

### Semblables mais pourtant tous différents

#### Préambule

Extrait du programme d'enseignement spécifique de physique-chimie de la série scientifique en classe terminale ([Bulletin officiel spécial n°8 du 13 octobre 2011](#))

#### Structure et transformation de la matière

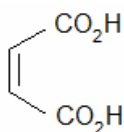
Notions et contenus	Compétences exigibles
<p><b>Représentation spatiale des molécules</b></p> <p>[...] Énantiométrie, mélange racémique, diastéréoisométrie (<i>Z/E</i>, deux atomes de carbone asymétriques).</p> <p>[...] Formule topologique des molécules organiques.</p> <p>[...]</p>	<p>[...] À partir d'un modèle moléculaire ou d'une représentation reconnaître si des molécules sont identiques, énantiomères ou diastéréoisomères.</p> <p><i>Pratiquer une démarche expérimentale pour mettre en évidence des propriétés différentes de diastéréoisomères.</i></p> <p>[...] Utiliser la représentation topologique des molécules organiques.</p> <p>[...]</p>

#### 1. Le principe

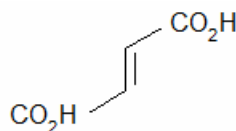
Les **diastéréoisomères** sont des **stéréoisomères** (= isomères de configuration, c'est-à-dire des molécules de constitutions identiques mais dont l'organisation spatiale diffère) qui ne sont pas **énantiomères** (deux molécules qui sont l'image l'une de l'autre par un miroir mais non superposables). Référence : <http://goldbook.iupac.org/D01679.html>

Des diastéréoisomères ont des propriétés physiques différentes, c'est ce qui va être mis en évidence dans l'activité suivante.

On considère deux diastéréoisomères de **configurations Z et E** : l'acide maléique et l'acide fumarique. En effet l'acide but-2-ène-1,4-oïque présente deux groupes différents de chaque côté de la double liaison carbone-carbone, on trouve donc deux configurations possibles.



Acide maléique



Acide fumarique

D'après la convention CIP (<http://goldbook.iupac.org/C01082.html>), on peut déterminer l'ordre de priorité des différents groupes et ainsi définir deux isomères :

- La configuration *Z* caractérise les diastéréoisomères dont les groupes prioritaires sont du même côté du plan formé par la double liaison (l'abréviation *Z* vient de l'allemand *zusammen* qui signifie « ensemble »). Le nom trivial de l'acide (*Z*)-but-2-ène-1,4-oïque est l'acide maléique.
- La configuration *E* caractérise les diastéréoisomères dont les groupes prioritaires sont du côté opposé l'un de l'autre par le plan formé par la double liaison (le terme *E* vient de l'allemand *entgegen* qui signifie « opposé »). Le nom trivial de l'acide (*E*)-but-2-ène-1,4-oïque est l'acide fumarique.


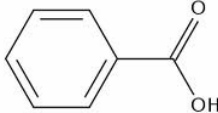
*Remarque :*

Il existe d'autres types de diastéréoisomérisation, comme par exemple entre deux molécules ayant le même enchaînement de liaison, qui comportent deux ou plusieurs centres de chiralité et qui ne sont pas des énantiomères.

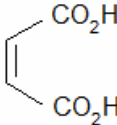
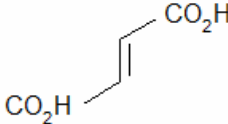
## 2. La situation théorique

Vérifier que des diastéréoisomères ont bien des propriétés physiques et chimiques différentes en établissant les « cartes d'identité » des acides maléique et fumarique.

On fournit un exemple de « carte d'identité » type pour un acide carboxylique (par exemple l'acide benzoïque).

<b>Acide benzoïque</b>	
	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <math>T_f = 122\text{ °C}</math></li> <li>• Solubilité dans l'eau à <math>20\text{ °C}</math> : faible</li> <li>• Solubilité dans l'éthanol à <math>20\text{ °C}</math> : bonne</li> <li>• <math>pK_a = 4,2</math></li> <li>• <math>M = 122\text{ g.mol}^{-1}</math></li> </ul>	

À partir de cet exemple, les élèves doivent établir les « cartes d'identité » des acides maléique et fumarique.

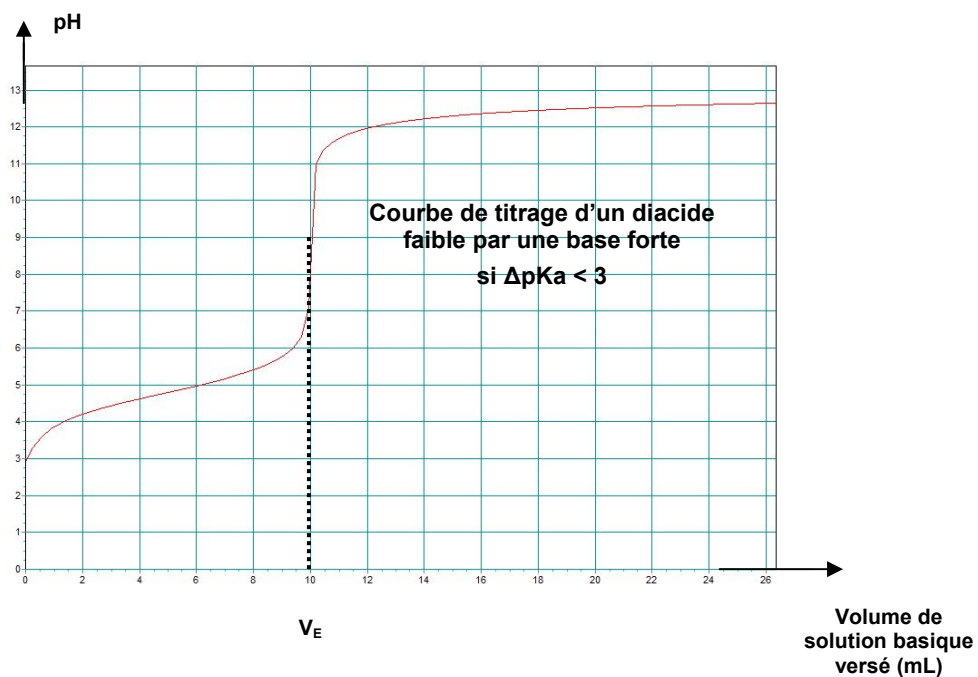
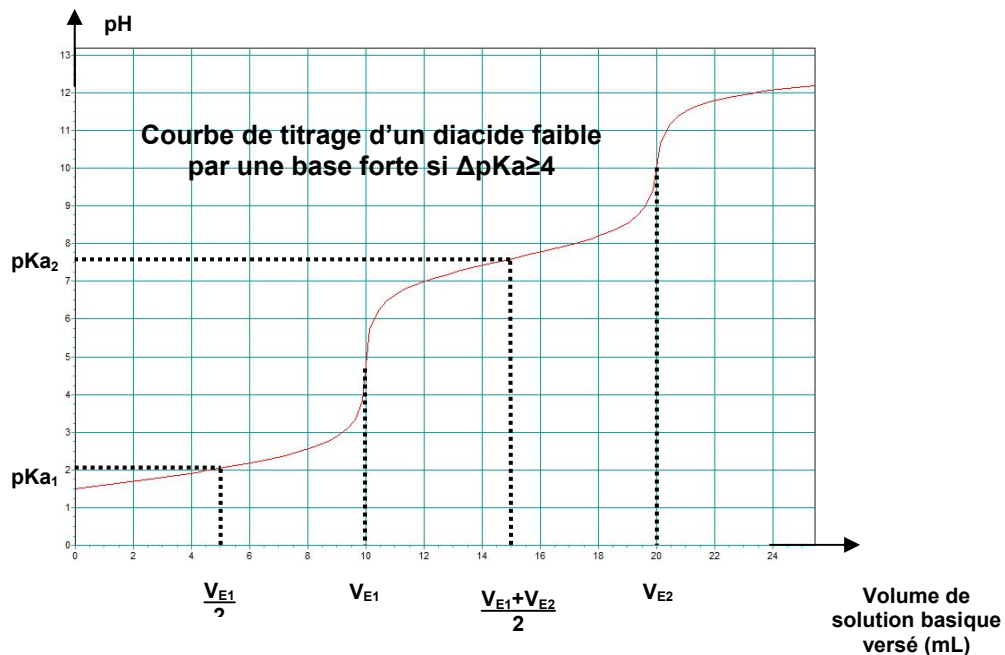
Nom trivial	Nom systématique	Formule topologique
Acide maléique	acide ( <i>Z</i> )-but-2-ène-1,4-oïque	
Acide fumarique	acide ( <i>E</i> )-but-2-ène-1,4-oïque	

Cette première situation est l'occasion de présenter aux élèves diverses bases de données de composés chimiques disponibles au laboratoire ou en ligne.

### 3. La situation expérimentale

Proposer par écrit un protocole expérimental permettant de valider la vérification précédente. Le mettre en œuvre après validation collective.

L'élève dispose de nouveaux documents, deux simulations de titrage de diacides faibles par une base forte.



Courbes de titrage d'un diacide faible par une base forte selon l'écart des deux pKa

Par ailleurs, du matériel et des substances chimiques sont proposés :

Substances chimiques	Matériel
<ul style="list-style-type: none"> <li>• acide maléique en poudre ;</li> <li>• acide fumarique en poudre ;</li> <li>• 50 mL d'une solution d'acide maléique, <math>c = 3,0 \times 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}</math> ;</li> <li>• 100 mL d'une solution d'acide fumarique, <math>c = 1,0 \times 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}</math> ;</li> <li>• solution de soude, <math>c = 0,2 \text{ mol.L}^{-1}</math> ;</li> <li>• éthanol ;</li> <li>• eau distillée.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• tubes à essai ;</li> <li>• béchers ;</li> <li>• bain thermostaté ;</li> <li>• spatule ;</li> <li>• balance électronique ;</li> <li>• coupelle plastique ;</li> <li>• banc Köfler et ses accessoires;</li> <li>• sonde pH-métrique ;</li> <li>• pipette jaugée 10 mL + propipette ;</li> <li>• burette graduée ;</li> <li>• agitateur magnétique.</li> </ul>

À partir de ces documents l'élève doit élaborer un protocole pour déterminer quelles sont les propriétés différentes de l'acide maléique et fumarique.

Cette activité permet d'évaluer les compétences générales suivantes :

Compétences attendues : 1 – non maîtrisées 2 – insuffisamment maîtrisées 3 – maîtrisées 4 – bien maîtrisées	1	2	3	4
Restituer et mobiliser les connaissances exigibles				
Rechercher, extraire et exploiter l'information				
Raisonner, argumenter et faire preuve d'esprit critique				
Communiquer en utilisant des langages et outils pertinents				

Cette activité permet également d'évaluer les compétences expérimentales suivantes :

Compétences attendues : 1 – non maîtrisées 2 – insuffisamment maîtrisées 3 – maîtrisées 4 – bien maîtrisées	1	2	3	4
Concevoir et réaliser un protocole expérimental dans le respect des mesures de sécurité				
Analyser les phénomènes, protocoles et résultats				
Valider ou invalider une hypothèse, des résultats d'expérience				