

S08 – Propriétés des tensioactifs en solution

CMC – Comportement en solution – Pouvoir moussant – Solubilisation

En cosmétologie, un tensioactif ne se comporte pas de la même manière selon sa concentration en solution. Comprendre ce comportement est essentiel pour la **formulation**, l'**efficacité** et la **tolérance cutanée** des produits lavants. Cette séance prépare directement l'interprétation de graphiques à l'épreuve **E2**.

Objectifs de la séance

À l'issue de cette séance, vous serez capables de :

- expliquer le **comportement d'un tensioactif en solution aqueuse**,
- définir la **concentration micellaire critique (CMC)**,
- interpréter un **graphique expérimental de type CMC**,
- expliquer le **pouvoir moussant** et la **solubilisation** par les micelles,
- relier la CMC à des **conséquences pratiques en formulation**.

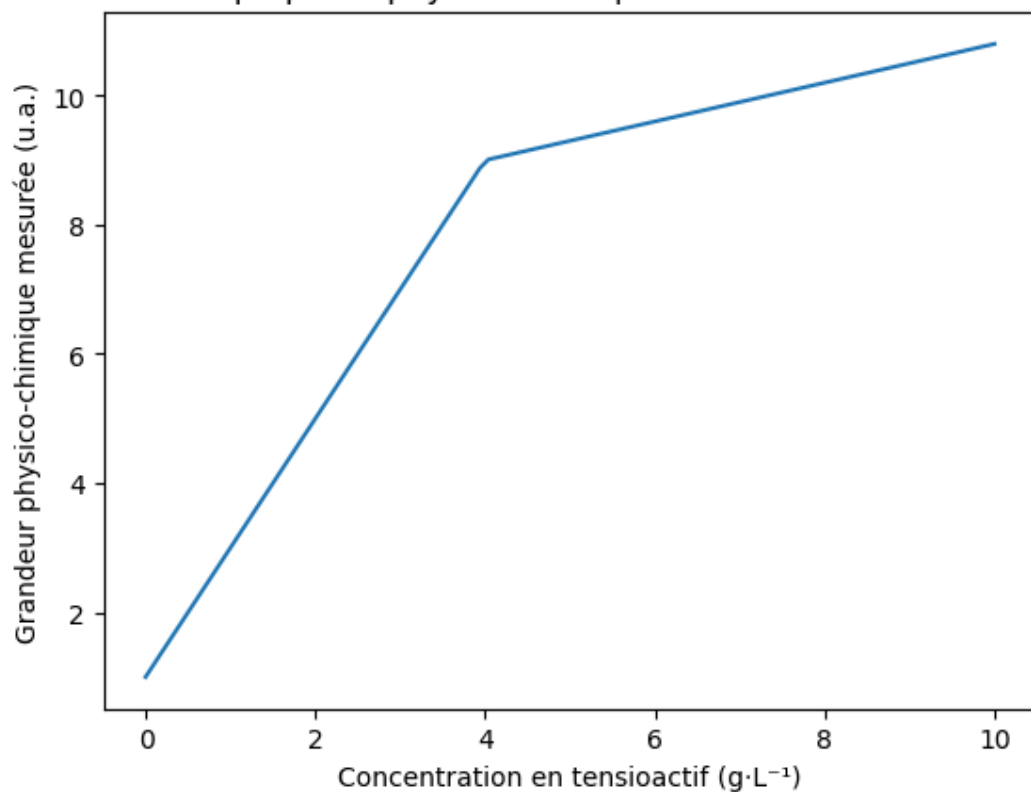
Situation professionnelle

Vous travaillez dans un **laboratoire cosmétique**. Lors du développement d'un gel douche, le formulateur doit choisir la **concentration optimale** en tensioactif. Trop peu : le produit ne lave pas. Trop : irritation cutanée. Votre mission : comprendre comment un tensioactif se comporte en solution pour **justifier scientifiquement** le choix de concentration.

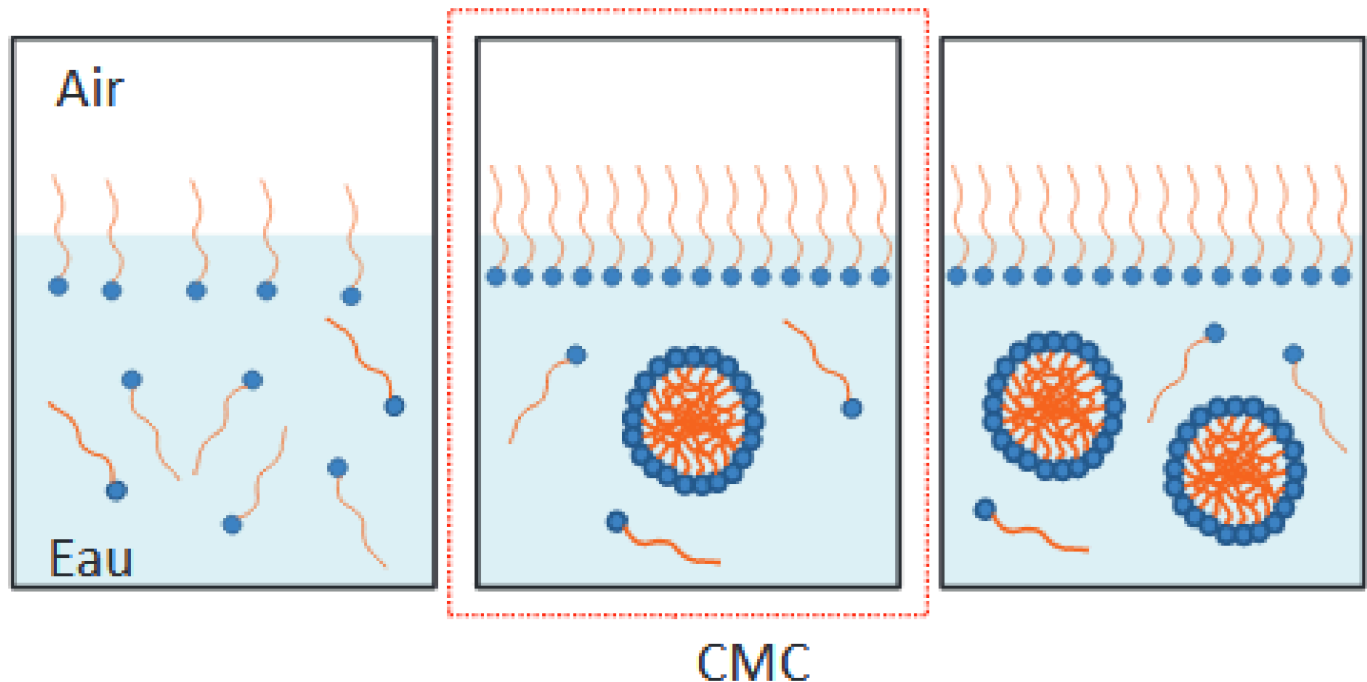
Documents supports

Document 1 – Graphique : conductivité en fonction de la concentration en tensioactif

Évolution d'une propriété physico-chimique en fonction de la concentration



Document 2 – Organisation moléculaire en solution



- À **faible concentration** : les molécules de tensioactif sont dispersées individuellement (monomères) et se placent aux interfaces eau/air.
- À partir de la **CMC** : les interfaces sont saturées, les molécules s'organisent en **micelles** dans le volume de la solution.

Document 3 – Propriétés des solutions de tensioactifs

Propriété	Sous la CMC	Au-dessus de la CMC
Organisation moléculaire	Monomères dispersés, interface	Micelles dans le volume
Tension superficielle	Diminue fortement	Se stabilise (plateau)
Conductivité (TA ioniques)	Augmente fortement	Augmente plus lentement
Pouvoir moussant	Faible	Maximal (mousse stable)
Pouvoir de solubilisation	Très faible	Élevé (piégeage dans les micelles)
Détergence (nettoyage)	Insuffisante	Efficace

Document 4 – CMC de quelques tensioactifs cosmétiques (25 °C)

Tensioactif	Famille	CMC (mmol/L)	CMC (g/L)
Sodium Lauryl Sulfate (SLS)	Anionique	8,2	2,4
Sodium Laureth Sulfate (SLES)	Anionique	1,0	0,4
Cocamidopropyl Betaine	Amphotère	0,04	0,01
Decyl Glucoside	Non ionique	2,2	0,7

TRONC COMMUN



Travail 1 – Lecture du graphique CMC (Document 1)

a) Décrivez l'évolution générale de la conductivité lorsque la concentration en tensioactif augmente :

b) Peut-on distinguer **plusieurs zones de comportement** sur le graphique ?

☐ Oui ☐ Non

Si oui, décrivez chaque zone :



Travail 2 – Identification de la CMC

a) Repérez sur le graphique la concentration à laquelle le comportement change. Valeur approximative :

b) Cette concentration correspond à :

- ☐ La concentration maximale autorisée
- ☐ La **concentration micellaire critique (CMC)**
- ☐ La concentration limite de solubilité

Justifiez :



Travail 3 – Organisation moléculaire (Document 2)

a) Expliquez ce qu'est une **micelle** :

b) Complétez :

Sous la CMC, les molécules de tensioactif sont principalement

Au-dessus de la CMC, les molécules s'organisent en

c) Pourquoi la conductivité augmente-t-elle **moins vite** après la CMC ? (Pour un TA ionique)



Travail 4 – CMC et propriétés (Document 3)

a) Complétez le tableau en indiquant si chaque propriété est **faible** ou **élevée** :

Propriété	Sous la CMC	Au-dessus de la CMC
Pouvoir moussant
Pouvoir de solubilisation
Détergence

b) Expliquez pourquoi le **pouvoir de solubilisation** augmente fortement au-dessus de la CMC :

Aide : pensez à la structure de la micelle (intérieur hydrophobe).

TD DIFFÉRENCIÉ – CMC et formulation cosmétique

Choisissez votre niveau :

★ **Niveau 1** – Guidé : questions décomposées avec aides

★★ **Niveau 2** – Standard : interprétation + raisonnement formulation

★★★ **Niveau 3** – Expert : comparaison de tensioactifs + argumentation E2

★ Niveau 1 – Guidé

a) Un formulateur prépare un gel douche avec du SLS. D'après le Document 4, la CMC du SLS est de g/L.

b) S'il utilise une concentration de **1 g/L** de SLS, sera-t-il au-dessus ou en dessous de la CMC ?

☐ Au-dessus ☐ En dessous

c) À cette concentration, le produit sera-t-il efficace pour laver ? Justifiez :

☐ Oui, car les micelles sont formées

☐ Non, car on est sous la CMC donc pas de micelles

d) S'il utilise **5 g/L** de SLS, sera-t-il au-dessus de la CMC ?

☐ Oui ☐ Non

e) Complétez :

Pour qu'un produit lavant soit efficace, la concentration en tensioactif doit être la CMC. Mais augmenter la concentration bien au-delà de la CMC n'améliore pas l'efficacité et risque d'augmenter l'..... cutanée.

★ ★ Niveau 2 – Standard

a) D'après le Document 4, comparez les CMC du SLS et du SLES. Lequel forme des micelles à plus faible concentration ?

b) Un formulateur hésite entre 3 g/L de SLS et 3 g/L de SLES pour un gel douche.

Pour chaque tensioactif à 3 g/L, indiquez :

- s'il est au-dessus ou en dessous de sa CMC,
- si le produit sera efficace,
- le niveau de tolérance cutanée attendu.

Tensioactif à 3 g/L	Rapport à la CMC	Efficacité	Tolérance
SLS (CMC = 2,4 g/L)
SLES (CMC = 0,4 g/L)

c) Un étudiant affirme : « *Plus on met de tensioactif, plus le produit est efficace.* »

Rédigez une réponse argumentée (4-5 lignes) montrant que cette affirmation est incorrecte, en vous appuyant sur la notion de CMC.

d) Expliquez en 2-3 lignes pourquoi un produit lavant doit contenir un tensioactif au-dessus de sa CMC pour **solubiliser** les corps gras.

☆☆☆ Niveau 3 – Expert

a) D'après le Document 4, classez les 4 tensioactifs par **CMC croissante** :

1. (CMC la plus basse)
2.
3.
4. (CMC la plus haute)

b) La Cocamidopropyl Betaine a une CMC extrêmement basse (0,01 g/L). Pourtant, on ne l'utilise jamais seule dans un gel douche. Proposez au moins **deux raisons** :

c) Situation E2 – Un laboratoire développe un shampoing pour **cuir chevelu sensible**. Les résultats d'un test de CMC montrent le graphique suivant pour le tensioactif choisi (Sodium Cocoyl Glutamate) :

Concentration (g/L)	0	0,5	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0	4,0	5,0
Conductivité ($\mu\text{S/cm}$)	0	85	170	240	280	295	305	320	330

Tracez mentalement la courbe. Estimez la CMC à partir de ces données :

CMC \approx g/L

Justification (décrivez le changement de pente) :

d) Le formulateur envisage une concentration finale de **8 g/L** dans le shampooing. Rédigez un **paragraphe argumenté (6-8 lignes)** pour le conseiller. Abordez :

- le rapport à la CMC,
- l'efficacité de détergence et de solubilisation,
- la tolérance cutanée pour un cuir chevelu sensible,
- une recommandation de concentration.

STRUCTURATION



Trace écrite – À compléter

Micelle :

Concentration micellaire critique (CMC) :

Propriétés au-dessus de la CMC (pouvoir moussant, solubilisation, détergence) :

Intérêt de la CMC en formulation cosmétique :

Pour la suite

La notion de CMC sera réinvestie dans le TP de conductimétrie (détermination expérimentale de la CMC) et dans les analyses de formulations.