

# La tension de surface



Qu'est-ce?

Pourquoi est-elle parallèle aux interfaces?

Comment est-elle influencée par la présence de surfactants?

# D'un point de vue thermodynamique

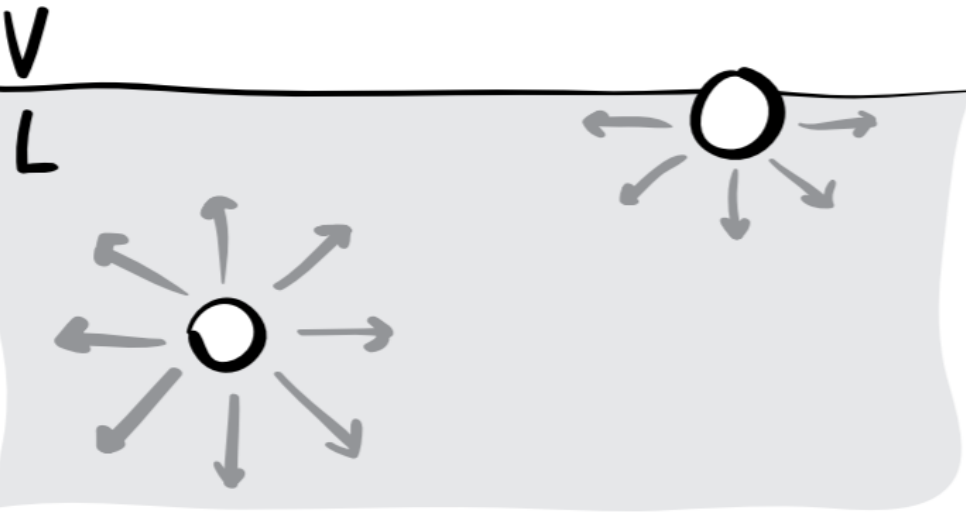


Fig. 1: Sketch showing the 'missing' intermolecular bonds due to the liquid-vapor interface. This gives rise to an increase in free energy per unit area, i.e. the surface tension.

$$\gamma_{\downarrow LV} = (\partial F / \partial A)_{\downarrow T, V, n}$$

$$[\gamma_{\downarrow LV}] = M.7$$

Pour l'huile:

$$\gamma_{\downarrow LV} \sim 0,02 \text{ N/m}$$

Pour l'eau:

$$\gamma_{\downarrow LV} \sim 0,072 \text{ N/m}$$

Pour le mercure:

$$\gamma_{\downarrow LV} \sim 0,5 \text{ N/m}$$

# D'un point de vue mécanique

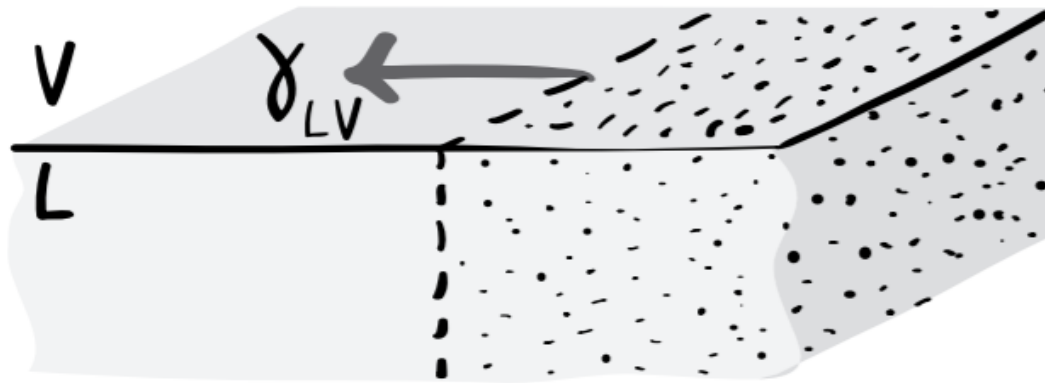
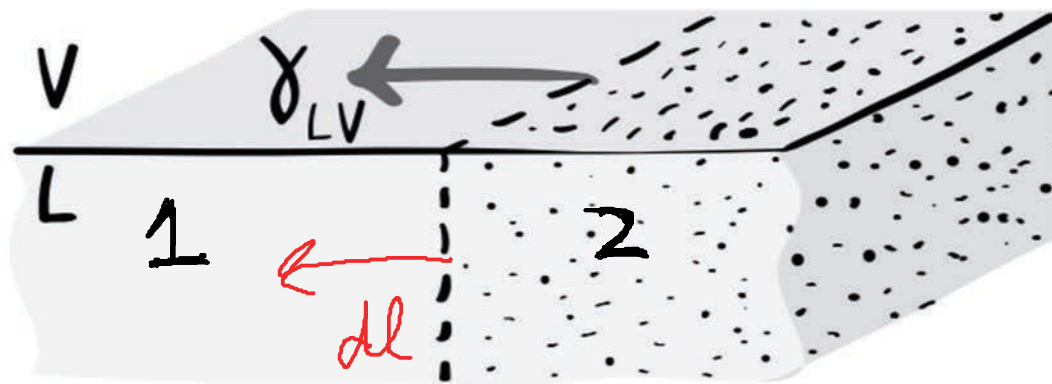


FIG. 2: Sketch showing surface tension as a force per unit length exerted by one subsystem on the other. The system on which the forces act is the dotted region. The force is parallel to the interface and perpendicular to the dividing line.

# Lien entre les deux points de vue

→ Principe de travail virtuel



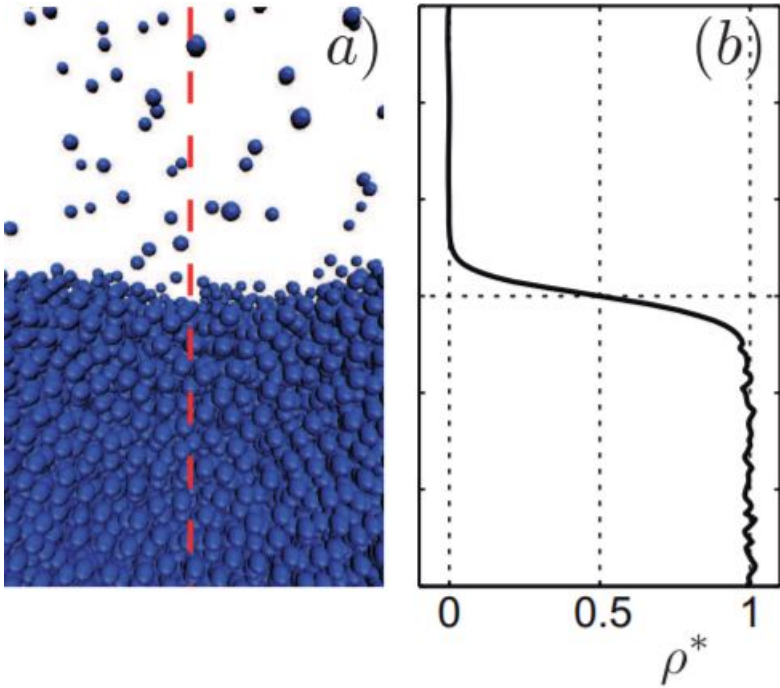
$A_{interface} \uparrow$  de  $Wdl$

Donc l'énergie libre augmente de  $\gamma_{LV} Wdl$

# Tension de surface

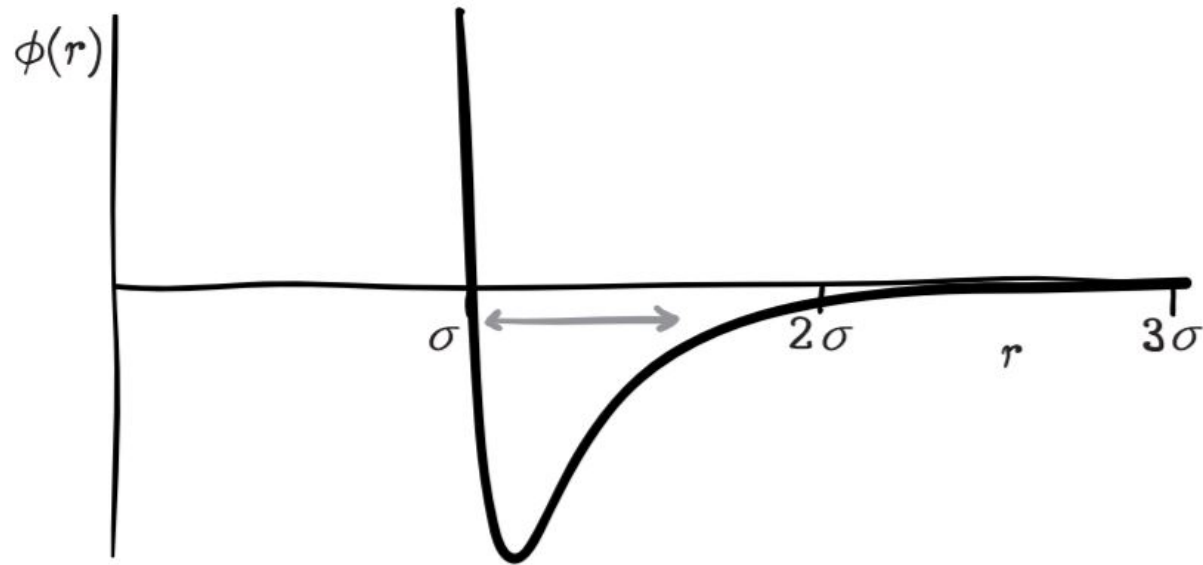
Explication microscopique

# Nature de l'interface



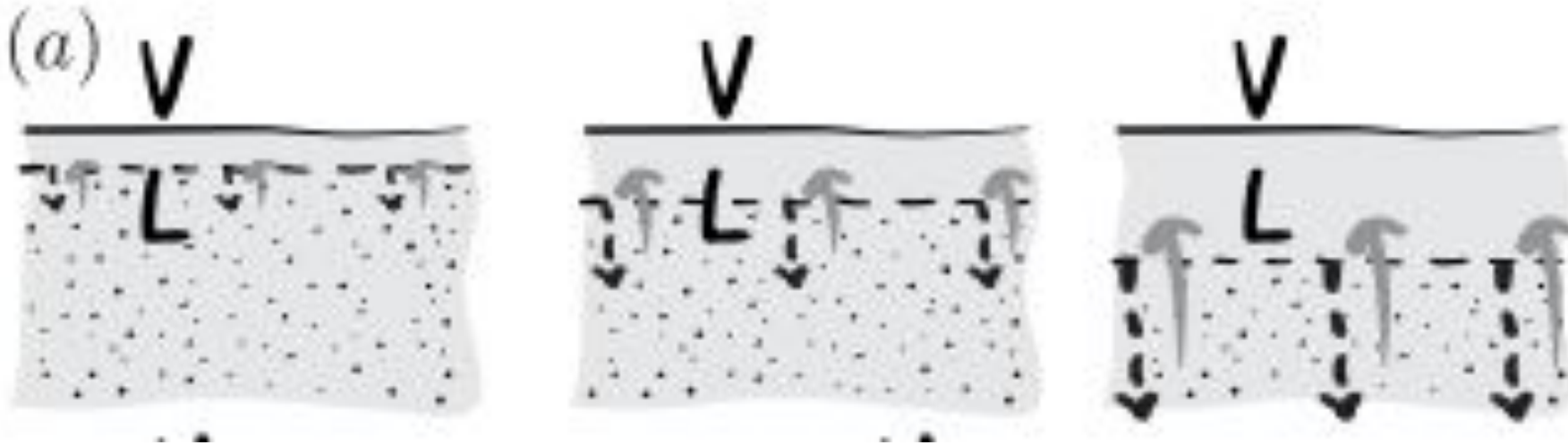
- Interface n'est pas nette: variation de la densité du milieu
- Taille sur laquelle il y a la variation est très petite

# Différences entre attractions attractives et répulsives



- Distance  $\sigma$  pour laquelle le potentiel est minimal
- $r < \sigma \Rightarrow$  force répulsive et  $r > \sigma \Rightarrow$  force attractive
- Interactions **répulsives** de courtes portées  $\Rightarrow$  interactions isotropes:
- Interactions **attractives** de longue portées  $\Rightarrow$  sensibles à la géométrie  $\Rightarrow$  anisotrope

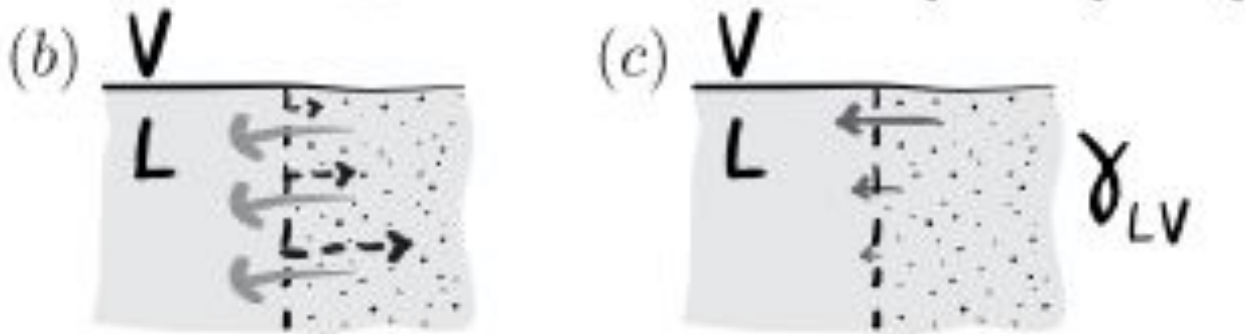
# Composante normale des forces près de l'interface



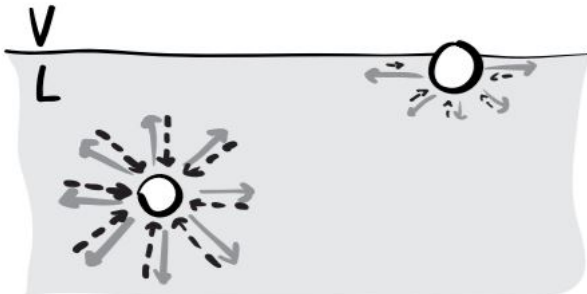
- Plus la couche intermédiaire est fine, moins il y a de molécules et plus la force **attractive** est faible
- Équilibre dynamique  $\Rightarrow$  force **répulsive** est égal et opposée à la force attractive
- Interactions répulsives dépend de la densité de molécules



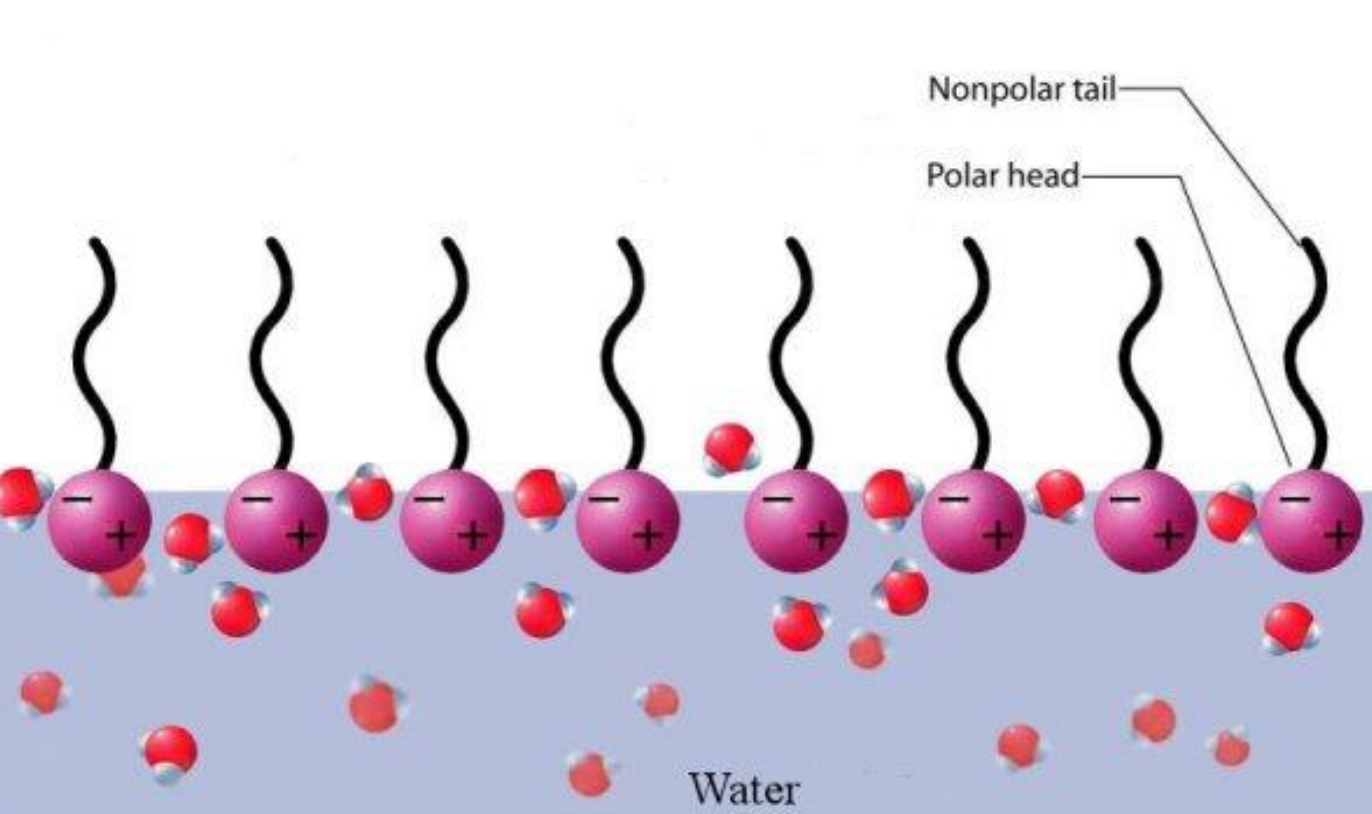
# Composante parallèle des forces près de l'interface



- Interactions répulsives normales diminuent à l'approche de l'interface + ce sont des interactions isotropes => interactions répulsives parallèles diminueront aussi à l'approche de l'interface
- Par contre, les interactions attractives parallèles ne dépendent que très peu de la distance à l'interface: nombre de molécules pouvant interagir avec une molécule est assez grand:
  - Interaction attractive parallèle est constante
- On aura donc une force parallèle résultante non-nulle



# Influence des surfactants



→ Adsorption aux interfaces les plus favorables énergétiquement

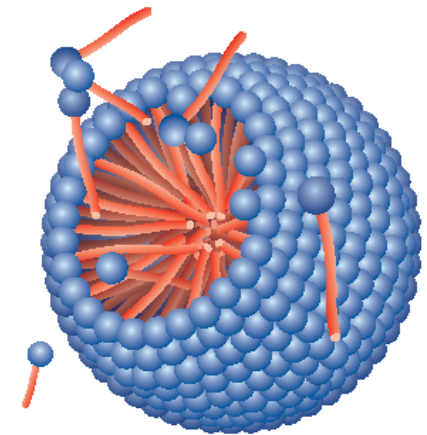


Figure 3: spherical micelle

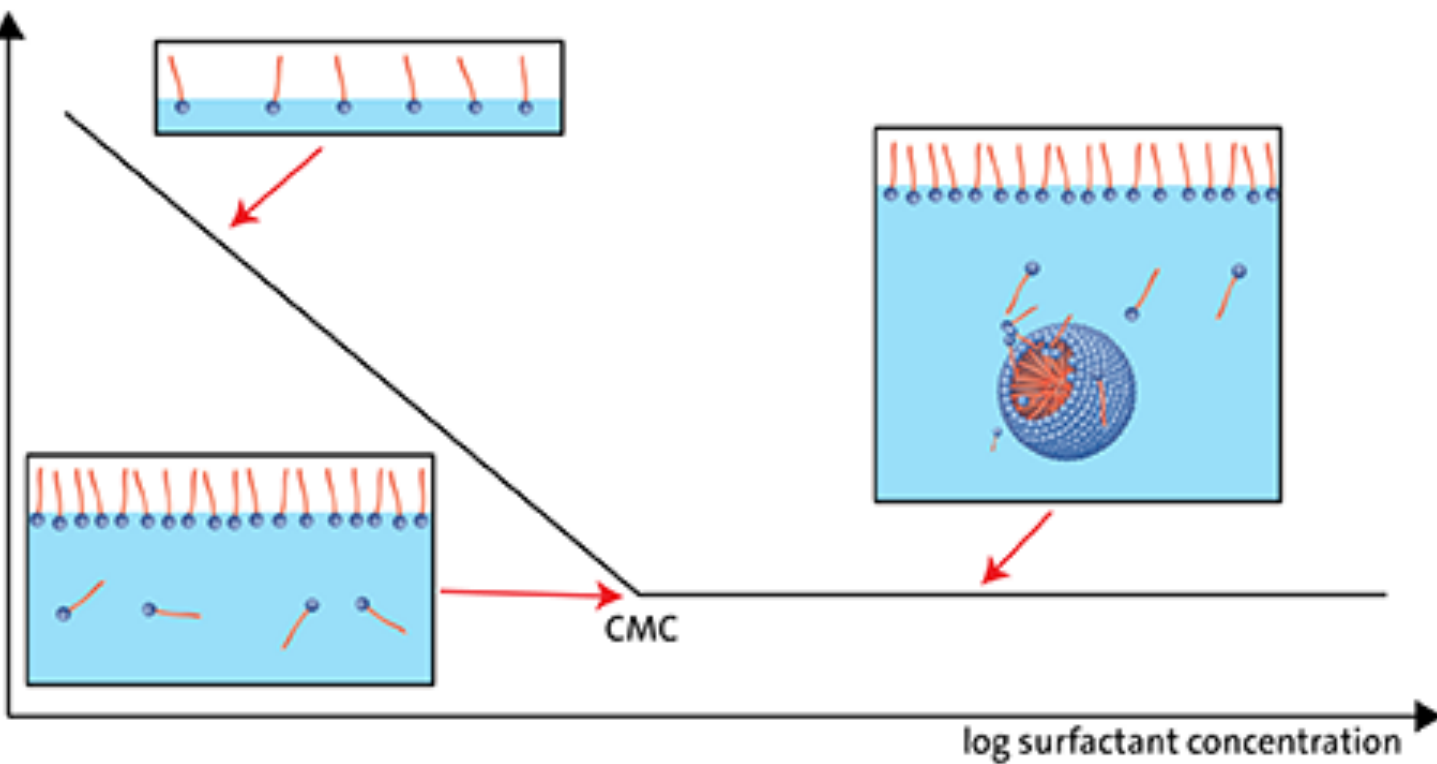


Figure 4: surface tension as a function of the surfactant concentration

Isotherme de Gibbs:

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

Equation de Langmuir

$$a_0\Gamma = \frac{K_{ad}c}{1+K_{ad}c}$$

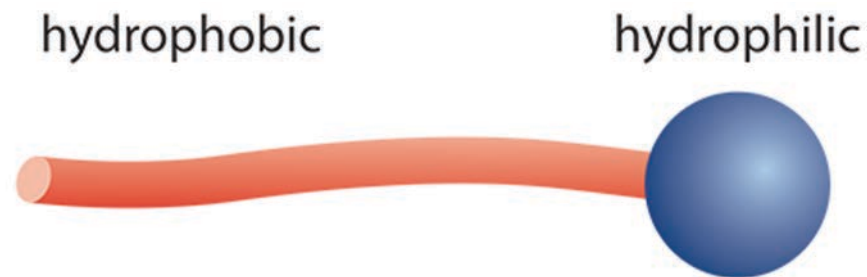


Figure 1: schematic structure of a surfactant

# Sources

- <https://arxiv.org/pdf/1211.3854.pdf>
- <http://www.dataphysics.de/2/start/understanding-interfaces/basics/surfactants-and-critical-micelle-concentration-cmc/>
- Soft Matter Science de Linda S. Hirst