

Chapitre 2 : Tension de surface et tension interfaciale

2.1. Isotherme de Gibbs - concentration superficielle.

La physicochimie des surfaces étudie le comportement des molécules à l'interface entre deux phases, telles que liquide-gaz ou liquide-liquide. Une des relations fondamentales qui décrivent la concentration des molécules à une interface est **l'isotherme de Gibbs**.

2.1.1. Isotherme de Gibbs

L'isotherme de Gibbs relie la concentration superficielle Γ (en mol/m²) à la variation de la tension superficielle γ en fonction du potentiel chimique μ_i des composés présents à la surface. Cette relation est donnée par :

$$d\gamma = - \sum_i \Gamma_i d\mu_i$$

- Γ_i : Concentration superficielle du constituant i.
- μ_i : Potentiel chimique du constituant i.

Pour une solution diluée, le potentiel chimique peut s'exprimer en fonction de la concentration molaire C_i du constituant i :

$$\mu_i = \mu_i^0 + RT \ln C_i$$

où :

- R est la constante des gaz parfaits (8,314 J mol⁻¹),
- T est la température absolue.

Substituer μ_i dans l'équation de Gibbs donne :

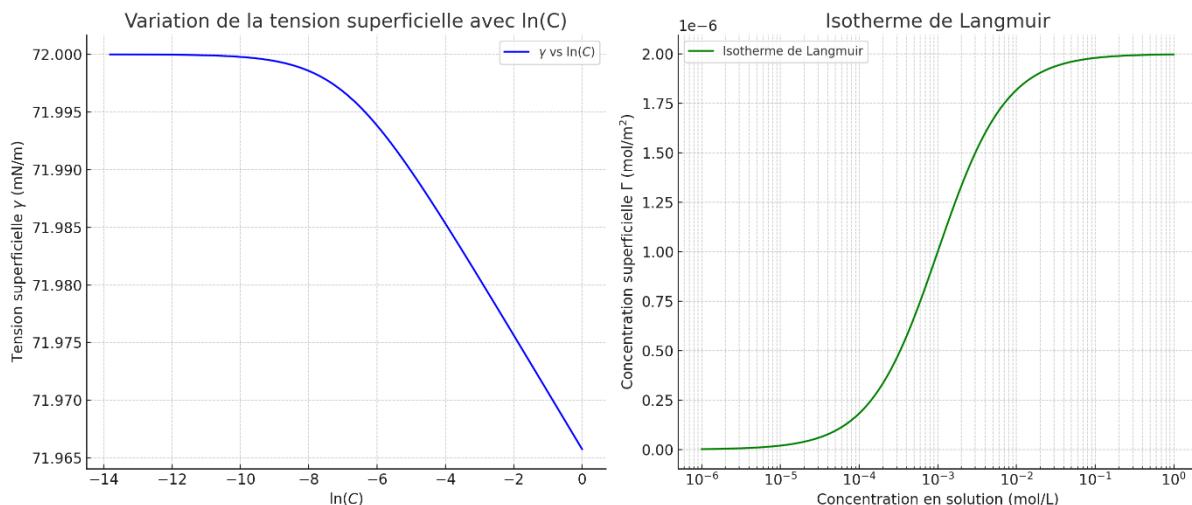
$$d\gamma = -RT \sum_i \Gamma_i d(\ln C_i)$$

Dans le cas d'une seule espèce présente, la relation devient :

$$\Gamma = -\frac{1}{RT} \frac{d\gamma}{d(\ln C)}$$

Illustration graphique :

Un graphique typique représentant la variation de γ en fonction de $\ln C$ montre comment la concentration superficielle Γ change avec la concentration en solution.



2.1.2. Interprétation Physique

- Une diminution de la tension superficielle (γ) indique que des molécules tensioactives s'accumulent à l'interface.
- La pente du graphique γ versus $\ln C$ donne une mesure directe de la concentration superficielle.

Illustration :

Imaginez une interface liquide-gaz où les molécules tensioactives, comme les surfactants, s'orientent avec leur tête polaire vers l'eau et leur queue apolaire vers l'air.

1. Variation de la tension superficielle (γ) avec $\ln(C)$:

Ce graphique montre la diminution de la tension superficielle en fonction du logarithme de la concentration molaire ($\ln(C)$). Une diminution de γ indique une adsorption accrue de molécules tensioactives à l'interface.

2. Isotherme de Langmuir :

Ce graphique montre la variation de la concentration superficielle (Γ) en fonction de la concentration en solution. La courbe illustre l'adsorption de molécules à l'interface, atteignant un plateau correspondant à la saturation (Γ_{\max}).

Ces représentations permettent de mieux comprendre les concepts clés de l'isotherme de Gibbs et de la pression de surface.

2.2. Pression de surface

La pression de surface (Π) est une grandeur utilisée pour décrire la diminution de la tension superficielle causée par l'accumulation de molécules à l'interface. Elle est définie par :

$$\Pi = \gamma_0 - \gamma$$

où :

- γ_0 : Tension superficielle du solvant pur.
- γ : Tension superficielle de la solution contenant des molécules adsorbées.

2.2. Application à des Modèles

- **Isotherme de Langmuir** : L'isotherme de Langmuir est un modèle simple pour décrire l'adsorption de molécules à une interface. Elle suppose que toutes les molécules adsorbées occupent une seule couche à la surface. L'équation est donnée par :

$$\Gamma = \Gamma_{\max} \frac{KC}{1 + KC}$$

Où :

- K: Constante d'adsorption,
- C: Concentration en solution,
- Γ_{\max} : Concentration superficielle maximale (surface saturée).

Graphique Illustratif :

Un graphique de Γ en fonction de C montre une courbe sigmoïdale atteignant un plateau correspondant à Γ_{\max} .

Conclusion

Ce chapitre explore comment l'isotherme de Gibbs et les notions associées, comme la pression de surface, fournissent une compréhension quantitative de l'adsorption moléculaire à une interface. Ces outils sont essentiels pour des applications allant de la formulation de détergents à la conception de matériaux avancés.