

CHAPITRE 7 : COHÉSION DE LA MATIÈRE. LIAISONS DE FAIBLE ÉNERGIE. MATÉRIAUX.

Pré-requis de cours :

Interactions (forces) intermoléculaires : dipolaires (Van der Waals : Keesom, Debye, London), liaison hydrogène ; interactions ions-dipôles et ions-ions.

Les trois états principaux de la matière. Noms des changements d'état. Relation entre température de changement d'état et forces de cohésion des états condensés.

Les différents types de liaison dans l'état solide et les différents types de solides.

Facteurs influençant la solubilité d'une espèce dans un solvant ; solvants polaires, solvants protiques.

Catégories et quelques propriétés de matériaux inorganiques ou organiques.

1. CHANGEMENTS D'ÉTAT DES DIHALOGÈNES

Les halogènes ont pour corps simple des molécules diatomiques (dihalogènes X_2 : difluor, dichlore, dibrome, diiode) dont les températures de changement d'état sont très différentes suivant l'halogène.

Molécule de dihalogène X_2	F_2	Cl_2	Br_2	I_2
Masse molaire M (g.mol ⁻¹)	38,0	70,9	159,8	253,8
T_{fus} (°C)	-219,7	-101,5	-7,2	113,7
$T_{éb}$ (°C)	-188,1	-34	58,8	184,4

1. Ces molécules possèdent-elles un moment dipolaire ?
2. Quel est l'état physique (phase) de chacun des dihalogènes à la température ambiante (25°C) ?
3. Tracer sur un même graphe T_{fus} et $T_{éb}$ en fonction de la masse molaire M. Décrire la tendance globale d'évolution des températures de changement d'état dans cette famille.
4. Quel type d'interaction, présente dans les phases condensées (solide et liquide) des dihalogènes, justifie cette évolution et pourquoi ? Existe-t-il d'autres types d'interactions ?

2. COURBE DE FUSION DU DIOXYDE DE CARBONE ET DE L'EAU

On donne ci-dessous le diagramme d'état (ou de phases) du dioxyde de carbone CO_2 et de l'eau H_2O .

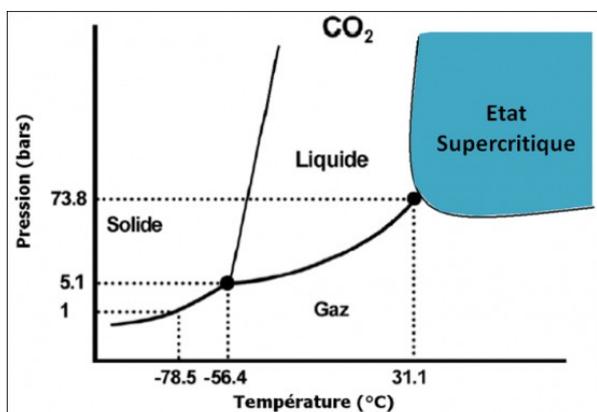


Diagramme d'état du dioxyde de carbone.

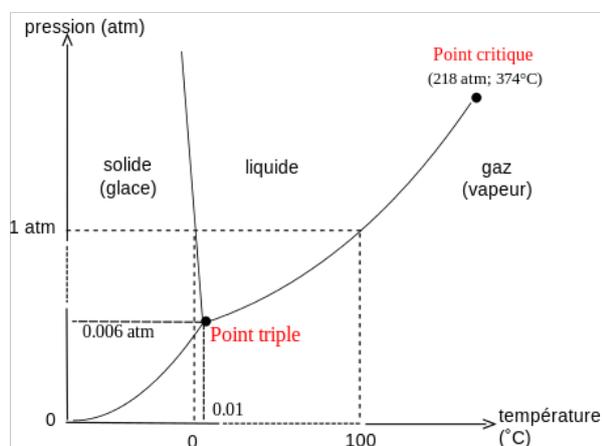


Diagramme d'état de l'eau.

1. Représenter la structure de Lewis et la géométrie VSEPR du dioxyde de carbone et de l'eau.
2. Nommer les courbes diphasées. Quel est le signe de la pente de la courbe de fusion de chacun ?
3. La pente de la courbe de fusion est donnée par l'équation de Clausius-Clapeyron :

$$\frac{dp}{dT} = \frac{L}{T(\Delta V)}$$

où L est la chaleur latente de fusion, T la température de fusion sous la pression considérée P et $\Delta V = V^*_l - V^*_s$, où V^*_l et V^*_s sont les volumes molaires de la phase liquide et de la phase solide respectivement.

Que peut-on déduire des pentes des courbes et de cette relation au sujet des volumes molaires des phases solide et liquide de chaque molécule (CO_2 et H_2O respectivement) ?

1. Quelles interactions permettent d'expliquer l'anomalie concernant le volume molaire de la glace ?
2. (Facultatif) Chercher sur le web la structure cristalline de la glace pour confirmer votre réponse.

3. MISCIBILITÉ DE SOLVANTS AVEC L'EAU

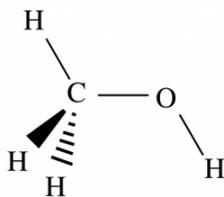
Très utilisée au laboratoire et dans l'industrie, la chromatographie en phase liquide à haute pression et haute performance (HPLC : *High Pressure Liquid Chromatography*) est une technique de séparation et d'analyse de constituants dissous dans un solvant ou un mélange de solvants miscibles. Elle sert par exemple à l'analyse des vins (sucres, polyphénols, détection de substances frauduleuses...) ou de polluants.

La chromatographie en phase liquide repose sur la migration différentielle plus ou moins rapide dans une colonne - la « phase stationnaire » - des constituants dissous entraînés par le solvant (éluant), nommé « phase mobile ». Cette migration différentielle est basée sur la différence de polarité et donc d'adsorption des constituants sur la phase fixe. Le choix du solvant ou du mélange de solvants dépend de la polarité souhaitée pour la phase mobile, compte-tenu des espèces chimiques analysées. On utilise souvent un mélange entre l'eau et un ou deux autres solvants. *Pour cela il faut qu'ils soient miscibles à l'eau.*

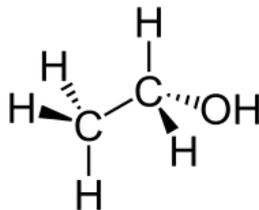
On rappelle le moment dipolaire de l'eau : $\mu = 1,85 \text{ D}$.

Parmi les solvants suivants utilisés en HPLC, indiquez lesquels sont miscibles avec l'eau, en justifiant par la nature des interactions.

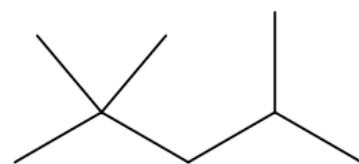
méthanol ($\mu = 1,70 \text{ D}$)



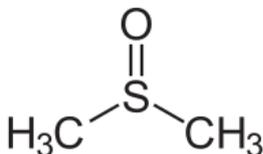
éthanol ($\mu = 1,66 \text{ D}$)



isooctane



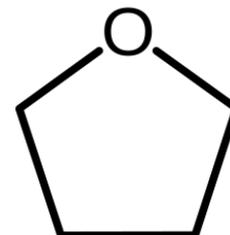
DMSO ($\mu = 4,06 \text{ D}$)



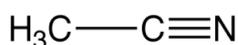
cyclohexane



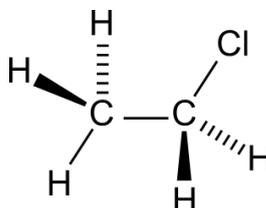
THF



acétonitrile ($\mu = 3,92 \text{ D}$)



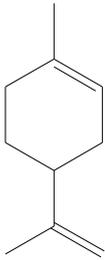
chloroéthane ($\mu = 2,06 \text{ D}$)



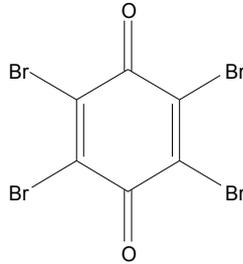
4. SOLUBILITÉ

1. On considère les 2 solvants suivants : l'acétonitrile (CH_3CN , $\mu = 3,9 \text{ D}$) et le tétrachlorure de carbone (CCl_4 , $\mu = 0 \text{ D}$), solvants très utilisés en chimie organique par exemple.

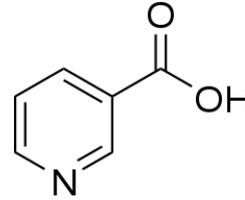
Pour les trois molécules ci-dessous : compléter leur structure de Lewis et évaluer qualitativement leur moment dipolaire afin de choisir le solvant les plus adapté pour les solubiliser.



Limonène (molécule odorante des agrumes)

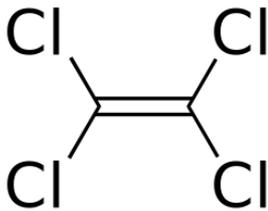


Bromanil

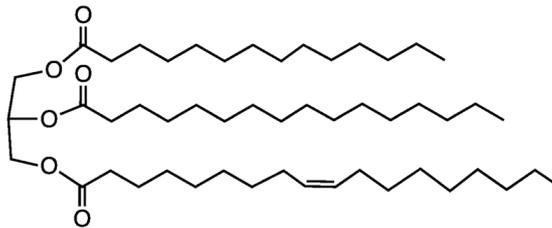


Acide nicotinique (niacine, constituant de la vitamine B3)

2. Expliquer pourquoi le tétrachloroéthylène, aussi nommé perchloroéthylène, de formule C_2Cl_4 est un bon dégraissant, permettant entre autres de nettoyer les taches grasses. Il s'agit d'un solvant de « nettoyage à sec » utilisé par les professionnels des pressings, mais cancérigène probable chez l'homme (figure sur la [liste des cancérigènes du groupe 2A du CIRC](#)) et écotoxique, donc en passe d'être remplacé par d'autres solvants.



Tétrachloroéthylène (perchloroéthylène)



Les corps gras sont constitués en général de triglycérides (esters d'acides gras, qui sont des acides carboxyliques à longue chaîne carbonée) : ici, un triglycéride du beurre.