

Détermination de la structure des acides maléique et fumarique

par le Pr. Guillermo SALGADO
Deutsche Schule - Casilla 129 - Correo 30
Santiago - Chili

Adapté par François CARRIÈRE
Laboratoire de Chimie Macromoléculaire - UMR 7610,
Université Pierre & Marie Curie
4, place Jussieu - 75252 Paris Cedex 05 - France

RÉSUMÉ

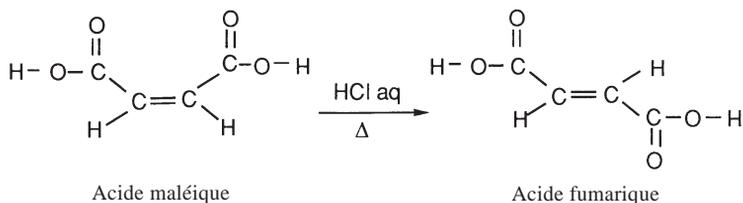
Les élèves doivent déterminer la structure des acides maléique et fumarique à partir d'observations et de manipulations au laboratoire. Cet exercice est basé sur la catalyse acide de l'isomérisation de l'acide maléique en acide fumarique. On donne aux élèves les produits de départ, les réactifs ainsi que le mode opératoire. Ils savent aussi que le produit de départ A est un acide de formule brute $C_4H_4O_4$. Ils déterminent ensuite quelques propriétés du produit A et du produit obtenu : point de fusion, solubilité, acidité et structure. Les déductions scientifiques des élèves tirées des résultats expérimentaux permettent à ceux-ci de développer leur esprit critique ainsi que leur technique de laboratoire.

INTRODUCTION

Les travaux pratiques doivent permettre aux élèves d'apprendre une méthode scientifique et aussi de développer par eux-mêmes des solutions à des situations qui posent problème. Un enquête publiée il y a quelque temps [1] m'a incité à développer des travaux pratiques par lesquels les élèves puissent développer leur sens critique. De plus, par ces travaux pratiques j'essaie d'intéresser des élèves de lycée à la chimie et de leur montrer qu'il peut y avoir une certaine relation entre leurs travaux pratiques et le travail de recherche d'un scientifique.

Ces travaux pratiques consistent en l'isomérisation catalysée de l'acide maléique A en acide fumarique B [2]. On donne aux élèves le produit de départ (ac. maléique), le catalyseur (*HCl*) et le mode opératoire. On leur dit que le produit de départ est

un acide de formule brute $C_4H_4O_4$. Après réaction, ils déterminent quelques propriétés des deux produits A et B : point de fusion, solubilité, acidité et structure.



MODE OPÉRATOIRE

1 - Conversion de l'acide A en acide B

a - Dans un erlenmeyer de 100 mL on pèse 6 g d'acide A et on ajoute 10 mL d'eau distillée puis le mélange est chauffé au bain d'eau jusqu'à ce que tout soit dissous.

b - 15 mL d'acide chlorhydrique sont ajoutés avec précaution à la solution. L'erlenmeyer est recouvert d'un verre de montre et la solution est chauffée trois minutes au bain d'eau bouillante jusqu'à ce qu'il se forme un solide puis on laisse refroidir à température ambiante. Il se forme alors un précipité.

c - Les cristaux sont laissés à l'air sur un verre de montre pour les sécher. Le solide est repéré comme acide B.

2 - Comparaison des isomères

1 - On compare la solubilité de 1 g des acides A et B dans 10 mL d'eau distillée. Lors de l'isomérisation, on a déjà vu que l'acide B précipite alors que l'acide A est soluble au départ.

2 - Les points de fusion des deux acides sont déterminés au tube de Thiele.

3 - On ajoute 3 cm de magnésium à des solutions obtenues en dissolvant 0,1 g d'acide dans 20 mL d'eau distillée. On peut aussi mesurer le pH de solutions de A et de B d'égale concentration dans l'eau à l'aide d'un papier pH convenable : environ 1,6 pour A et 3,5 pour B. Toutes les mesures et les observations sont enregistrées.

RÉSULTATS

I - Enregistrer systématiquement les résultats pour montrer clairement les différences des propriétés des deux acides.

Acide	Point de fusion	Solubilité	Acidité
A			
B			

2 - Analyse des résultats

Note : Afin d'éviter que les élèves puissent chercher dans leur livre les propriétés des acides d'une formule donnée, nous avons utilisé A pour l'acide maléique et B pour l'autre. À la fin des travaux pratiques, on leur donne des informations complémentaires : la présence de deux groupes fonctionnels acide et d'une double liaison carbone-carbone entre les groupes acide.

a - On informe les élèves que l'acide A peut perdre une molécule d'eau par réaction de ses deux groupes acide pour former un anhydride. Les élèves doivent pouvoir alors répondre à la question : «*Pourquoi l'acide B ne peut pas former un anhydride ?*».

b - Les élèves peuvent arriver à la conclusion que les différences observées des propriétés des deux acides sont dues à la nature de la double liaison : existence d'isomères cis/trans. Puis à l'aide de modèles moléculaires montrant les différences cis/trans, on peut leur montrer pourquoi l'isomère cis peut donner un anhydride alors que l'isomère trans ne peut pas.

CONCLUSION

L'utilisation de ce type de travaux pratiques donne d'excellents résultats dès lors que les élèves peuvent déduire, sans problèmes majeurs, que les différences des propriétés des deux acides sont en liaison avec la stéréochimie autour de la double liaison. Les élèves concluent donc que l'acide maléique est l'isomère cis et l'acide fumarique l'isomère trans. Ces travaux pratiques aident les élèves à développer leur sens critique ainsi que leur aptitude à utiliser leurs techniques de laboratoire.

BIBLIOGRAPHIE

- [1] B. WOJCIECHOWSKI - J. Chem. Educ. 73, 85 (1996).
- [2] J. MEEK - J. Chem. Educ. 52, 541 (1975).
- [3] M. PICKERING - J. Chem. Educ. 65, 143 (1988).

REMERCIEMENTS

Je désire remercier le Dr B. WOJCIECHOWSKI pour ses intéressantes suggestions au sujet de ce manuscrit.