

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
-O- (entre deux C)	PEG, phenoxyethanol	Solvant, conservateur, PAS de liaisons H

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

4. Aldéhyde

Motif	Exemple	Propriété cosmétique
-CHO (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
-CO- (C=O au milieu)	Acétone	Solvant

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

6. Acide carboxylique

Motif	Exemple	Propriété cosmétique
-COOH	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** ($\text{C}=\text{O}-\text{O}-\text{C}$)

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 (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.

4 Les fonctions soufrées

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

1. Thiol

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

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

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

2. Thioéther

Motif	Exemple	Propriété cosmétique
-S-	Méthionine	Moins réactif que le thiol

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

5 Autres fonctions importantes

1. Peroxyde

Motif	Exemple	Propriété cosmétique
-O-O-	H_2O_2 (eau oxygénée), peroxyde de benzoyle	Oxydant, décolorant, conservateur

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

2. Phosphate

Motif	Exemple	Propriété cosmétique
-O-PO ₃ ²⁻	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 : A–H···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 ($-\text{OH}$)	<input checked="" type="checkbox"/> Oui	H lié à O
Phénol ($-\text{OH}$)	<input checked="" type="checkbox"/> Oui	H lié à O
Éther ($-\text{O}-$)	<input checked="" type="checkbox"/> Non	Pas de H lié à O
Acide ($-\text{COOH}$)	<input checked="" type="checkbox"/> Oui	H lié à O
Ester ($-\text{COO}-$)	 Partiellement	O du C=O peut recevoir (pas donner)
Amine ($-\text{NH}_2$)	<input checked="" type="checkbox"/> Oui	H lié à N
Amide ($-\text{CO}-\text{NH}-$)	<input checked="" type="checkbox"/> Oui	H du NH donne, O du C=O reçoit

Rôle des liaisons H en cosmétique

1. Solubilité dans l'eau (hydrophilie)

Les molécules avec –OH, –NH₂, –COOH forment des liaisons H avec l'eau (H₂O) → **hydropophiles**.

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

2. Hydratation de la peau

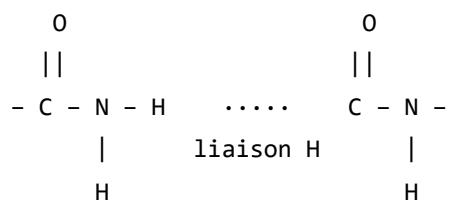
Les humectants (glycérol, acide hyaluronique) forment des liaisons H avec l'eau et la retiennent.

Exemple : Acide hyaluronique (beaucoup de –OH et –COOH) retient **1000× son poids en eau**.

3. Stabilisation des protéines

Les **liaisons H** entre liaisons peptidiques (–CO–NH–) stabilisent la structure secondaire des protéines (hélices α, feuillets β).

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...O ou H...N
- Fonctions -OH, -NH₂, -COOH → forment liaisons H
- Fonction -O- (éther) → 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.)	<input checked="" type="checkbox"/> Oui	Hydrophile, hydratant	Glycérol
Phénol	-OH (cycle)	<input checked="" type="checkbox"/> Oui	Antiseptique, antioxydant	Tocophérol
Éther	-O-	<input checked="" type="checkbox"/> Non	Solvant	PEG
Aldéhyde	-CHO	<input checked="" type="checkbox"/> Non	Réactif	Rétinal
Cétone	-CO-	<input checked="" type="checkbox"/> Non	Solvant	Acétone
Acide	-COOH	<input checked="" type="checkbox"/> Oui	Acide, exfoliant	Acide salicylique
Ester	-COO-	 Part.	Lipophile, émollient	Huiles
Amine	-NH ₂	<input checked="" type="checkbox"/> Oui	Basique	MEA
Ammonium quat.	-N ⁺	<input checked="" type="checkbox"/> Non	Conservateur, conditionneur	Benzalkonium
Amide	-CO-NH-	<input checked="" type="checkbox"/> Oui	Liaison peptidique	Peptides
Thiol	-SH	<input checked="" type="checkbox"/> 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
Alcool	Hydratant	Glycérol	Crèmes hydratantes
Acide	Exfoliant, acide	Acide salicylique	Exfoliants, peelings
Ester	Émollient, lipophile	Huiles végétales	Baumes, crèmes riches
Amide (peptide)	Actif anti-âge	Palmitoyl Tripeptide-1	Sérum anti-âge
Phénol	Antioxydant	Tocophérol (vit. E)	Conservateurs
Amine	Ajustement pH	TEA, MEA	Émulsifiants
Ammonium quat.	Conditionneur	Cetrimonium	Après-shampoings
Thiol	Ponts disulfure	Cystéine	Permanentes, 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 $-OH$ et $-COO^-$ forment un très grand nombre de **liaisons H** avec l'eau → captation et rétention d'eau.

Usage : Sérum hydratants, crèmes, masques.

📌 À retenir pour l'E2

Définitions essentielles

Terme	Définition
Fonction organique	Groupe d'atomes qui confère des propriétés spécifiques
Alcool	$-OH$ lié à un carbone saturé
Phénol	$-OH$ lié à un cycle aromatique
Acide	$-COOH$, donne des H^+
Ester	$-COO-$, liaison entre acide et alcool
Amine	$-NH_2$, basique
Amide	$-CO-NH-$, liaison peptidique
Liaison hydrogène	Interaction faible $H \cdots O$ ou $H \cdots N$

Règles pratiques

Règle	Application
Alcool, amine, acide → forment liaisons H	Prévoir la solubilité dans l'eau
Éther → PAS de liaisons H	Moins hydrophile qu'un alcool
Aldéhyde ($-CHO$) en bout, cétone ($-CO-$) au milieu	Distinguer les deux fonctions
Acide ($-COOH$) → 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
S17	Représentations → ici : reconnaître les fonctions sur formules topologiques
S18	Isomérie de fonction → alcool vs éther, aldéhyde vs cétone
S20	TP3 dossier moléculaire → identifier les fonctions dans un contexte E2
S21	Réactions chimiques → réactivité selon les fonctions (estérification, hydrolyse...)
S22	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.)**