

Cette séquence s'appuie sur la notion de **type de réaction** et le **formalisme des flèches courbes** (1^{ère}STL.C2D)

Objectifs :

- Nommer le type de réaction (acide-base, oxydation, réduction, addition, substitution, élimination)
- Illustrer les étapes élémentaires d'un mécanisme fourni à l'aide du formalisme des flèches courbes.
- Identifier le catalyseur et expliquer son rôle dans un mécanisme.
- Identifier les formes mésomères de molécules ou d'ions simples en exploitant des schémas de Lewis fournis.

1. Types de réactions

- La réactivité des molécules organiques dépend de leurs groupes fonctionnels, plus précisément de la nucléophilie (capacité à donner des électrons via un doublet non liant) et de l'électrophilie (capacité à accepter les électrons) des différents sites présents. Plusieurs types de réactions sont possibles :

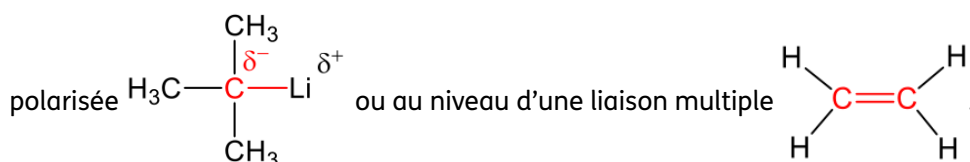
Addition	Lors d'une réaction d'addition, chacun des atomes mis en jeu dans la double liaison C=A se lie à l'un des atomes X ou Y.	$\begin{array}{c} \\ -C=A \end{array} + X-Y \longrightarrow \begin{array}{c} \\ -CX-AY \\ \end{array}$
Élimination	Lors d'une réaction d'élimination, il y a rupture des liaisons C-Z et C-Y de deux carbones voisins, et formation d'une double liaison C=C.	$\begin{array}{c} \\ -CZ \end{array} - \begin{array}{c} \\ CY \end{array} \longrightarrow \begin{array}{c} \\ -C=C \\ \end{array} + ZY$
Substitution	Lors d'une substitution, un atome Y remplace un atome Z par rupture d'une liaison C-Z et formation d'une liaison C-Y.	$\begin{array}{c} \\ -C-Z \\ \end{array} + Y^{\ominus} \longrightarrow \begin{array}{c} \\ -C-Y \\ \end{array} + Z^{\ominus}$
Acide-Base	Lors d'une réaction acido-basique, il y a échange de proton H ⁺ , entre un acide AH qui libère le proton et la base B qui le capte.	$AH + B \rightarrow A^{-} + BH^{+}$
Redox	Lors d'une réaction redox, il y a échange d'électrons entre un réducteur qui libère un (ou plusieurs) électrons et un oxydant qui les capte.	$2 \text{MnO}_4^{-}(\text{aq}) + 5 \text{R-CHOH-R}' + 6 \text{H}^{+}(\text{aq}) = 2 \text{Mn}^{2+}(\text{aq}) + 5 \text{R-CO-R}' + 8 \text{H}_2\text{O}(\text{l})$

2.1. Sites Nucléophiles et Électrophiles

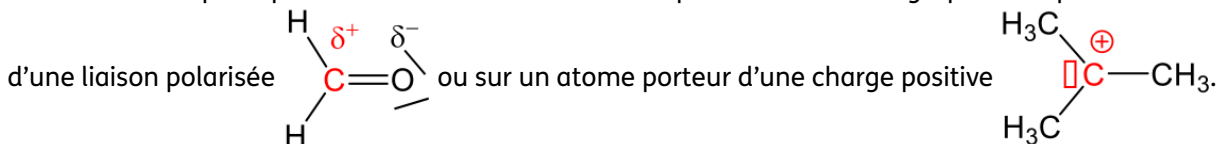
La polarité des liaisons fait apparaître dans une molécule des sites riches en électrons (sites nucléophiles ou donneurs de doublet d'électrons) et de sites pauvres en électrons (sites électrophiles ou accepteurs de doublet d'électrons)

- Le site nucléophile peut être localisé sur un atome porteur d'une charge négative $\text{H}-\overset{\ominus}{\text{O}}|$, un atome

porteur d'un doublet non liant $\text{H}-\overset{\cdot\cdot}{\text{O}}-\text{H}$, un atome porteur de la charge partielle négative δ^{-} d'une liaison



- Le site électrophile peut être localisé sur un atome porteur d'une charge partielle positive δ^+ au sein



2.2. Réactivité (Capacité à gagner ou perdre des doublets d'électrons)

- Un grand nombre de réactions chimiques met en jeu l'interaction entre un site nucléophile d'un réactif et un site électrophile d'un autre réactif. Par extension, ces deux réactifs sont qualifiés de « réactif nucléophile » et de « réactif électrophile ». Le site nucléophile donne des électrons au site électrophile.

↳ L'action d'un réactif nucléophile sur un substrat présentant un site électrophile s'appelle une « attaque nucléophile »

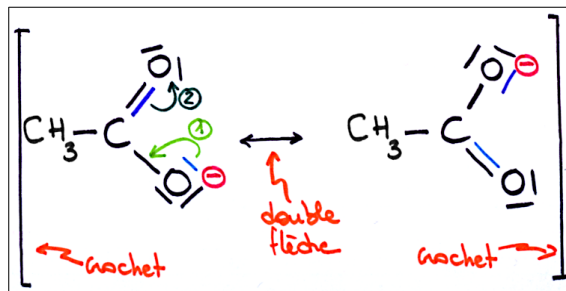
2.3. Mésonérie (Délocalisation d'un doublet)

La mésonérie est la délocalisation d'un doublet d'électrons sur une structure organique conjuguée.

- On peut passer d'une forme mésomère à une autre par des mouvements de doublets d'électrons.

Un doublet non liant se déplace pour former un doublet liant et en même temps un doublet liant se déplace pour former un doublet non liant, en respectant les règles de stabilité pour l'atome de carbone.

La charge globale de l'ion est conservée mais elle est portée par un autre atome.



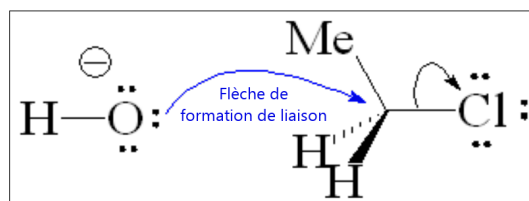
- Parmi les formes que l'on peut écrire, la forme la plus probable est celle faisant apparaître le moins de charge. Le nombre de formes possibles renseigne sur la stabilité du composé.

3. Formalisme des flèches courbes

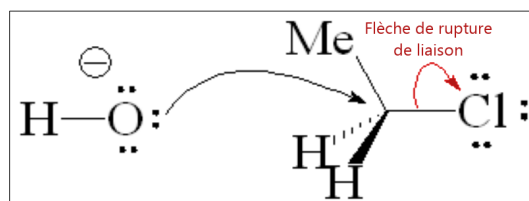
Lors de chaque étape d'un mécanisme réactionnel, la formation et la rupture des liaisons résultent de l'interaction entre un site nucléophile et un site électrophile, par transfert d'un ou plusieurs doublets d'électrons.

↳ Ce déplacement est représenté, au sein du mécanisme réactionnel, par une flèche courbe qui part d'un doublet d'électrons (ou d'une liaison π) du site nucléophile et qui pointe vers le site électrophile.

- Lors de la formation d'une liaison covalente, un doublet d'électrons se déplace du site nucléophile vers le site électrophile. Ce mouvement est représenté par une flèche courbe qui part du doublet d'électrons du site nucléophile (doublet liant ou non liant) et qui pointe vers le site électrophile.

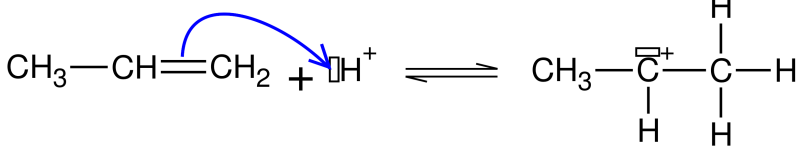
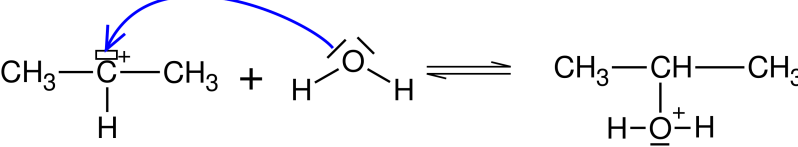
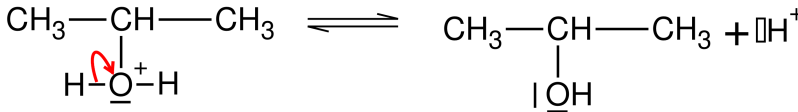


- Lors de la rupture d'une liaison covalente, le mouvement d'électrons est représenté par une flèche courbe qui part du milieu de la liaison rompue et qui pointe vers l'atome le plus électronégatif.



4.2. Analyse d'un mécanisme – Liaisons et Réactivité

- L'analyse du mécanisme permet de modéliser les mouvements des doublets d'électrons pour chaque acte élémentaire.

<p>Création d'une liaison C-H Formation du carbocation</p>	 $\text{CH}_3-\text{CH}=\text{CH}_2 + \text{H}^+ \rightleftharpoons \text{CH}_3-\overset{\oplus}{\text{C}}(\text{H})-\text{CH}_3$
<p>Création d'une liaison C-O</p>	 $\text{CH}_3-\overset{\oplus}{\text{C}}(\text{H})-\text{CH}_3 + \text{H}-\text{O}-\text{H} \rightleftharpoons \text{CH}_3-\overset{\oplus}{\text{O}}(\text{H})_2-\text{CH}_3$
<p>Rupture d'une liaison O-H Régénération du catalyseur</p>	 $\text{CH}_3-\overset{\oplus}{\text{O}}(\text{H})_2-\text{CH}_3 \rightleftharpoons \text{CH}_3-\text{OH}-\text{CH}_3 + \text{H}^+$

Un mécanisme réactionnel rassemble de nombreuses informations sur la réaction étudiée. Il permet d'accéder :

- ↳ Au nombre d'étapes de la réaction
- ↳ Aux sites nucléophiles et électrophiles qui interagissent à chaque étape, et qui sont reliés par une flèche courbe.
- ↳ Aux liaisons formées et rompues à chaque étape.
- ↳ À la nature des intermédiaires réactionnels qui sont formés et consommés.
- ↳ Au rôle de catalyseur de la réaction.