

# S13 – Interactions moléculaires : solubilité et pénétration cutanée

## 1 Polarité d'une liaison

### Électronégativité

L'**électronégativité** ( $\chi$ ) est la capacité d'un atome à attirer les électrons d'une liaison covalente.

Atome	H	C	N	O	Cl
$\chi$ (Pauling)	2,2	2,6	3,0	3,4	3,2

### Liaison polaire et apolaire

Quand deux atomes liés ont des électronégativités **différentes**, les électrons sont attirés vers l'atome le plus électronégatif : la liaison est **polaire**.

$$\Delta\chi > 0,4 \Rightarrow \text{liaison POLAIRE} \quad \Delta\chi \leq 0,4 \Rightarrow \text{liaison APOLAIRE}$$

Liaison	$\Delta\chi$	Caractère
O–H	1,2	<b>Polaire</b>
C–O	0,8	<b>Polaire</b>
N–H	0,8	<b>Polaire</b>
C–H	0,4	<b>Apolaire</b>
C–C	0	<b>Apolaire</b>

💡 Dans une liaison polaire, on note  $\delta^+$  sur l'atome le moins électronégatif et  $\delta^-$  sur le plus électronégatif.

## 2 Polarité d'une molécule

La polarité d'une molécule dépend de **deux facteurs** :

1. La **polarité des liaisons** qu'elle contient
2. La **géométrie** de la molécule

Cas	Résultat	Exemple
Liaisons polaires + géométrie dissymétrique	Molécule <b>POLAIRE</b>	H <sub>2</sub> O (coudée)
Liaisons polaires + géométrie symétrique	Molécule <b>APOLAIRE</b>	CO <sub>2</sub> (linéaire)
Liaisons apolaires uniquement	Molécule <b>APOLAIRE</b>	CH <sub>4</sub> , hexane

✳ À RETENIR :

- Liaison polaire ≠ molécule polaire
- Il faut aussi regarder la GÉOMÉTRIE
- Si la géométrie est symétrique, les polarités se compensent

## 3 Les interactions intermoléculaires

Les molécules interagissent entre elles grâce à des forces **plus faibles** que les liaisons covalentes. Ce sont des forces **intermoléculaires**.

### A) Liaisons hydrogène

Liaison H : X—H...Y avec X, Y = O, N ou F

Une **liaison hydrogène** se forme quand un atome H lié à un atome très électronégatif (O, N, F) interagit avec un doublet non liant d'un autre atome électronégatif.



(entre molécules  
d'eau)



(entre molécules  
biologiques)

### Caractéristiques :

- Force intermédiaire (10 à 40 kJ/mol)
- Responsable des propriétés de l'eau (T° ébullition élevée)
- Essentielle en biologie et en cosmétique

## B) Interactions de Van der Waals

Van der Waals : existent entre TOUTES les molécules

Les **interactions de Van der Waals** sont des forces faibles dues à des fluctuations temporaires de la répartition des électrons.

### Caractéristiques :

- Force faible (1 à 10 kJ/mol)
- **Plus la molécule est grande**, plus les interactions sont fortes
- Seules interactions possibles entre molécules **apolaires**

## Comparaison des forces

Force	Intensité	Entre quelles molécules ?
Liaison covalente	Très forte (200-800 kJ/mol)	Au sein d'une molécule
<b>Liaison hydrogène</b>	Intermédiaire (10-40 kJ/mol)	Molécules polaires avec O-H, N-H
<b>Van der Waals</b>	Faible (1-10 kJ/mol)	Toutes les molécules

## Solubilité : « qui se ressemble se dissout »

### Principe fondamental

Polaire dissout polaire | Apolaire dissout apolaire

La solubilité repose sur la compatibilité des interactions :

- Les molécules **polaires** forment des **liaisons H** avec l'eau → **solubles dans l'eau**
- Les molécules **apolaires** interagissent par **Van der Waals** avec les huiles → **solubles dans les huiles**

## Vocabulaire

Terme	Signification	Affinité	Exemple
<b>Hydrophile</b>	« Qui aime l'eau »	Polaire → eau	Vitamine C, acide hyaluronique
<b>Lipophile</b>	« Qui aime les graisses »	Apolaire → huile	Vitamine E, rétinol
<b>Amphiphile</b>	« Qui aime les deux »	Polaire + apolaire	Niacinamide, tensioactifs

## Structure et solubilité

Groupe chimique	Caractère	Interaction avec l'eau
O–H (hydroxyle)	<b>Polaire</b>	Liaisons H → hydrophile
N–H (amine)	<b>Polaire</b>	Liaisons H → hydrophile
C=O (carbonyle)	<b>Polaire</b>	Liaisons H → hydrophile
C–H, C–C (chaîne carbonée)	<b>Apolaire</b>	Van der Waals → lipophile

💡 **Plus une molécule a de groupes O–H ou N–H, plus elle est hydrophile. Plus elle a de longues chaînes carbonées, plus elle est lipophile.**

## 5 Pénétration cutanée

### Structure de la barrière cutanée

Le **stratum corneum** (couche cornée) est la principale barrière de la peau. Il est organisé en « briques et mortier » :

- **Briques** = cornéocytes (cellules mortes)
- **Mortier** = ciment lipidique intercellulaire (**APOLAIRE** : céramides, cholestérol, acides gras)

✳ À RETENIR :

Le ciment lipidique est APOLAIRE

→ Les molécules LIPOPHILES le traversent bien

→ Les molécules HYDROPHILES sont bloquées

## Pénétration selon le caractère de l'actif

Type d'actif	Compatibilité avec le ciment	Pénétration
Lipophile	✓ Apolaire ↔ Apolaire (Van der Waals)	Facile
Amphiphile	✓ Partie apolaire compatible	Bonne
Hydrophile	✗ Polaire ↔ Apolaire (incompatible)	Difficile

## 6 Améliorer la pénétration d'un actif hydrophile

### Stratégies de formulation

Stratégie	Principe	Exemple
Dérivé lipophile	Greffer un groupe apolaire sur la molécule	Ascorbyl Tetraisopalmitate (vitamine C + chaînes grasses)
Liposomes	Encapsuler dans des vésicules lipidiques	Liposomes de vitamine C
Émulsion E/H	Disperser dans une phase huileuse	Crème eau-dans-huile
Promoteurs d'absorption	Perturber le ciment lipidique	Alcools, terpènes

## Exemple : la vitamine C

VITAMINE C PURE  
(acide ascorbique)

Nombreux groupes O-H  
→ Liaisons H avec l'eau  
→ HYDROPHILE  
→ Ne pénètre PAS

DÉRIVÉ LIPOPHILE  
(Ascorbyl Tetraisopalmitate)

Chaînes grasses greffées  
→ Van der Waals avec le ciment  
→ LIPOPHILE  
→ PÉNÈTRE la peau

## À retenir pour l'E2

### Les interactions

Interaction	Entre quelles molécules ?	Force
Liaison hydrogène	Polaires (O-H, N-H)	Moyenne
Van der Waals	Toutes (seule force entre apolaires)	Faible

### Solubilité

Principe	Application
Polaire dissout polaire	Vitamine C dans l'eau
Apolaire dissout apolaire	Vitamine E dans l'huile

### Pénétration cutanée

Règle	Application
Ciment lipidique = apolaire	Barrière pour les hydrophiles
Lipophile → pénètre	Van der Waals avec le ciment
Hydrophile → ne pénètre pas	Pas d'interaction avec le ciment
Dérivé lipophile = solution	Greffer des chaînes apolaires

## Vocabulaire à maîtriser

Terme	Définition
<b>Électronégativité</b>	Capacité d'un atome à attirer les électrons d'une liaison
<b>Liaison polaire</b>	Liaison entre deux atomes d'électronégativités différentes ( $\Delta\chi > 0,4$ )
<b>Liaison hydrogène</b>	Interaction entre X–H et un doublet non liant de Y (X, Y = O, N, F)
<b>Van der Waals</b>	Interactions faibles entre toutes les molécules
<b>Hydrophile</b>	Affinité pour l'eau (molécule polaire)
<b>Lipophile</b>	Affinité pour les graisses (molécule apolaire)
<b>Amphiphile</b>	Possède une partie hydrophile et une partie lipophile
<b>Stratum corneum</b>	Couche cornée, principale barrière cutanée



## Lien avec la suite de la progression

Séance	Réinvestissement
<b>S14</b>	pH et cosmétiques
<b>S19</b>	Fonctions organiques (alcools, acides, esters)



## Fiche méthode associée

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

→ Fiche méthode 06 – Lire une formule de Lewis