

# 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



- Liaison polaire  $\neq$  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 ( $T^\circ$  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

## 4 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	<input checked="" type="checkbox"/> Apolaire ↔ Apolaire (Van der Waals)	Facile
Amphiphile	<input checked="" type="checkbox"/> Partie apolaire compatible	Bonne
Hydrophile	<input checked="" type="checkbox"/> 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)

DÉRIVÉ LIPOPHILE  
(Ascorbyl Tetraisopalmitate)

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

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



## Lien avec la suite de la progression

Séance	Réinvestissement
S14	pH et cosmétiques
S19	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](#)