

Liaisons chimiques

Niveau : Lycée

Prérequis : électronégativité, représentation de Lewis, spectroscopie

Introduction

La cohésion de la matière est assurée par des liaisons chimiques. Elles sont à l'origine des propriétés physico-chimiques. Une liaison chimique se définit comme une interaction entre atomes ou groupes d'atomes qui conduit à la formation d'une entité moléculaire stable et indépendante. On définit également l'énergie de liaison, qui est l'énergie qu'il faut fournir à une mole pour briser la liaison. On va distinguer différents types de liaisons selon cette énergie.

I Les liaisons fortes

Les liaisons fortes sont des liaisons intramoléculaires d'énergie comprise entre 100 et 1000 kJ.mol⁻¹. L'énergie de liaison dépend de la position d'un atome dans le tableau périodique, et donc de son électronégativité. D'un point de vue chimique, seule la dernière couche intervient dans les liaisons. Les gaz nobles ont une couche externe pleine, ils sont donc très stables et n'ont pas besoin de former de liaison avec d'autres atomes. Pour être stables, les autres atomes doivent satisfaire à la règle du duet ou à la règle de l'octet, afin d'avoir la même configuration que le gaz noble le plus proche.

La règle du duet concerne les premiers éléments du tableau périodique (hydrogène, lithium...) : ces éléments tendent à se combiner de manière à avoir 2 électrons dans leur couche de valence. La règle de l'octet concerne les atomes pour lesquels $Z > 4$: ces éléments tendent à se combiner de manière à avoir 8 électrons dans leur couche de valence.

1) Liaisons covalentes

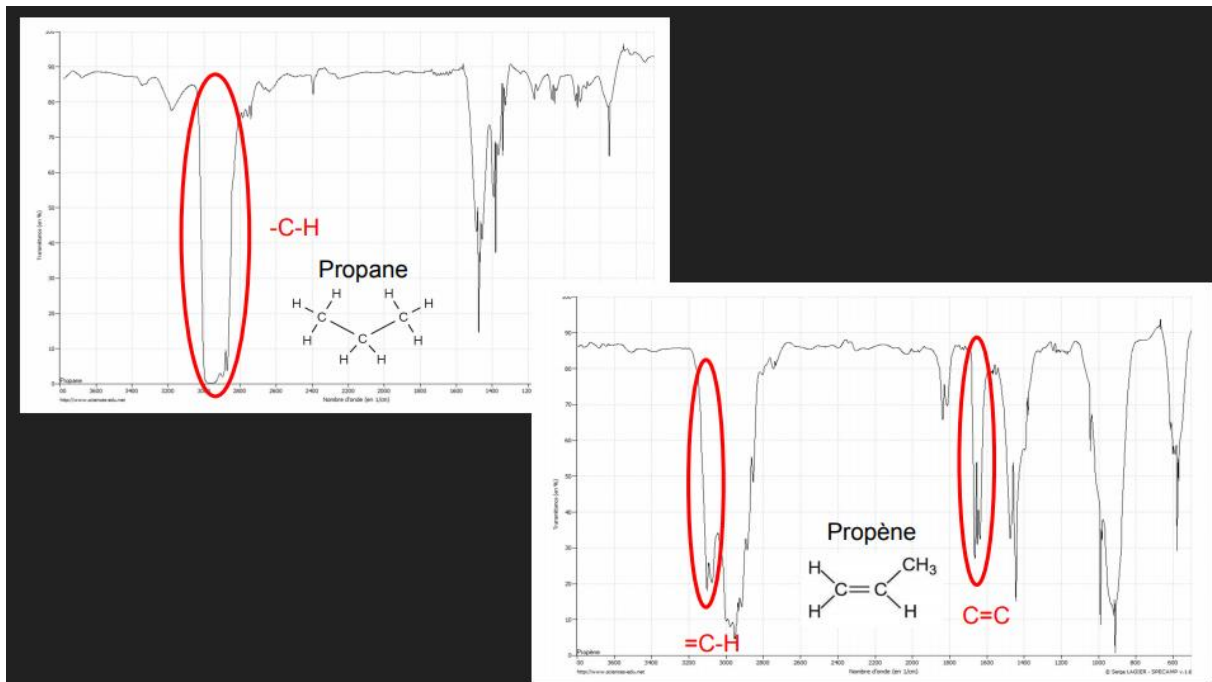
Une liaison covalente résulte de la mise en commun de deux électrons par deux atomes (chaque atome apporte un électron). Une liaison covalente peut être simple ou multiple.

Ex : H₂, CO₂

La différence d'électronégativité entre les deux atomes est inférieure à 1,7 (critère arbitraire, échelle de Pauling). Si $\Delta\chi < 0,4$, la liaison est dite non polarisée, et si $0,4 < \Delta\chi < 1,7$, la liaison est dite polarisée.

Ex : H₂O, I₂

On peut caractériser les liaisons par spectroscopie IR



Qu'en est-il des liaisons pour lesquelles $\Delta\chi > 1,7$?

2) Liaisons ioniques

Une liaison ionique résulte de la mise en commun de deux électrons par deux atomes dont la différence d'électronégativité est supérieure à 1,7.

Ex : NaCl, $\Delta\chi = 2,23$

Expérience : voltmètre, générateur, bécher contenant de l'eau distillée, électrodes de graphites, lampe

On ajoute du sucre -> pas de courant

On ajoute du sel -> apparition d'un courant (la lampe s'allume), ce qui montre la présence d'ions

Jusque-là on s'est restreint aux liaisons intramoléculaires, on a considéré des phases gazeuses idéales. Mais il y a également des solides et des liquides stables. On va maintenant s'intéresser aux liaisons intermoléculaires.

II Les liaisons faibles

Les liaisons faibles peuvent être intramoléculaires ou intermoléculaires, leur énergie de liaison est inférieure à 100 kJ.mol⁻¹.

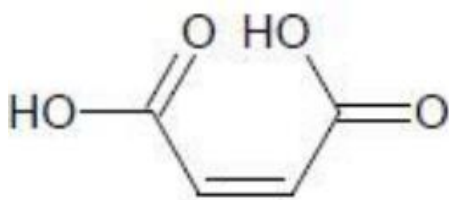
1) Interactions de Van der Waals

Les interactions de Van der Waals sont des interactions attractives intermoléculaires. L'énergie de ces liaisons est comprise entre 1 et 10 kJ.mol⁻¹. C'est grâce à ces interactions que les geckos s'accrochent aux murs, par exemple.

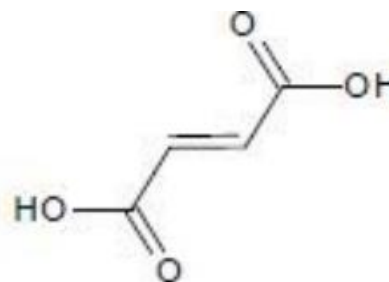
Expérience : petits bouts de papier recouverts de graphite d'un côté dans un erlenmeyer contenant de l'eau et du cyclohexane sous agitation -> les papiers s'orientent tous de la même façon : la face recouverte de graphite vers le cyclohexane.

Le cyclohexane est un solvant apolaire, il réagit de manière privilégiée avec le graphite en formant des liaisons de Van der Waals. L'eau est un solvant polaire protique, elle a davantage d'affinité avec la cellulose du papier, qui contient des groupes OH.

On s'intéresse à l'acide maléique et à l'acide fumarique.



Acide maléique



Acide fumarique

La température de fusion de l'acide fumarique est de 287°C. Nous allons mesurer la température de fusion de l'acide maléique.

Expérience : banc Kofler

Spectres IR des deux espèces

Ce sont des isomères, leurs propriétés physico-chimiques sont différentes, notamment à cause d'un autre type de liaison faible : la liaison hydrogène.

2) Liaisons hydrogène

Une liaison hydrogène est une interaction entre un atome d'hydrogène lié à un atome fortement électronégatif (N, O, F) et un atome électronégatif portant au moins un doublet non liant. Elle peut être intramoléculaire ou intermoléculaire. L'énergie de la liaison est comprise entre 10 et 20 kJ.mol⁻¹.

Ex : eau, méthanol

Expérience : on réalise une CCM (voir protocole de Fosset, page 372) avec le 2, 3 et 4-nitrophénol (éluant : pentane + diéthyléther, 7/3)

Conclusion

On a vu au cours de cette leçon comment d'une part les atomes se lient entre eux pour former des édifices chimiques complexes, et d'autre part comment ces édifices interagissent pour former la matière condensée. On a en particulier pu classer ces différentes interactions en fonction de leur énergie molaire. On peut désormais utiliser nos connaissances pour déterminer la réactivité de différentes espèces chimiques en vue de les faire réagir pour rompre certaines liaisons, ou en créer de nouvelles : c'est là l'esprit de la chimie organique.