

# LC2 : Interactions entre entités chimiques et applications

**Element imposé :** Température de changement d'état

**Niveau :** L1 (PCSI) Bcp de prérequis au lycée et utile par la suite

**Prérequis :**

- Géométrie des molécules VSEPR (lycée)
- Electronégativité
- Somme de vecteurs
- modèle des gaz parfaits
- Lien agitation thermique et énergie

**Difficultés :**

- Faire la distinction entre les différents types d'interaction présentés et connaître leur ordre de grandeur

**Séquence pédagogique**

- TD Calcul de moments dipolaires à partir de la géométrie d'une molécule. Détermination d'angles de liaisons à partir du moment dipolaire
- TP Choix de l'éluant pour une CCM Choix du solvant pour une extraction liquide-liquide

Objecifs : Déterminer l'existence de liaisons non covalentes qui peuvent expliquer les changements d'état et la solubilité. Les élèves doivent être capables de prévoir les caractéristiques des espèces à l'aide des interactions faibles qu'elles pourraient former

## Introduction

On connaît le modèle des gaz parfait qui décrit bien les gaz à basse pression mais si on refroidit suffisamment un gaz, liquide pas expliquer par GP : les atomes ne sont pas liés que par des liaisons covalentes mais liaisons faibles responsables de la cohésion dans une phase.

## 1 Les interactions inter-moléculaires

De nature électrostatique (noyau + et nuage élec -) donc on modélise les molécules par des dipôles.

### 1.1 Interactions de VdW

Découvertes en 1873 par Johannes VdW PN de chimie 1910.

Trois forces : K,D, L qui d'additionnent entre elles énergie en  $1/r^6$   $\delta qH-F-\delta q$  distance a et le moment dipolaire  $\mu = \delta qa$  exprimé en C m ou Debye avec  $1D = 3,33 \times 10^{-30} C m$

H<sub>2</sub>O a un moment dipolaire alors que CO<sub>2</sub> non car géométrie

#### 1.1.1 Effet Keesom

Interactions entre dipôles permanents. les moments dipolaires s'alignent pour minimiser les répulsions : effet d'organisation qui fait que les molécules sont comme liées par la liaison Keesom de 0.5 à 3 kJ mol<sup>-1</sup>

### 1.1.2 Effet Debye

Interaction entre dipôle permanent et dipôle induit.

Polarisabilité : capacité du nuage électronique d'une molécule à se déformer

Plus un nuage électronique est grand, plus il est polarisable.

Le dipôle permanent déforme le nuage électronique de la deuxième molécule et ils s'alignent. Liaison Debye : 0.02 à 0.5 kJ mol<sup>-1</sup>

### 1.1.3 Effet London

Interaction dipôle instantané - dipôle induit.

Pas de moment dipolaire permanent mais les électrons ne sont pas fixes donc on a des dipôles instantanés qui peuvent interagir avec des molécules sans dipôles.

Non négligeable, interaction de VdW la plus forte 0.5 à 30 kJ mol<sup>-1</sup>.

Les interactions de VsW sont tjrs présentes et s'additionnent. Tableau récapitulatif et sur l'eau, très polaire et très peu polarisable, on a K » L mais une des rares exceptions

## 1.2 La liaison Hydrogène

A-H|||B (N, O, F) pour B car suffisamment petit pour s'approcher et A électro-négatif. Linéaire et représente quelques dizaines de kJ mol<sup>-1</sup>.

La proticité qualifie la capacité d'une molécule à former des liaisons hydrogène.

Interactions très présentes dans les molécules et on des effets organisationnels donc conséquences macro.

## 2 Conséquences macroscopiques

### 2.1 La température de changement d'état des corps pur

Corps pur est une espèce seule dans sa phase et ses T° de cht d'état peuvent être expliquées par ces liaisons. Schématiquement : très liées entre elles = solide puis liquide puis gazeux. On applique une agitation thermique suffisante pour les casser.

Ex : halogènes : dans les CNTP, F<sub>2</sub>, Cl<sub>2</sub> gazeux et Br<sub>2</sub> liq I<sub>2</sub> solide car plus gros donc plus de London. De même, même ordre pour les alcanes linéaires.

Trois singularités dans l'évolution des T de changement d'état pour les H<sub>n</sub>X : NH<sub>3</sub>, H<sub>2</sub>O, HF. T<sub>fus</sub> plus élevée expliqué par la formation de liaisons H plus forte que vdW

### 2.2 La solubilité des composés

Interactions favorables C-S > C-C Qui se ressemble s'assemble (ionique soluble en solvant polaire et peu en protique... Tableau projeté)

Polaire protique dans polaire protique

## 3 Conclusion

Les interactions électrostatiques entre molécules, faibles, organisent les molécules dans l'espace. Très utiles dans de nombreux domaines (double hélice de l'ADN) Liaisons faibles sont suffisamment fortes pour maintenir la structure mais suffisamment faibles pour être cassé par les enzymes.

## Questions

- Interactions entre acides gras dans les membranes plasmiques (L du côté apolaire) et H, K, D du côté acide. Dans l'eau, on forme des micelles. En milieu bio, acides gras sous forme de triglycérides et si tout seul
- conséquence macro des liaisons sur un truc visible à l'oeil nu (organisation des protéines)? Cheveux bouclés.
- Système bio qui nécessite des interactions faibles pour fonctionner correctement? Système de reconnaissance des enzymes, en particulier, formation de protéines.

- citer quelques chaînes latérales d'AA ? alcanes, aromatiques, alcools, amines, acides carboxyliques, soufre. Par quelles interactions peuvent-elles être reconnues par l'enzyme ? Charge, liaison H, L le soufre fait des liaisons avec les métaux et les autres soufres. Aromatiques interagissent par pi-stacking.
- Comment marche le pi-stacking ? Interactions entre les  $\sigma$  et les  $\pi$  et les molécules sont orthogonales ! pas de couches.
- qu'est-ce qu'un effet ? Interaction donne organisation donc effet = organisation. En général, effet est une conséquence macro mais plutôt active (photo électrique).
- VSEPR en quelle classe ? 1ere Lewis et Tale Géométrie.
- NaCl Keesom ? Liaison ionique de force plus que covalente. quelle est la différence avec HF ? Charges entières dans NaCl et pas dans Hf : charge partielle. Car les électrons sont mis en commun dans la liaison.
- Interaction de London plus forte que les autres ? Effet statistique. Energie suffisante pour rompre l'interaction.
- On peut changer la pression également pour évaporer : rotavap
- Pourquoi le mercure est-il liquide ? Quel est l'effet contradictoire ? moins d'interactions
- Influence de la liaison H sur la température de fusion de la molécule ? acide paraphénoxybenzylique et ortho Liaison intra bloque les liaisons intermoléculaires.
- Comment on mesure un moment dipolaire ? Géométrie de molécule ? par DRX ou modélisation
- TP : extraction de la chlorophylle et beta-carotène (polaire et apolaire donc il faut différents éluants)
- chromatographie : silice (acide), alumine, cellulose Sur une silice acide, on place une goutte de triamine. Comment vérifier que le produit ne s'est pas dégradé sur la plaque ? CCM 2D On regarde si elles se redécomposent.

Retours : faire bien le point sur charge partielles non egal à charge totale.

Modèle du GP physique mais transition de phase c'est déjà de la chimie.

Ecriture au tableau, matière plutôt que schéma. Rester sur des trucs rédigés. Polarité pas dans les prérequis, expliquer un peu plus et changer le titre : Effet de polarité - interaction Keesom.

I : microscopique 1 : polaire 2 : moment dipolaire induit 3 : proticité

Keesom plafonné par les différences de charge London non plafonné, dépend de la taille. Préciser qu'elles ne dépendent pas de T

Ne pas dire interaction faible (physique) mercure : effet relativiste. sur la couche 6s, l'accélération est si forte que les distances sont contractées dues à la dilatation du temps donc moins de recouvrement sur la 6s et Hg ressemble aux gaz rares.

pi-stacking : ne pas en parler, plutôt imbriquement.

Repasser les vêtements pour refaire les liaisons H entre les molécules de cellulose