

Atomes et
molécules

Chapitre 3

Forces intermoléculaires

(2^{ème} partie)

III - Température de changement d'état des corps purs

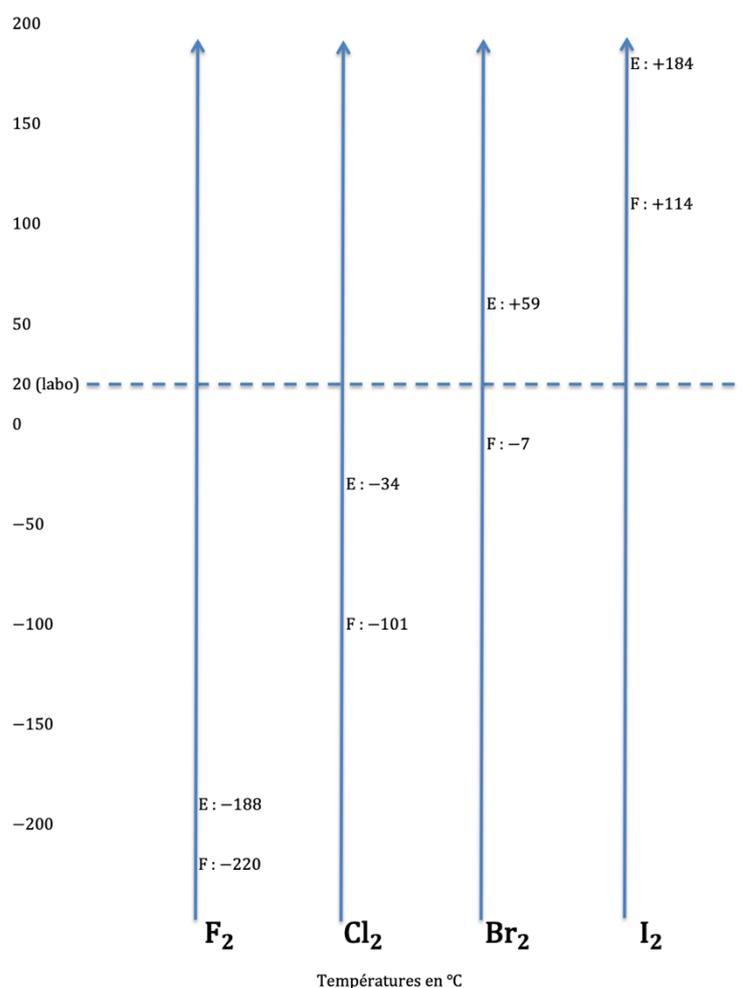
Dans ce paragraphe, on se demande comment on peut **relier** une **propriété macroscopique** mesurable telle la température de changement d'état (fusion ou ébullition) d'un corps pur moléculaire (à pression standard $p^\circ = 1$ bar par exemple) aux **propriétés microscopiques** des molécules constituant ce corps pur (polarité et polarisabilité, faculté ou non à réaliser des liaisons hydrogène).

Exercice-type :

« Interpréter l'évolution de la température d'ébullition des dihalogènes X_2 lorsqu'on parcourt les éléments halogènes par Z croissant » (quand on « descend » dans la colonne des halogènes)

Les valeurs sont rassemblées dans le document 15 :

Comment interpréter l'évolution observée ?



L'idée générale est la suivante :

« Plus les forces intermoléculaires sont intenses, plus il est difficile de séparer les molécules les unes des autres... et plus les températures de changement d'état sont élevées. »

La première étape est de donc de recenser les forces intermoléculaires qui peuvent s'établir, puis de discuter de leur intensité.

Réponse :

Autres exemples : correction de l'exercice 10, partie 1

N.B. Dans le cas e), on retiendra la possibilité d'établissement de liaisons hydrogène **intramoléculaires**.

IV - Molécules amphiphiles

IV.1 Définition, exemples

Les **molécules/ions amphiphiles** sont des molécules possédant :

- une partie : exerce avec l'eau des interactions très favorables

- une partie OU :

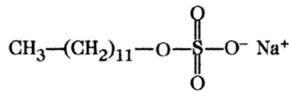
On peut les schématiser ainsi :

Exemples, document 16. Identifier les parties hydrophiles et hydrophobes (lipophiles) de ces molécules :

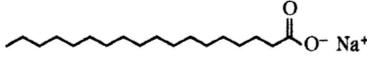
Notes :

- *Les molécules amphiphiles anioniques sont utilisés dans le domaine de la détergence : lessives, savons, cosmétiques ;*
- *Les zwitterioniques constituent les membranes cellulaires ;*
- *Les cationiques sont moins utilisées car plus nocives, mais peuvent servir pour leurs propriétés bactéricides ;*
- *Les non ioniques, plus chères, sont utilisés pour leur efficacité dans la stabilisation de certaines mousses, et pour leur caractère biodégradable.*

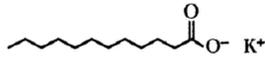
Anioniques



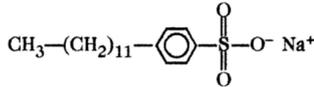
Sodium dodécyl sulfate (SDS)



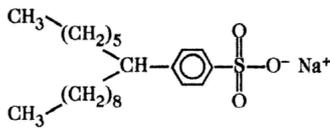
Stéarate de sodium



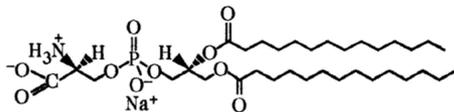
Laurate de potassium



Dodécylbenzène sulfonate de sodium

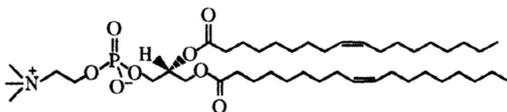


Hexadécylbenzène sulfonate de sodium



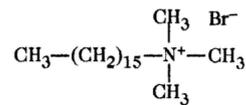
Dimyristoyl phosphatidylsérine (DMPS)

Zwitterioniques

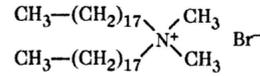


Dioleoyl phosphatidylcholine (DOPC)

Cationiques

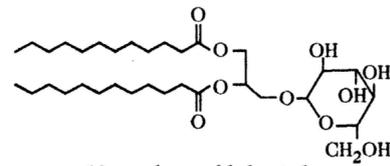
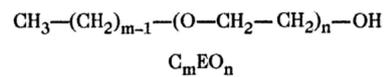


Bromure de cétyltriméthyl ammonium (CTAB)

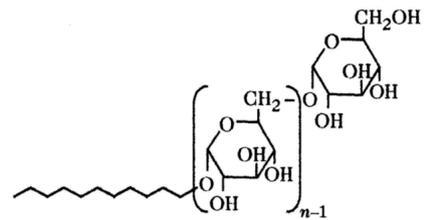


Bromure de dioctadécyl diméthylammonium (DODA)

Non ioniques



Monogalactosyldiglycérine



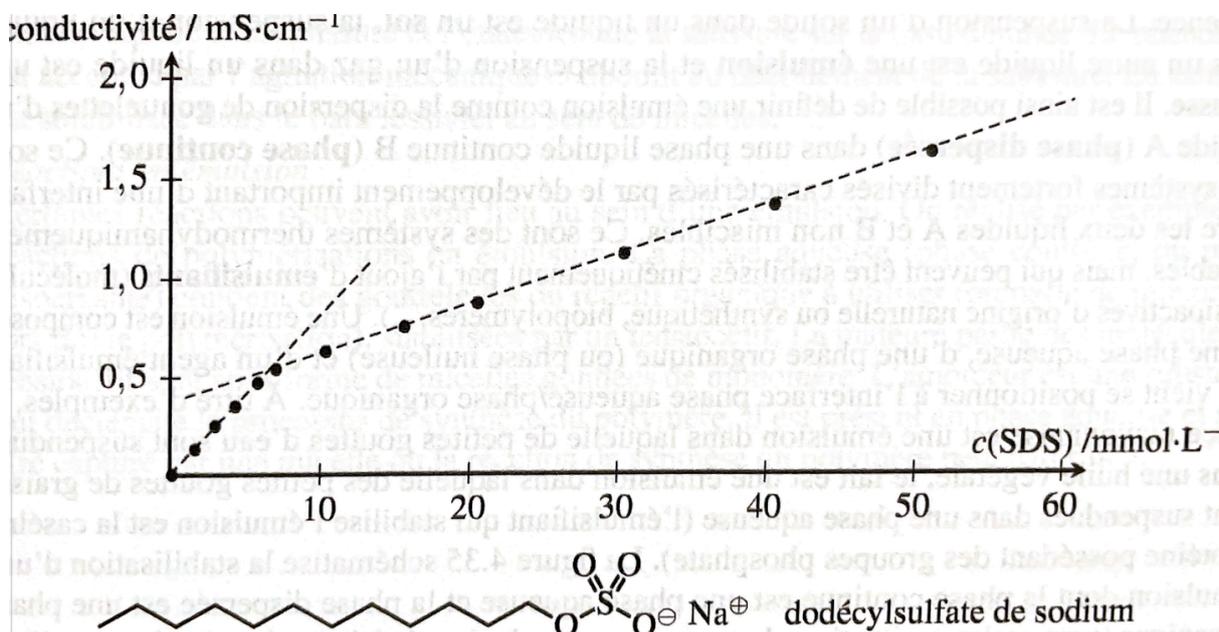
Laurylpolyglucoside
 $n = 1 \text{ à } 6$

IV.2 Mise en solution d'espèces amphiphiles, micelles

Expérience : on réalise (comme au TP1 avec NaHCO_3) des solutions aqueuses de SDS, et on mesure la conductivité de la solution obtenue.

En supposant que la dissolution se produit comme un solide ionique ordinaire, et que les concentrations sont assez faibles pour que la loi de Kohlrausch soit applicable, quelle courbe $\sigma = f(c)$ s'attend-on à obtenir ?

En réalité, la courbe expérimentalement obtenue est la suivante :



On observe une rupture de pente, le graphe révèle deux portions, que l'on interprète ainsi :

- première portion :

- deuxième portion (voir document 17 pour le schéma des micelles) :

La concentration à laquelle la rupture de pente se produit s'appelle la **concentration micellaire critique** (CMC).

Que représente-t-elle ?

Quelle est la valeur de la CMC du SDS ?

La valeur de la CMC dépend de chaque molécule amphiphile et est difficile à prévoir. On retiendra tout de même deux facteurs influant sur la CMC :

- la nature de la partie hydrophile :

Toutes choses égales par ailleurs, plus la partie hydrophile a d'affinité pour l'eau, plus la CMC est ...

- la nature de la partie hydrophobe :

Toutes choses égales par ailleurs, plus l'effet hydrophobe est marqué (par exemple, chaîne carbonée plus longue), plus la CMC est ...

IV.3 Principe de la détergence

On retiendra qualitativement l'intérêt des molécules amphiphiles dans la mise en solution d'une goutte d'huile (tache grasse sur un textile, sur les mains...) dans une eau de lavage.

Faire un schéma du processus du décollement et de la stabilisation de la gouttelette d'huile dans l'eau :

IV.4 Stabilisation des émulsions

* Émulsion non stabilisée :

Une émulsion est une dispersion de gouttelettes microscopiques (ordre de grandeur du micromètre de diamètre, voire beaucoup moins) d'une phase non miscible dans une autre (par exemple des gouttelettes d'huile dans l'eau).

Une émulsion n'est pas stable. Elle se produit lorsqu'on agite vigoureusement, ce qui produit une très grande surface de contact entre les deux phases. Faire schéma de ce qui se produit quand on agite une ampoule à décanter contenant un peu d'huile et de l'eau (TP5) :

L'émulsion ainsi obtenu est très instable, car il y a dans cet état une très grande surface de contact totale entre les phases.

Les molécules situées en surface d'une phase sont en effet dans une situation moins favorable énergétiquement que les molécules internes, car elles font moins d'interactions avec leurs congénères :

Remarque : L'énergie nécessaire pour créer 1 m^2 de surface est appelée la « tension de surface » du solvant.

Si on laisse reposer l'émulsion, les gouttelettes d'huile tendent à fusionner pour diminuer la surface de contact avec l'eau... Quand elles sont assez grosses, elles montent par gravité, c'est la décantation, et on revient progressivement à la situation initiale de l'ampoule.

* Émulsion stabilisée :

Les molécules amphiphiles ont la propriété (comme on l'a vu pour la détergence), de se positionner à la surface des gouttelettes d'huile.
Schématiser :

Ceci a pour effet de stabiliser la surface, la rendre moins défavorable énergétiquement. On dit que les molécules amphiphiles sont des **tensioactifs**, car elles modifient la tension de surface.

Outre cet effet thermodynamique, il y a également un effet cinétique (ralentissement de la coagulation des gouttelettes), ce qui fait que les émulsions « tiennent » plus longtemps.

En résumé, une émulsion, c'est :

1) une phase continue 2) une phase dispersée 3) un tensioactif (= une espèce amphiphile)

Application : du lait frais à la crème... et au beurre

IV.5 Membranes cellulaires

Voici le schéma d'une membrane cellulaire (source Wikipedia).

Identifier les molécules amphiphiles qui sont les constituants principaux de la membrane et expliquer le principe de la « bicouche » (voir aussi document 16).

