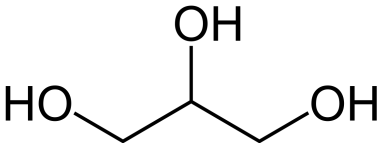
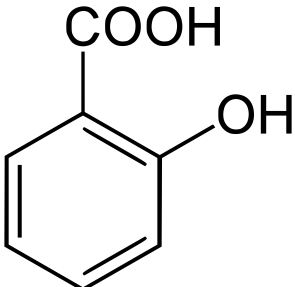
## Travail 1 – Reconnaître les fonctions oxygénées (15 min)

 **Compétence E2 : Mobiliser, Analyser**

À partir du **Document 1** et de la **Fiche méthode 08** :

### 1.1 – Identifier les fonctions

Pour chaque molécule, **entourez** le groupe fonctionnel et **nommez-le** (alcool, acide, ester...).


Molécule	Formule topologique	Fonction(s) identifiée(s)
Glycérol		_____
Acide salicylique		_____

Molécule	Formule topologique	Fonction(s) identifiée(s)
Tocophérol (vit. E)		_____
Acétate de tocophéryle		_____
Rétinal		_____

## 1.2 – Relier fonction et propriété

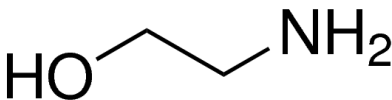
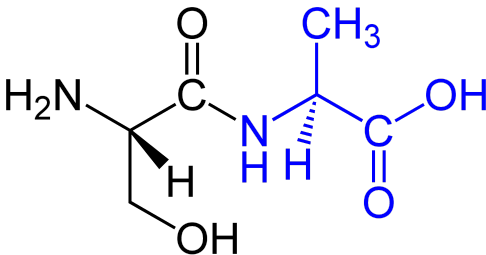
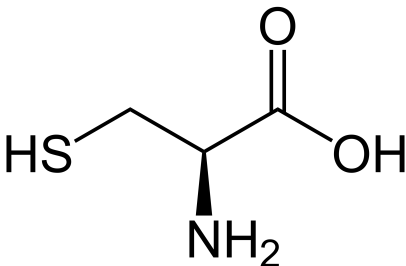
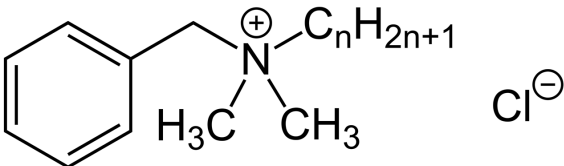
Choisissez une molécule du tableau ci-dessus et expliquez en 2 à 3 lignes comment sa fonction chimique est liée à sa propriété cosmétique.

## Travail 2 – Reconnaître les fonctions azotées et soufrées (15 min)

 **Compétence E2 : Analyser, Interpréter**

À partir du **Document 2** et de la **Fiche méthode 08** :

## 2.1 – Identifier les fonctions

Molécule	Formule topologique	Fonction(s) identifiée(s)
MEA (monoéthanolamine)		_____
Peptide (ex. : dipeptide)		_____
Cystéine		_____
Benzalkonium chloride		_____

## 2.2 – La liaison peptidique

- Entourez la **liaison peptidique** (–CO–NH–) sur la formule du peptide ci-dessus.
- Expliquez en 2 à 3 lignes pourquoi la liaison peptidique est une liaison **amide** et quel est son rôle dans les protéines.

# Travail 3 – Liaisons hydrogène et stabilisation (10 min)

 Compétence E2 : Interpréter, Argumenter

À partir du **Document 3** :

## 3.1 – Identifier les fonctions formant des liaisons H

Cochez les fonctions qui peuvent former des liaisons hydrogène :

- ☐ Alcool ( $-\text{OH}$ )
- ☐ Éther ( $-\text{O}-$ )
- ☐ Amine ( $-\text{NH}_2$ )
- ☐ Amide ( $-\text{CO}-\text{NH}-$ )
- ☐ Acide ( $-\text{COOH}$ )
- ☐ Ester ( $-\text{COO}-$ )

## 3.2 – Schématiser une liaison H

Dessinez deux liaisons peptidiques ( $-\text{CO}-\text{NH}-$ ) voisines. Tracez la **liaison hydrogène** entre le H du NH d'une liaison et le O du  $\text{C}=\text{O}$  de l'autre. Utilisez des pointillés pour représenter la liaison H.

## 3.3 – Rôle des liaisons H

Expliquez en 3 à 5 lignes pourquoi les liaisons H sont importantes pour :

1. La solubilité des ingrédients dans l'eau
2. La stabilisation des protéines (collagène, kératine)



## Travail 4 – Analyser une liste INCI (15 min)



Compétence E2 : Analyser, Interpréter, Communiquer

**Situation :** Voici la liste INCI d'un sérum anti-âge :

**INCI :** Aqua, Glycerin, Sodium Hyaluronate, Palmitoyl Tripeptide-1, Tocopherol, Phenoxyethanol, Carbomer, Triethanolamine.

### 4.1 – Identifier les fonctions

Complétez le tableau :

Ingrédient INCI	Fonction(s) chimique(s)	Propriété cosmétique
Glycerin	_____	_____
Sodium Hyaluronate	_____	_____
Palmitoyl Tripeptide-1	_____	_____
Tocopherol	_____	_____
Phenoxyethanol	_____	_____

### 4.2 – Justifier

Choisissez un ingrédient et expliquez en 3 à 5 lignes comment sa fonction chimique est liée à sa propriété cosmétique.



### Synthèse personnelle

Rédigez une synthèse de **10 à 15 lignes** qui explique les principales fonctions organiques (oxygénées, azotées, soufrées), leur rôle cosmétique, et l'importance des liaisons hydrogène.

**Mots obligatoires à utiliser :** alcool, acide, ester, amine, amide, liaison peptidique, thiol, liaison hydrogène, hydrophile, protéine.

## Entraînement filé

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

« Pourquoi l'acide hyaluronique est-il si hydratant ? Qu'est-ce qui lui permet de retenir 1000 fois son poids en eau ? »

**Rédigez une réponse claire et professionnelle (5 à 8 lignes)** en mentionnant les fonctions chimiques (acide, alcool) et les liaisons hydrogène.

## Auto-évaluation

Je sais...	Pas du tout	Un peu	Plutôt bien	Très bien
Reconnaître un alcool, un acide, un ester sur une formule	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Distinguer alcool et éther	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Distinguer aldéhyde et cétone	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Je sais...	Pas du tout	Un peu	Plutôt bien	Très bien
Reconnaître une amine, un amide (liaison peptidique)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Identifier les fonctions formant des liaisons H	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Relier fonction à propriété cosmétique	<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
Reconnaissance des fonctions	Revoir Document 1 et 2, utiliser FM08, créer des flashcards
Différence alcool/éther, aldéhyde/cétone	Revoir les motifs caractéristiques ( $-OH$ vs $-O-$ , $-CHO$ vs $-CO-$ )
Liaisons H	Revoir Document 3, refaire Travail 3



## Outils méthodologiques

➔ **Fiche méthode 08 – Reconnaître les fonctions organiques (à utiliser INTENSIVEMENT)**

➔ **Fiche méthode 01 – Justifier une réponse scientifique (O.A.C.J.)**



## Pour réviser en vidéo

 **Les fonctions organiques en chimie** – 10 min

*Comprendre alcool, acide, ester, amine, amide.*

 **Liaisons hydrogène : comment ça marche ?** – 6 min

*Visualiser les liaisons H et leur rôle.*

 **Les peptides : structure et fonction** – 8 min

*Liaison peptidique, structure des protéines.*



## Lien avec la suite

← Séance précédente : [S18 – Isomérisation de constitution](#)

→ Séance suivante : [S20 – TP3 Dossier moléculaire \(E2\)](#)