

# S19 – Fonctions organiques

## 1 Qu'est-ce qu'une fonction organique ?

### Définition

Une **fonction organique** (ou groupe fonctionnel) est un **groupe d'atomes** qui confère des propriétés chimiques spécifiques à une molécule organique.

**Principe** : Molécules avec la même fonction → propriétés similaires

**Exemple** : Tous les alcools (–OH) sont hydrophiles et peuvent former des liaisons H.

## 2 Les fonctions oxygénées

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

### 1. Alcool

Motif	Exemple	Propriété cosmétique
–OH (sur C saturé)	Glycérol, éthanol, tocophérol	Hydrophile, hydratant, forme liaisons H

**Reconnaissance** : –OH lié à un carbone **saturé** (pas de cycle aromatique)

### 2. Phénol

Motif	Exemple	Propriété cosmétique
–OH (sur cycle aromatique)	Hydroquinone, parabènes	Antiseptique, antioxydant

**Reconnaissance** : –OH lié directement à un **cycle benzénique**

### 3. Éther-oxyde

Motif	Exemple	Propriété cosmétique
<b>–O–</b> (entre deux C)	PEG, phenoxyethanol	Solvant, conservateur, <b>PAS de liaisons H</b>

**Reconnaissance** : Oxygène **sans H** entre deux carbones

### 4. Aldéhyde

Motif	Exemple	Propriété cosmétique
<b>–CHO</b> (C=O en bout)	Rétinal, benzaldéhyde	Réactif, peut être irritant

**Reconnaissance** : C=O en **bout de chaîne** (toujours –CHO)

### 5. Cétone

Motif	Exemple	Propriété cosmétique
<b>–CO–</b> (C=O au milieu)	Acétone	Solvant

**Reconnaissance** : C=O au **milieu de chaîne** (entre deux carbones)

### 6. Acide carboxylique

Motif	Exemple	Propriété cosmétique
<b>–COOH</b>	Acide hyaluronique, acide salicylique, acides gras	Acide (pH), exfoliant, forme liaisons H

**Reconnaissance** : Groupe **–COOH** (C=O + OH)

## 7. Ester

Motif	Exemple	Propriété cosmétique
-COO-	Huiles végétales, cires, parabènes	Lipophile, émollient

**Reconnaissance** : Liaison entre **acide et alcool** (C=O-O-C)

## 8. Hémiacétal

Motif	Exemple	Propriété cosmétique
C-O-OH	Glucose, acide hyaluronique (forme cyclique)	Structure des sucres

**Reconnaissance** : Rare, structure **cyclique des sucres**

✳ À RETENIR - FONCTIONS OXYGÉNÉES :

- ALCOOL (-OH) : hydrophile, hydratant, liaisons H
- ACIDE (-COOH) : acide, exfoliant, liaisons H
- ESTER (-COO-) : lipophile, émollient
- ÉTHER (-O-) : PAS de liaisons H
- ALDÉHYDE (-CHO) : C=O en BOUT
- CÉTONE (-CO-) : C=O au MILIEU

## 3 Les fonctions azotées

Les **fonctions azotées** contiennent de l'azote (N). Il y en a **3 principales** en cosmétique.

# 1. Amine

Motif	Exemple	Propriété cosmétique
$\text{-NH}_2$ , $\text{-NH-}$ , $\text{-N-}$	MEA, TEA, kératine	Basique (pH), forme liaisons H

**Reconnaissance** : Azote lié à 1, 2 ou 3 carbones (+ H si disponible)

**Classification** :

- **Amine primaire** :  $\text{-NH}_2$  (N lié à 1 C)
- **Amine secondaire** :  $\text{-NH-}$  (N lié à 2 C)
- **Amine tertiaire** :  $\text{-N-}$  (N lié à 3 C)

# 2. Ammonium quaternaire

Motif	Exemple	Propriété cosmétique
$\text{-N}^+(\text{R})_4$	Benzalkonium, cetrimonium	Conservateur, conditionneur capillaire (cationique)

**Reconnaissance** : Azote chargé **positivement** ( $\text{N}^+$ ) lié à **4 groupes**

# 3. Amide (liaison peptidique)

Motif	Exemple	Propriété cosmétique
$\text{-CO-NH-}$	Peptides, collagène, kératine	Actif anti-âge, stabilise les protéines

**Reconnaissance** : Liaison entre **C=O** et **N**

**Application clé** : La **liaison peptidique** est une liaison amide qui relie les acides aminés pour former des peptides et des protéines.



## Les fonctions soufrées

Les **fonctions soufrées** contiennent du soufre (S). Il y en a **2 principales** en cosmétique.

# 1. Thiol

Motif	Exemple	Propriété cosmétique
<b>-SH</b>	Cystéine (kératine)	Forme ponts disulfure (-S-S-), stabilise protéines

**Reconnaissance** : Équivalent **sulfuré de l'alcool** ( $-OH \rightarrow -SH$ )

**Réaction clé** :  $2 \times -SH \rightarrow -S-S-$  (pont disulfure) +  $H_2$

# 2. Thioéther

Motif	Exemple	Propriété cosmétique
<b>-S-</b>	Méthionine	Moins réactif que le thiol

**Reconnaissance** : Équivalent **sulfuré de l'éther** ( $-O- \rightarrow -S-$ )

## 5 Autres fonctions importantes

# 1. Peroxyde

Motif	Exemple	Propriété cosmétique
<b>-O-O-</b>	$H_2O_2$ (eau oxygénée), peroxyde de benzoyle	Oxydant, décolorant, conservateur

**Reconnaissance** : Deux **oxygènes liés** (liaison O-O)

# 2. Phosphate

Motif	Exemple	Propriété cosmétique
<b>-O-PO<sub>3</sub><sup>2-</sup></b>	Phospholipides, céramides phosphatés	Constituant des membranes cellulaires

**Reconnaissance** : Liaison **phosphate** (chargée négativement)

✳ À RETENIR – FONCTIONS N, S ET AUTRES :

- AMINE ( $-\text{NH}_2$ ) : basique, liaisons H
- AMIDE ( $-\text{CO}-\text{NH}-$ ) : LIAISON PEPTIDIQUE (protéines)
- THIOL ( $-\text{SH}$ ) : ponts disulfure, kératine
- AMMONIUM QUAT. ( $-\text{N}^+$ ) : cationique, conservateur

## 6 Liaisons hydrogène

### Définition

Une **liaison hydrogène** (ou pont hydrogène) est une **interaction faible** entre un atome d'hydrogène (lié à O, N ou F) et un autre atome électronégatif (O, N, F).

**Notation** :  $\text{A}-\text{H}\cdots\text{B}$  (pointillés = liaison H)

**Force** : 10 à 40 kJ/mol (beaucoup plus faible qu'une liaison covalente)

### Quelles fonctions forment des liaisons H ?

Fonction	Forme des liaisons H ?	Raison
Alcool ( $-\text{OH}$ )	✓ Oui	H lié à O
Phénol ( $-\text{OH}$ )	✓ Oui	H lié à O
Éther ( $-\text{O}-$ )	✗ Non	Pas de H lié à O
Acide ( $-\text{COOH}$ )	✓ Oui	H lié à O
Ester ( $-\text{COO}-$ )	⚠ Partiellement	O du $\text{C}=\text{O}$ peut recevoir (pas donner)
Amine ( $-\text{NH}_2$ )	✓ Oui	H lié à N
Amide ( $-\text{CO}-\text{NH}-$ )	✓ Oui	H du NH donne, O du $\text{C}=\text{O}$ reçoit

# Rôle des liaisons H en cosmétique

## 1. Solubilité dans l'eau (hydrophilie)

Les molécules avec  $\text{-OH}$ ,  $\text{-NH}_2$ ,  $\text{-COOH}$  forment des liaisons H avec l'eau ( $\text{H}_2\text{O}$ ) → **hydrophiles**.

**Exemple :** Glycérol ( $3 \times \text{-OH}$ ) est très soluble dans l'eau.

## 2. Hydratation de la peau

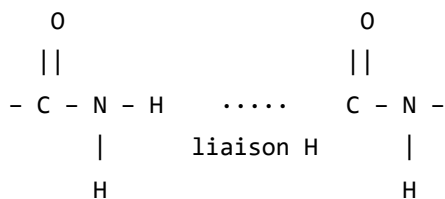
Les humectants (glycérol, acide hyaluronique) forment des liaisons H avec l'eau et la retiennent.

**Exemple :** Acide hyaluronique (beaucoup de  $\text{-OH}$  et  $\text{-COOH}$ ) retient **1000× son poids en eau**.

## 3. Stabilisation des protéines

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

**Schéma :**



**Exemple :** Collagène, kératine.

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

✦ À RETENIR – LIAISONS HYDROGÈNE :

- Interaction faible :  $H \cdots O$  ou  $H \cdots N$
- Fonctions  $-OH$ ,  $-NH_2$ ,  $-COOH \rightarrow$  forment liaisons H
- Fonction  $-O-$  (éther)  $\rightarrow$  PAS de liaisons H
- Rôle 1 : SOLUBILITÉ dans l'eau (hydrophilie)
- Rôle 2 : HYDRATATION (retenir l'eau)
- Rôle 3 : STABILISATION des protéines

## 7 Tableau récapitulatif complet

Fonction	Motif	Liaisons H ?	Propriété clé	Exemple cosmétique
Alcool	$-OH$ (C sat.)	✓ Oui	Hydrophile, hydratant	Glycérol
Phénol	$-OH$ (cycle)	✓ Oui	Antiseptique, antioxydant	Tocophérol
Éther	$-O-$	✗ Non	Solvant	PEG
Aldéhyde	$-CHO$	✗ Non	Réactif	Rétinal
Cétone	$-CO-$	✗ Non	Solvant	Acétone
Acide	$-COOH$	✓ Oui	Acide, exfoliant	Acide salicylique
Ester	$-COO-$	⚠ Part.	Lipophile, émollient	Huiles
Amine	$-NH_2$	✓ Oui	Basique	MEA
Ammonium quat.	$-N^+$	✗ Non	Conservateur, conditionneur	Benzalkonium
Amide	$-CO-NH-$	✓ Oui	Liaison peptidique	Peptides
Thiol	$-SH$	✓ Oui	Ponts disulfure	Cystéine



Fonction	Motif	Liaisons H ?	Propriété clé	Exemple cosmétique
Thioéther	–S–	✗ Non	Peu réactif	Méthionine

## 8 Applications cosmétiques

### Fonction → Propriété → Usage

Fonction	Propriété	Ingrédient cosmétique	Usage
<b>Alcool</b>	Hydratant	Glycérol	Crèmes hydratantes
<b>Acide</b>	Exfoliant, acide	Acide salicylique	Exfoliants, peelings
<b>Ester</b>	Émollient, lipophile	Huiles végétales	Baumes, crèmes riches
<b>Amide</b> (peptide)	Actif anti-âge	Palmitoyl Tripeptide-1	Sérums anti-âge
<b>Phénol</b>	Antioxydant	Tocophérol (vit. E)	Conservateurs
<b>Amine</b>	Ajustement pH	TEA, MEA	Émulsifiants
<b>Ammonium quat.</b>	Conditionneur	Cetrimonium	Après-shampoings
<b>Thiol</b>	Ponts disulfure	Cystéine	Permanententes, lissages

## Exemple complet : l'acide hyaluronique

**Formule :**  $(C_{14}H_{21}NO_{11})_n$  (polymère)

**Fonctions présentes :**

- **Acide** ( $-COO^-$ , forme ionisée de  $-COOH$ )
- **Alcool** ( $-OH$ ) × plusieurs
- **Amide** ( $-CO-NH-$ , liaison entre sucres et acétylglucosamine)
- **Hémiacétal** (structure cyclique des sucres)

**Propriété :** Super-hydratant (retient 1000× son poids en eau)

**Explication :** Les nombreuses fonctions  $\text{-OH}$  et  $\text{-COO}^-$  forment un très grand nombre de **liaisons H** avec l'eau  $\rightarrow$  captation et rétention d'eau.

**Usage :** Sérums hydratants, crèmes, masques.

## À retenir pour l'E2

### Définitions essentielles

Terme	Définition
<b>Fonction organique</b>	Groupe d'atomes qui confère des propriétés spécifiques
<b>Alcool</b>	$\text{-OH}$ lié à un carbone saturé
<b>Phénol</b>	$\text{-OH}$ lié à un cycle aromatique
<b>Acide</b>	$\text{-COOH}$ , donne des $\text{H}^+$
<b>Ester</b>	$\text{-COO-}$ , liaison entre acide et alcool
<b>Amine</b>	$\text{-NH}_2$ , basique
<b>Amide</b>	$\text{-CO-NH-}$ , liaison peptidique
<b>Liaison hydrogène</b>	Interaction faible $\text{H}\cdots\text{O}$ ou $\text{H}\cdots\text{N}$

### Règles pratiques

Règle	Application
Alcool, amine, acide $\rightarrow$ forment liaisons H	Prévoir la solubilité dans l'eau
Éther $\rightarrow$ PAS de liaisons H	Moins hydrophile qu'un alcool
Aldéhyde ( $\text{-CHO}$ ) en bout, cétone ( $\text{-CO-}$ ) au milieu	Distinguer les deux fonctions
Acide ( $\text{-COOH}$ ) $\rightarrow$ abaisse le pH	Exfoliants, AHA, BHA
Liaison peptidique = amide	Relie les acides aminés (protéines)

### Vocabulaire à maîtriser

- Alcool, phénol, éther, aldéhyde, cétone, acide, ester

- Amine, ammonium quaternaire, amide (liaison peptidique)
- Thiol, thioéther, peroxyde, phosphate
- Liaison hydrogène – Hydrophile, lipophile
- Pont disulfure – Protéine, peptide

## Lien avec la suite de la progression

Séance	Réinvestissement
<b>S17</b>	Représentations → ici : reconnaître les fonctions sur formules topologiques
<b>S18</b>	Isomérisation de fonction → alcool vs éther, aldéhyde vs cétone
<b>S20</b>	TP3 dossier moléculaire → identifier les fonctions dans un contexte E2
<b>S21</b>	Réactions chimiques → réactivité selon les fonctions (estérification, hydrolyse...)
<b>S22</b>	Évaluation E2 → exploiter des données sur des molécules avec différentes fonctions

## Fiche méthode associée

 **Fiche méthode 08 – Reconnaître les fonctions organiques (ESSENTIEL)**

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