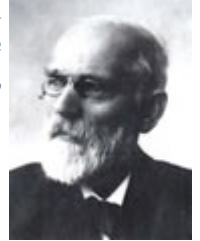


Partie 1 CH05 (James) Van der Waals & les agrégats

Physicien hollandais, 1837-1923

Le parcours du physicien hollandais van der Waals est assez atypique : d'abord instituteur, puis professeur dans l'enseignement secondaire, il fréquenta les cours de l'Université de Leyde pendant son temps libre sans avoir le droit de passer les examens, faute d'avoir suivi le cursus classique.



La loi changea en 1873 et c'est ainsi qu'il put soutenir sa thèse : « de la continuité des états liquides et gazeux », thèse remarquée par [James Clerk Maxwell](#) et qui se propagea dans les milieux scientifiques une fois traduite en allemand en français et en anglais. Prix Nobel en 1910, van der Waals fut l'un de ceux qui contribuèrent à la renommée de l'Université d'Amsterdam où il exerça toute sa vie, laissant même à sa retraite sa chaire de physique à son fils Johannes Diderik Junior !

Les travaux de van der Waals ont permis des progrès spectaculaires dans la compréhension des états de la matière.

Suivant des paramètres mesurables à notre échelle (volume, température, pression), un fluide peut exister sous forme liquide ou gazeuse... ou les deux à la fois. Les thermodynamiciens ont proposé de nombreuses « équations d'états » qui visent à relier ces paramètres. Celle élaborée par van der Waals contient deux innovations majeures qui permettent d'établir cette loi « macroscopique » à partir des propriétés des molécules elles-mêmes. Premièrement, les molécules ont un volume « incompressible » : il faut en tenir compte dans un modèle réaliste. Deuxièmement, elles établissent entre elles des liaisons (que la postérité nommera forces de van der Waals). Ces liaisons *inter*-moléculaires sont plus faibles que les liaisons chimiques à l'intérieur des molécules mais de leur intensité dépendra l'état d'un corps pour des conditions données. Prenons par exemple une série de petites molécules : H_2O , NH_3 , CH_4 . Dans les conditions de température et de pression usuelles sur Terre, l'eau existe sous forme liquide alors que l'ammoniac ou le méthane n'existent que sous forme gazeuse. C'est parce que l'interaction entre deux molécules d'eau est plus forte que celle entre deux molécules de méthane. D'autre part, lorsqu'on chauffe un liquide, on détruit ces liaisons et on permet aux molécules de la surface du liquide de s'échapper sous forme de vapeur. Ces liaisons existent même entre des atomes ou des molécules inertes (argon, hélium, di-azote...) mais elles sont extrêmement faibles. C'est pourquoi il faut descendre à des températures très basses (où l'agitation de la matière est très réduite) pour les obtenir sous forme liquide. En se basant sur les travaux de van der Waals, Dewar a été le premier à liquéfier l'azote en 1898 et [Kamerlingh Onnes](#) l'hélium en 1908.

LES FORCES DE [VAN DER WAALS](#)

Elles n'apparaissent que lorsque les atomes sont très proches. Elles proviennent de dipôles infinitésimaux produits dans les atomes par le mouvement des électrons autour de leur noyau chargé positivement.

Ces forces représentent donc l'attraction électrostatique entre le noyau d'un atome et les électrons

Questions :

1- Quels sont les trois états de la matière ?

- 2- Faire une description microscopique de ces trois états.
- 3- Comment appelle-t-on les liaisons chimiques au sein des molécules ?
- 4- Qu'appelle-t-on « liaison de Van der Waals » ?
- 5- Rappeler les conditions usuelles de température et de pression sur terre.
- 6- Donner la représentation de Lewis des trois molécules citées dans le texte.
- 7- Pourquoi l'eau existe-t-elle principalement sous forme liquide sur terre, alors que l'ammoniac et le méthane, dans les mêmes conditions, sont sous forme gazeuse ?

Quelle est l'influence de la température sur les liaisons de Van der Waals ?

Problème 2 (James) Van der Waals & les agrégats

- 1- Quels sont les trois états de la matière ? **solide- liquide - gazeux**
- 2- Faire une description microscopique de ces trois états.
solide : état ordonné de la matière
liquide : état désordonné
gazeux : état
- 3- Comment appelle-t-on les liaisons chimiques au sein des molécules ?
liaison covalente entre deux atomes
- 4- Qu'appelle-t-on « liaison de Van der Waals » ?
Ces forces représentent donc l'attraction électrostatique entre le noyau d'un atome et les électrons d'un autre atome.
Liaisons *inter*-moléculaires plus faibles que les liaisons, leur intensité dépendra l'état d'un corps.
- 5- Rappeler les conditions usuelles de température et de pression sur terre.
P = 1bar et T = 20°C
- 6- Donner la représentation de Lewis des trois molécules citées dans le texte.
- 7- Pourquoi l'eau existe-t-elle principalement sous forme liquide sur terre, alors que l'ammoniac et le méthane, dans les mêmes conditions, sont sous forme gazeuse ?
C'est parce que l'interaction entre deux molécules d'eau est plus forte que celle entre deux molécules de méthane.
- 8- Quelle est l'influence de la température sur les liaisons de Van der Waals ?
Lorsqu'on chauffe un liquide, on détruit ces liaisons.

Partie 2 CH 05 2 Dissolution et concentration (6 points)

Une solution de phosphate d'ammonium peut être versée comme produit ignifugeant sur les végétaux pour lutter contre les incendies de forêt.

La solution est obtenue par dissolution d'une masse $m_s = 6,5.10^4$ g de phosphate d'ammonium dans $V = 1000$ L.

Données : ion ammonium NH_4^+ ion phosphate PO_4^{3-}
 $M(\text{NH}_4^+) = 18 \text{ g.mol}^{-1}$ $M(\text{PO}_4^{3-}) = 95 \text{ g.mol}^{-1}$

- 1) Justifiez la formule du solide cristallin $(\text{NH}_4)_3\text{PO}_4$
- 2) Écrivez l'équation de dissolution du phosphate d'ammonium (n'oubliez pas les états physiques).
- 3) Exprimez et calculez la quantité de matière à dissoudre dans le volume V.
- 4) Exprimez et calculez la concentration molaire de la solution.
- 5) Complétez le tableau d'avancement ci-joint. En déduire la valeur de l'avancement maximal.
- 6) Donnez et justifiez les relations entre les concentrations en ions et celle en soluté.

Équation				
Quantité de matière				
E.I.	x =			
E.C.T.	x			
E.F.	$x_{\text{max}} =$			

Exercice 2. (6 pts)

D) électriquement neutre : 4 NH_4^+ et 1 PO_4^{3-} : 0 charge

B) $n((\text{NH}_4)_3\text{PO}_4) = \frac{m}{M} = \frac{6,5.10^4}{3.18 + 95} = 436 \text{ mol. } (= 4,4.10^2 \text{ mol})$

D4) $c = \frac{n}{V} = \frac{436}{1000} = 4,36.10^{-1} \text{ mol.L}^{-1} (= 4,4.10^{-1} \text{ mol.L}^{-1})$

D6) $[\text{NH}_4^+] = \frac{1309}{1000} = 1,309 \text{ mol.L}^{-1} (= 1,3 \text{ mol.L}^{-1})$

$[\text{PO}_4^{3-}] = \frac{436}{1000} = 0,436 \text{ mol.L}^{-1}$

Équation		$(\text{NH}_4)_3\text{PO}_4 \rightarrow 3 \text{NH}_4^+ + \text{PO}_4^{3-}$		
Quantité de matière				
E.I.	x =	436	0	0
E.C.T.	x	436 - x	3x	x
E.F.	$x_{\text{max}} =$	0	1309	436

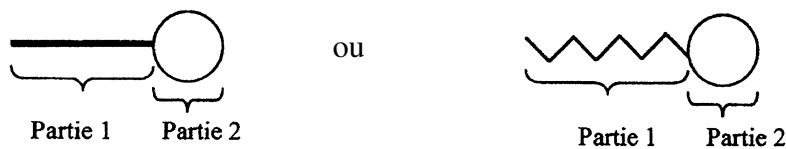
Parties 3 et 4 CH 05: UTILISONS LE BEURRE POUR DISSOUDRE UNE TACHE DE GRAISSE

À travers les quatre parties abordées, nous allons essayer de comprendre les étapes de fabrication d'un savon à partir d'un morceau de beurre, dans le but de dissoudre une tache de graisse à la surface d'un tissu.

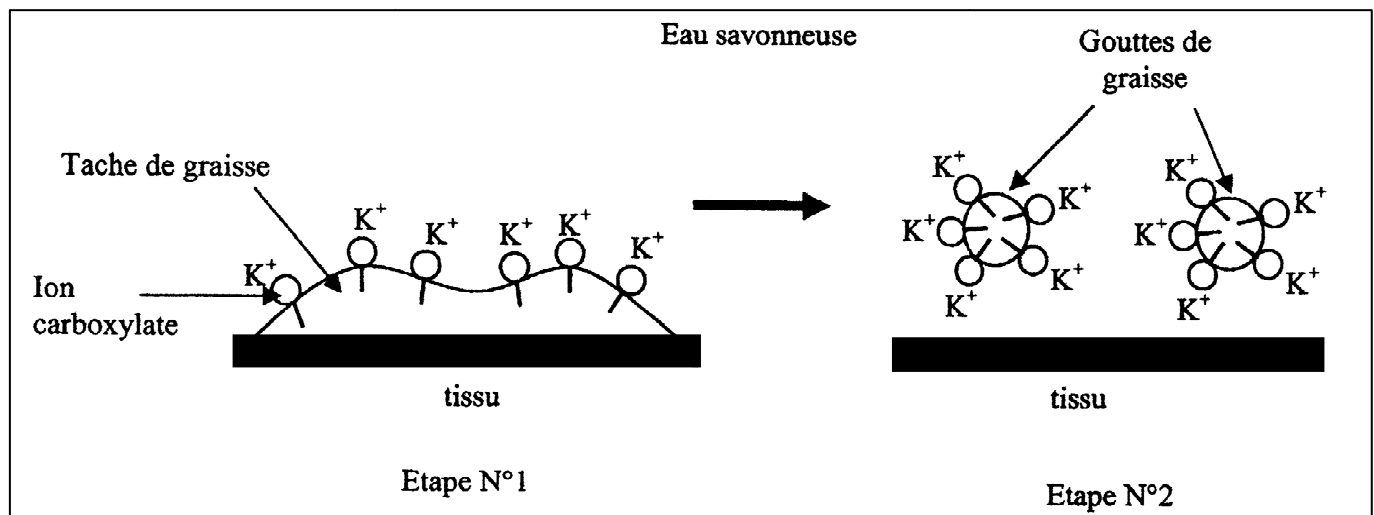
Utilisation du savon fabriqué pour dissoudre une tache de graisse.

Après élimination de l'excès de potasse, on souhaite étudier les qualités détergentes du savon sur une tache de graisse.

Le savon est composé d'ions carboxylates qui peuvent être modélisés des deux façons suivantes:



Le schéma ci-dessous représente une tache de graisse à la surface d'un tissu plongé dans l'eau savonneuse (étape N°1) et sa dislocation par action du savon synthétisé précédemment (étape N°2).

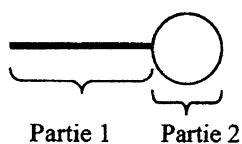


Les ions carboxylates modélisés ont été représentés, correctement orientés par rapport à l'eau et à la graisse, sur chacune des étapes N°1 et N°2.

4. En vous aidant du schéma précédent, identifier la composition et la propriété de chacune des deux parties de l'ion carboxylate modélisé.

Corrigé : « Utilisons le beurre pour dissoudre une tache de graisse »

4.



Partie 1 : chaîne carbonée (R -) lipophile et hydrophobe, elle s'accroche à la graisse et évite l'eau.
Partie 2 (- COO⁻) : lipophile et hydrophile, elle évite la graisse et reste dans l'eau.

Exercice 1 Fabrication et propriétés d'un savon

I. La fabrication du savon

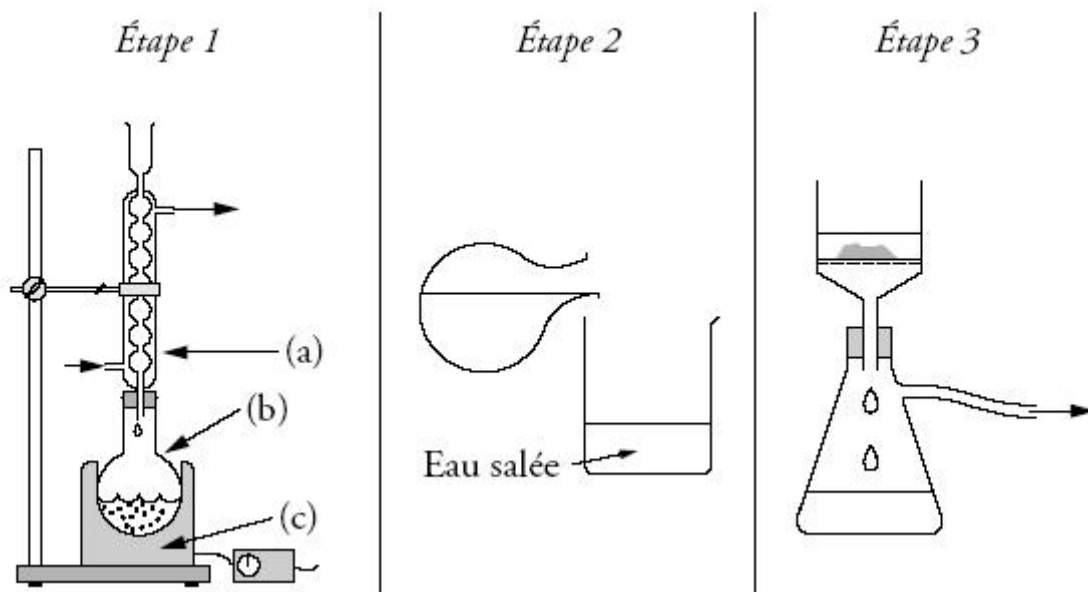
La fabrication du savon est l'une des plus anciennes utilisations des corps gras. Jusqu'au milieu du XX^e siècle, elle se réalisait dans des chaudrons, en milieu aqueux. L'opération était longue et fastidieuse. En travaux pratiques, on la réalise plus rapidement, en solution alcoolique, selon les mêmes étapes.

Étape 1 : on chauffe pendant trente minutes un mélange de :

- $2,0 \cdot 10^{-2}$ mol d'huile de soja (essentiellement constituée d'oléine),
- $5,0 \cdot 10^{-2}$ mol d'hydroxyde de sodium (soude),
- 2 mL d'éthanol,
- quelques grains de pierre ponce.

Étape 2 : on laisse refroidir le mélange quelques minutes puis on le transvase dans un becher contenant une solution aqueuse concentrée de chlorure de sodium.

Étape 3 : le précipité obtenu est filtré, rincé à l'eau salée, séché puis pesé. La masse expérimentale obtenue est $m_{\text{exp}} = 10,5$ g.



Données :

- Formule de l'oléine :
$$\begin{array}{c} \text{C}_{17}\text{H}_{33} - \text{CO} - \text{O} - \text{CH}_2 \\ | \\ \text{C}_{17}\text{H}_{33} - \text{CO} - \text{O} - \text{CH} \\ | \\ \text{C}_{17}\text{H}_{33} - \text{CO} - \text{O} - \text{CH}_2 \end{array}$$

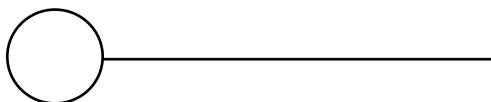
Réactif	Oléine	Hydroxyde de sodium (soude)	Savon
Solubilité dans l'eau	insoluble	soluble	soluble
Solubilité dans l'éthanol	soluble	soluble	
Solubilité dans l'eau salée	insoluble	soluble	peu soluble
Masse molaire moléculaire (g.mol⁻¹)	884	40	304

1. A propos du mode opératoire

- Préciser le nom de l'opération réalisée aux étapes 1 et 3.
- Justifier, en vous aidant du tableau des solubilités, l'emploi de l'eau salée dans l'étape 2.
- Nommer les éléments (a), (b), (c), du montage utilisé dans l'étape 1.
Quel est le rôle de l'élément (a) ?

II. Les propriétés du savon

L'ion carboxylate du savon peut être schématisé ainsi :



La partie rectiligne représente la chaîne carbonée, la partie circulaire le groupe carboxylate.

- Identifier la partie hydrophile et la partie hydrophobe. Justifier la solubilité du savon dans l'eau.
- L'eau savonneuse a un pH supérieur à 7 du fait des propriétés basiques de l'ion carboxylate. Écrire l'équation de la réaction entre l'ion carboxylate et l'eau en précisant les couples acido-basiques qui interviennent.

Correction Exercice 1. Fabrication et propriétés d'un savon

I. La fabrication du savon

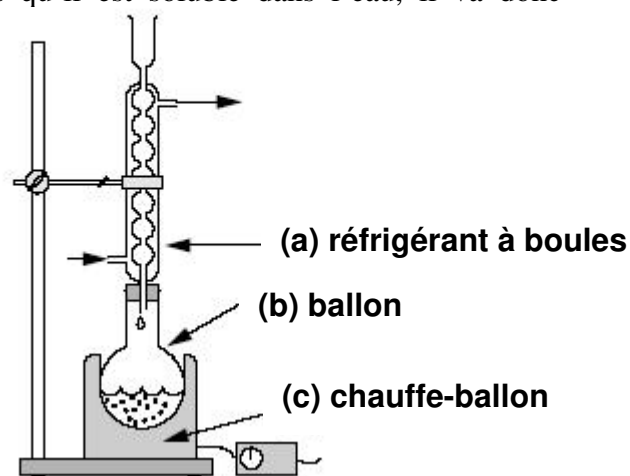
1. A propos du mode opératoire

I.1.a. L'étape 1 est un **chauffage à reflux** et l'étape 3 une **filtration sous vide** (filtration sur Büchner).

I.1.b. Le savon est peu soluble dans l'eau salée, alors qu'il est soluble dans l'eau, il va donc précipiter.

I.1.c.

Le réfrigérant à boules (a) évite que des réactifs ou des produits une fois à l'état gazeux, en raison de la chaleur, ne partent dans le laboratoire. Ils sont condensés, sous l'effet de l'eau froide, passent à l'état liquide et restent ainsi dans le milieu réactionnel.



II. Les propriétés du savon

II.1.

L'anion carboxylate possède une partie hydrophile qui va lui permettre de se solubiliser dans l'eau, en formant des micelles.

