

### Dérivé fluoré, analyse d'une synthèse

#### 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>Transformation en chimie organique</b></p> <p>Aspect macroscopique :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Modification de chaîne, modification de groupe caractéristique.</li> <li>• Grandes catégories de réactions en chimie organique : substitution, addition, élimination.</li> </ul> <p>Aspect microscopique :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Liaison polarisée, site donneur et site accepteur de doublet d'électrons.</li> <li>• Interaction entre des sites donneurs et accepteurs de doublet d'électrons ; représentation du mouvement d'un doublet d'électrons à l'aide d'une flèche courbe lors d'une étape d'un mécanisme réactionnel.</li> </ul> | <p>Reconnaître les groupes caractéristiques dans les alcool, aldéhyde, cétone, acide carboxylique, ester, amine, amide.</p> <p>Utiliser le nom systématique d'une espèce chimique organique pour en déterminer les groupes caractéristiques et la chaîne carbonée.</p> <p>Distinguer une modification de chaîne d'une modification de groupe caractéristique.</p> <p>Déterminer la catégorie d'une réaction (substitution, addition, élimination) à partir de l'examen de la nature des réactifs et des produits.</p> <p>Déterminer la polarisation des liaisons en lien avec l'électronégativité (table fournie).</p> <p>Identifier un site donneur, un site accepteur de doublet d'électrons.</p> <p>Pour une ou plusieurs étapes d'un mécanisme réactionnel donné, relier par une flèche courbe les sites donneur et accepteur en vue d'expliquer la formation ou la rupture de liaisons.</p> |

#### 1. Le principe

Cette activité introduit les différentes catégories d'une réaction, à partir de la synthèse d'une molécule organique ayant une activité biologique.

Des documents sont fournis à l'élève pour qu'il aborde en autonomie les notions de mécanisme réactionnel à l'aide du modèle de la flèche courbe.

Le professeur apporte des indices sous forme de questions ouvertes ou bien des « coups de pouce ». Cette activité peut être menée par l'élève seul ou en groupes de 3 ou 4.

Source : <http://sciences-physiques.ac-montpellier.fr>

## 2. La situation

### Objectifs à atteindre pour l'élève

- Déterminer la catégorie d'une réaction (substitution, addition, élimination) à partir de l'examen de la nature des réactifs et des produits.
- Déterminer la polarisation des liaisons en lien avec l'électronégativité (table fournie).
- Identifier un site donneur, un site accepteur de doublet d'électrons.
- Pour une ou plusieurs étapes d'un mécanisme réactionnel donné, relier par une flèche courbe les sites donneur et accepteur en vue d'expliquer la formation ou la rupture de liaisons.

Cette activité permet d'évaluer les compétences suivantes :

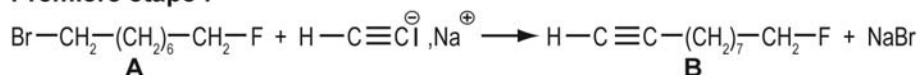
|   |   |   |   |   |
|---|---|---|---|---|
| Compétences attendues :                                 |   |   |   |   |
| 1 – non maîtrisées                                      |   |   |   |   |
| 2 – insuffisamment maîtrisées                           |   |   |   |   |
| 3 – maîtrisées  |   |   |   |   |
| 4 – bien maîtrisées                                     | 1 | 2 | 3 | 4 |
| <b>Compétences générales :</b>                          |   |   |   |   |
| Rechercher, extraire et exploiter l'information         |   |   |   |   |
| Raisonner, argumenter et faire preuve d'esprit critique |   |   |   |   |
| <b>Compétences expérimentales :</b>                     |   |   |   |   |
| Analyser les phénomènes, protocoles et résultats        |   |   |   |   |

### Documents

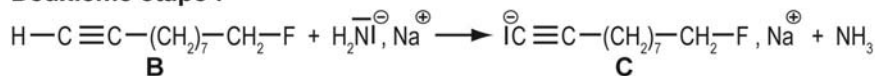
#### Document 1 : synthèse d'un dérivé fluoré naturel

Découvert dans le fruit d'un arbuste en Sierra Leone, une espèce chimique naturelle (l'acide (Z)-18-fluorooctadéc-9-ènolique) de formule brute  $C_{18}H_{33}FO_2$  possède des propriétés hautement toxiques. Elle est d'ailleurs utilisée comme raticide. Ce composé **G** peut être synthétisé par la séquence suivante :

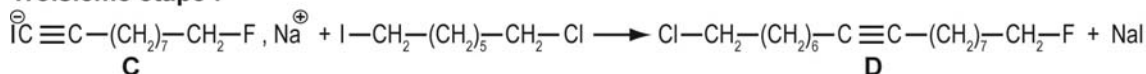
#### Première étape :



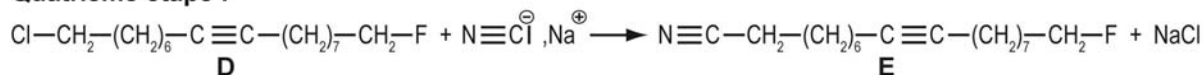
#### Deuxième étape :



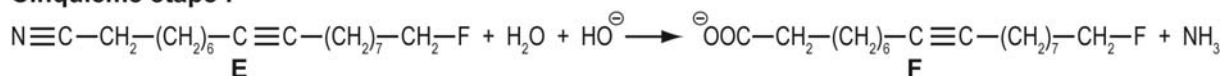
#### Troisième étape :



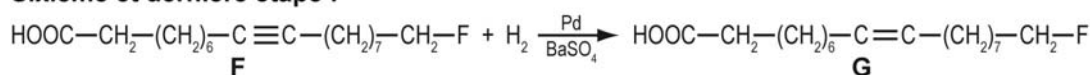
#### Quatrième étape :



#### Cinquième étape :



#### Sixième et dernière étape :



## Document 2 : polarité d'une liaison

La polarité d'une liaison A-B (phénomène permanent) s'interprète par la différence d'électronégativité entre les atomes A et B. L'électronégativité traduit l'aptitude qu'à un atome à attirer vers lui les électrons de la liaison chimique établie avec un autre atome. On attribue pour chaque élément de la classification périodique, une valeur  $\chi$  représentative du caractère électronégatif de cet élément. Remarque : il existe plusieurs échelles d'électronégativité. Le tableau ci-dessous donne la valeur de l'électronégativité pour les premiers éléments de la classification périodique dans l'échelle de Pauling.

|           |           |     |           |           |           |           |           |  |
|-----------|-----------|-----|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|--|
| H : 2,20  |           |     |           |           |           |           |           |  |
| Li : 0,98 | Be : 1,57 |     | B : 2,04  | C : 2,55  | N : 3,04  | O : 3,44  | F : 3,98  |  |
| Na : 0,93 | Mg : 1,31 |     | Al : 1,61 | Si : 1,90 | P : 2,19  | S : 2,58  | Cl : 3,16 |  |
| K : 0,82  | Ca : 1,00 | ... | Ga : 2,01 | Ge : 2,01 | As : 2,18 | Se : 2,55 | Br : 3,06 |  |
| Rb : 0,82 | Sr : 0,95 | ... | In : 1,78 | Sn : 1,96 | Sb : 2,05 | Te : 2,1  | I : 2,66  |  |

La polarité de la liaison est d'autant plus importante que la différence d'électronégativité est plus élevée : les électrons de la liaison covalente sont attirés par l'atome le plus électronégatif. Ceci est indiqué qualitativement en plaçant une charge partielle positive  $\delta^+$  sur l'atome le moins électronégatif et une charge partielle négative  $\delta^-$  sur l'atome le plus électronégatif.

Cas de la molécule d'acide fluorhydrique : ( $\chi(\text{F}) > \chi(\text{H})$ ) la liaison covalente entre l'atome H et l'atome F est polarisée :



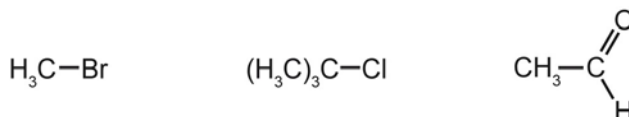
Remarque :

La polarité d'une liaison covalente permet d'identifier l'atome qui récupérerait le doublet d'électrons en cas de rupture de la liaison covalente. C'est donc un moyen d'identifier des sites potentiellement accepteurs ou donneurs d'un doublet d'électrons.

## Document 3 : sites donneur et accepteur d'électrons

En chimie organique, une molécule peut posséder un ou plusieurs sites accepteur ou donneur d'un doublet d'électrons.

Un site accepteur d'un doublet d'électrons se caractérise comme un site pauvre en électrons, de charge partielle positive  $\delta^+$ . L'atome de carbone représente, dans de très nombreux cas, un exemple de site accepteur d'électrons en raison de son déficit électronique dû à la présence d'atome plus électronégatif (O, N, F, Cl, Br, ...) autour de lui :



Un site donneur d'un doublet d'électrons se caractérise comme un site enrichi en électrons de charge partielle négative  $\delta^-$ . Les doubles liaisons carbone-carbone (comme celle de l'éthène) sont des sites donneurs d'électrons tout comme l'ion iodure, ou encore l'atome d'oxygène de l'ion hydroxyde et de la molécule d'eau, porteur d'un doublet non liant :



## Analyse de la synthèse du dérivé fluoré

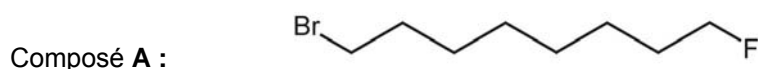
Parmi les différentes étapes de la synthèse, on retrouve les grandes catégories de réactions très fréquemment rencontrées en chimie organique :

- **élimination,**
- **addition,**
- **substitution.**

1. La réaction de l'étape 1 est une réaction de substitution. Pourquoi la qualifie-t-on de réaction de substitution ?

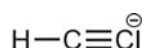
2. Associer aux étapes 3, 4, 6 les termes ci-dessus. Argumenter votre réponse.

3. La première étape de la synthèse fait intervenir le 1-bromo-8-fluorooctane dont la représentation topologique est donnée ci-dessous :



En vous aidant des documents mis à votre disposition :

- Entourer les liaisons susceptibles d'être polarisées. Justifier votre choix.
  - Identifier alors le ou les sites accepteur d'électrons de cette molécule en expliquant la démarche utilisée.
4. Le second réactif de la première étape porte le nom d'ion alcynure dont la représentation de Lewis est donnée par :



Identifier le site donneur d'électrons de cet ion.

5. À partir de la structure du produit formé lors de la première étape (composé **B**), entourer le site accepteur du composé **A** et le site donneur de l'ion alcynure

6. En utilisant une flèche courbe, orientée du site donneur vers le site récepteur, proposer une explication du mécanisme de la rupture d'une liaison covalente du composé **A**.

7. En reprenant la modélisation du mécanisme réactionnel utilisant la flèche courbe, expliquer la formation d'une liaison du composé **E** lors de la quatrième étape.

## Coups de pouce

### Coup de pouce question 3 :

Les liaisons C-H peuvent être considérées comme non polarisées en raison de la trop faible différence d'électronégativité.

### Coup de pouce question 6 :

La flèche courbe représente formellement le mouvement d'un doublet d'électrons : cette flèche part toujours d'un site donneur d'un doublet d'électrons vers un site accepteur d'un doublet d'électrons.

