

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 : --OH (groupe hydroxyle lié à un carbone **saturé**)

Notation : 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 : --OH lié à un cycle **aromatique** (benzène)

Notation : Ar--OH (Ar = cycle aromatique)

Exemple cosmétique : Hydroquinone, parabènes, tocophérol

Propriété :

- Antiseptique, antioxydant
- Plus acide qu'un alcool

3. Éther-oxyde

Motif : --O-- (oxygène entre deux carbones)

Notation : 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 : C=O en **bout** de chaîne (--CHO)

Notation : R--CHO

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

Propriété :

- Réactif (le C=O peut réagir)
- Peut être irritant (aldéhyde formique = formaldéhyde)

5. Cétone

Motif : C=O au **milieu** de chaîne (--CO--)

Notation : R--CO--R'

Exemple cosmétique : Acétone (dissolvant), certains parfums

Propriété :

- Solvant
- Moins réactive qu'un aldéhyde

6. Acide carboxylique

Motif : --COOH (groupe carboxyle)

Notation : R--COOH

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

Propriété :

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

7. Ester

Motif : --COO-- (liaison entre acide et alcool)

Notation : 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 : C--O--OH (rare, structure cyclique des sucres)

Notation : 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 : –NH₂ (amine primaire), –NH– (amine secondaire), –N– (amine tertiaire)

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

Propriété :

- **Basique** (capte des H⁺, 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 : —O—O— (deux oxygènes liés)

Exemple cosmétique : Peroxyde d'hydrogène (H_2O_2 , eau oxygénée), peroxyde de benzoyle

Propriété :

- **Oxydant puissant** (libère O_2)
- Décoloration (cheveux), conservateur

2. Phosphate

Motif : —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
Alcool (–OH)	✓ Oui	H lié à O peut donner et recevoir
Phénol (–OH)	✓ Oui	H lié à O peut donner et recevoir
Amine (–NH ₂)	✓ Oui	H lié à N peut donner et recevoir
Amide (–CO–NH–)	✓ Oui	H du NH donne, O du C=O reçoit
Acide (–COOH)	✓ Oui	H lié à O peut donner et recevoir
Éther (–O–)	✗ Non	Pas de H lié à O
Ester (–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, –NH₂ 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

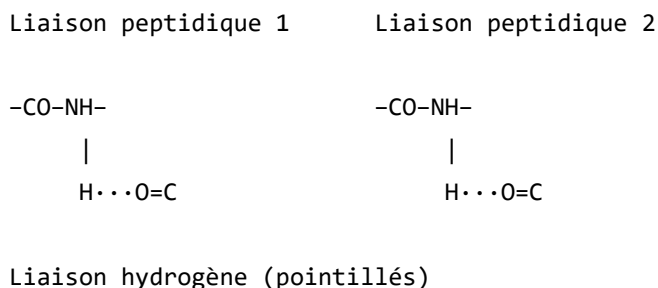
L'**acide hyaluronique** (beaucoup de –OH et –COOH) forme des liaisons H avec l'eau.

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 α , feuillets β).

Exemple : Collagène, kératine.



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	 glycerol	_____
Acide salicylique	 acide salicylique	_____
Tocophérol (vit. E)	 tocophérol	_____
Acétate de tocophéryle	 acétate de tocophéryle	_____
Rétinal	 retinal	_____

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)	 monoéthanolamine	_____
Peptide (ex. : dipeptide)	 dipeptide	_____
Cystéine	 cystéine	_____
Benzalkonium chloride	 benzalkonium chloride	_____

2.2 – La liaison peptidique

1. Entourez la **liaison peptidique** ($-\text{CO}-\text{NH}-$) sur la formule du peptide ci-dessus.
2. 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"/>
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 \(E2\)](#)