

		1	
CLASSE DE RÉACTION	ADDITION		
	ÉLECTROPHILE	NUCLÉOPHILE	
RÉACTION GLOBALE	<p>A1</p> $\text{C}=\text{C} + \text{Y}^{\delta+}-\text{Z}^{\delta-} \longrightarrow \text{Y}-\text{C}-\text{C}-\text{Z}$	<p>S1</p> $\text{C}=\text{O} + \text{R}-\text{MgX} \xrightarrow{\text{H}_2\text{O}} \text{R}-\text{C}-\text{OH} + \text{OH}^- + \text{}^+\text{MgX}$ <p style="text-align: center;">Réactif de Grignard</p>	
MÉCANISME RÉACTIONNEL DÉTAILLÉ	<p>J1</p> $\text{C}=\text{C} + \text{Y}^{\delta+}-\text{Z}^{\delta-} \longrightarrow \text{Y}-\text{C}-\text{C}^+ \xrightarrow{\text{Z}^-} \text{Y}-\text{C}-\text{C}-\text{Z}$	<p>O2</p> $\text{C}=\text{O} + \text{R}-\text{MgX} \longrightarrow \text{R}-\text{C}-\text{O}^- + \text{}^+\text{MgX}$ $\text{HO}^- + \text{}^+\text{MgX} + \text{R}-\text{C}-\text{O}^- \xrightarrow{\text{H}_2\text{O}} \text{R}-\text{C}-\text{OH} + \text{OH}^- + \text{}^+\text{MgX}$ <p style="text-align: right;">hydrolyse</p>	

PARTICULARITÉS

T1

Nature des réactifs : polaires (Y-Z)

- ✓ H-X (halogénéation → halogénure)
- ✓ H-OH (hydrolyse → alcool)
- ✓ H-CN (hydrolyse → nitrile)
- ✓ Cl-OH (hydrolyse → halohydrine)

Nature des réactifs : non-polaires (Z₂)

- ✓ X₂ (halogénéation → dihalogénure vicinal)
- ✓ H₂ (hydrogénation → alcane)

Site actif : liaison double ou liaison triple

E1

Substrat → **produit**

aldéhyde → alcool
cétone → alcool
ester → alcool (double addition)
chlorure d'acide → alcool (double addition)
anhydride → alcool (double addition)

nitrile → cétone

CO₂ → acide

$\begin{array}{c} \text{CH}_2 - \text{CH}_2 \\ \diagdown \quad \diagup \\ \text{O} \end{array}$ → alcool

ÉLIMINATION

2

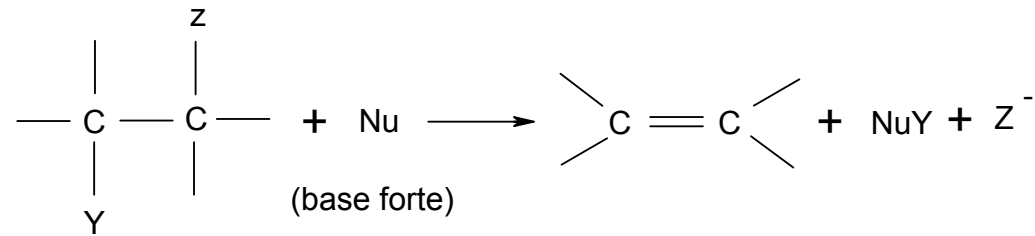
CLASSE DE RÉACTION

NUCLÉOPHILE

NUCLÉOPHILE

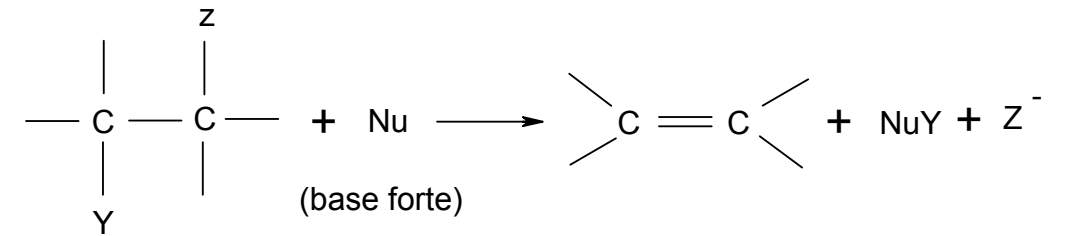
RÉACTION GLOBALE

S2



En général (H)

A2

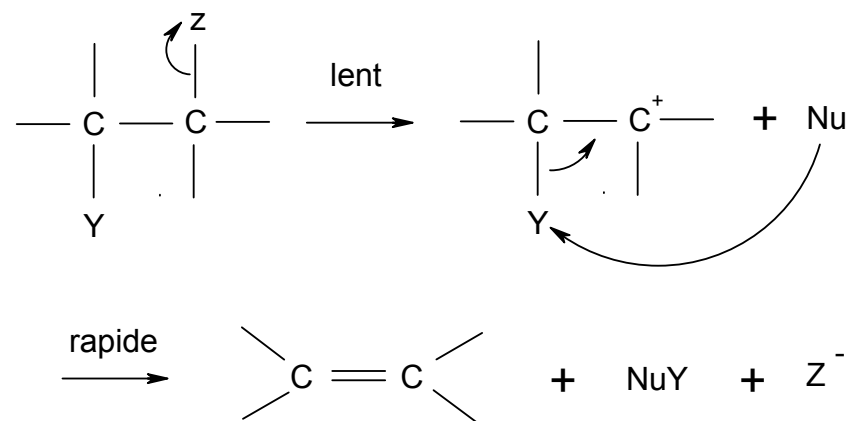


En général (H)

MÉCANISME RÉACTIONNEL DÉTAILLÉ

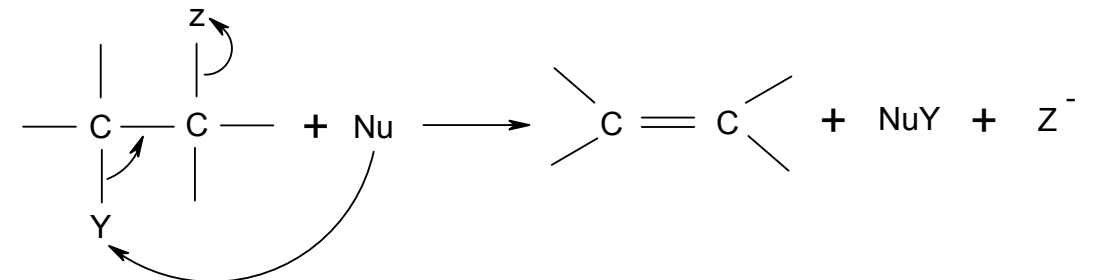
O3

E1 (en 2 étapes)



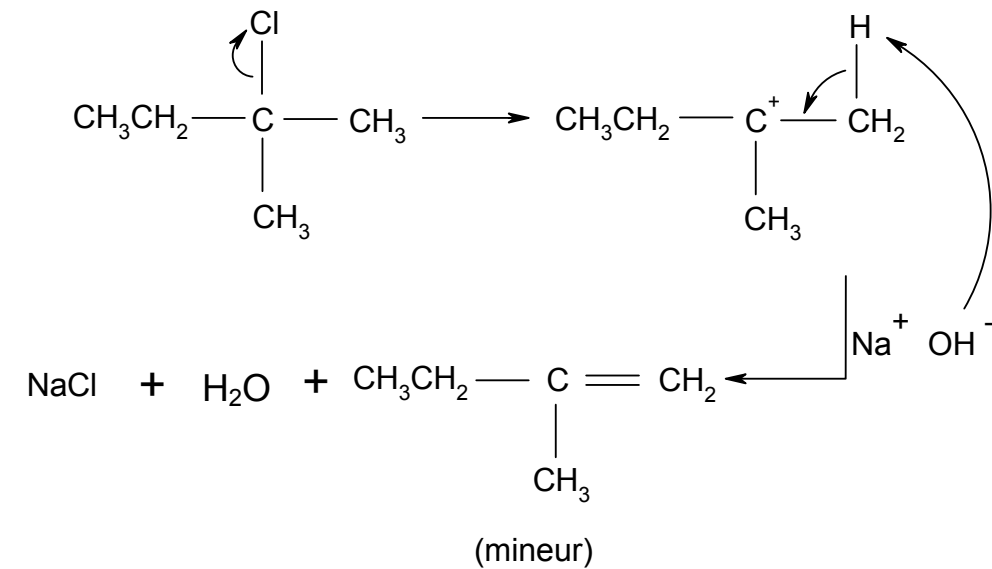
C

E2 (en 1 étape)

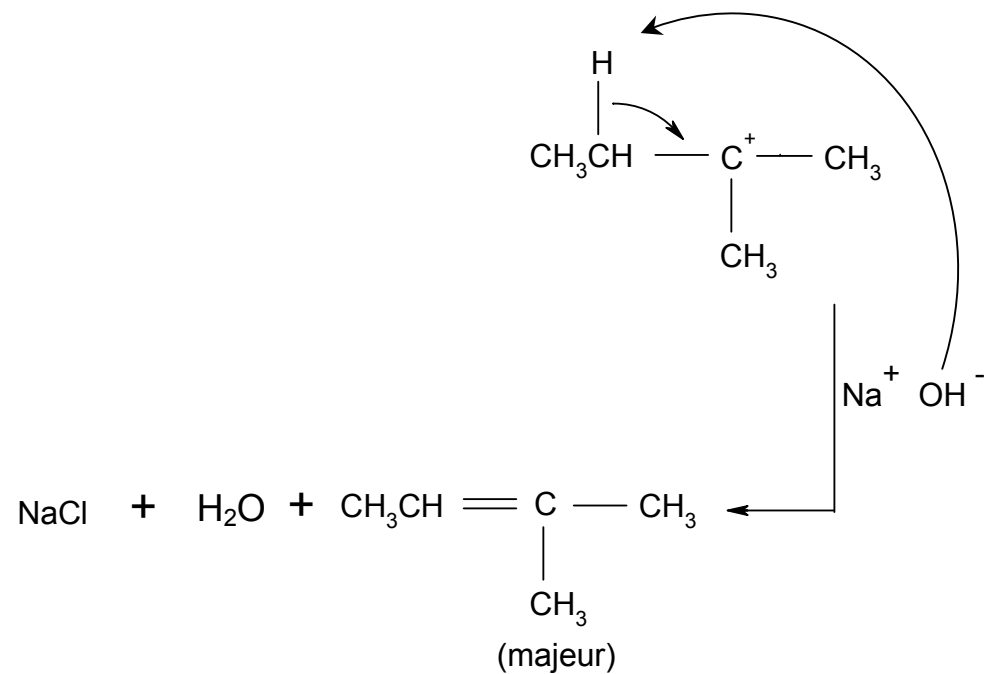


EXEMPLES

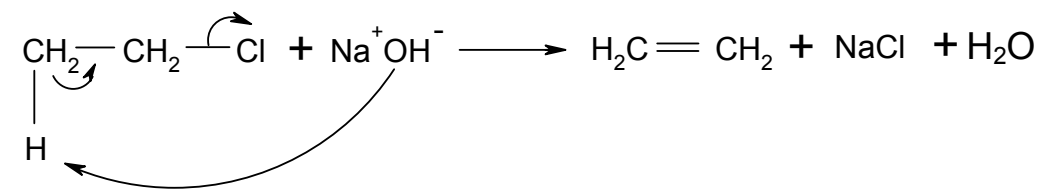
U3



Ou



T3

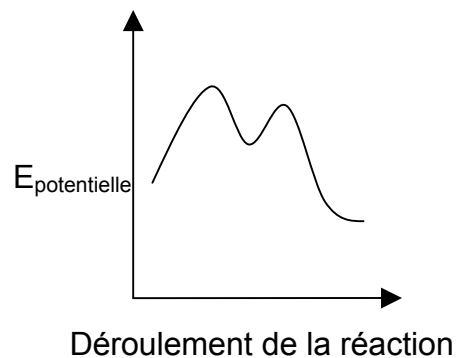


PARTICULARITÉS

S3

Conditions favorisant le mécanisme :

- Substrat tertiaire
- Solvant ionisant (polaire) qui stabilise le carbocation (eau, éthanol...)



Réaction
monomoléculaire

$$v = k [\text{substrat}]^1 \quad (\text{ordre 1})$$

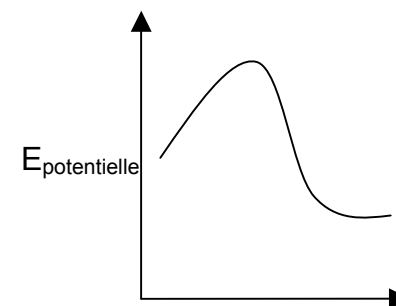
La vitesse est directement proportionnelle à la concentration du substrat seulement.

La vitesse de la réaction dépend de la vitesse de formation du carbocation.

I1

Conditions favorisant le mécanisme :

- Substrat primaire
- Solvant non-ionisant, peu polaire (benzène ou autres solvants peu ou pas polaires)



Réaction
bimoléculaire

$$v = k [\text{substrat}]^1 [\text{réactif}]^1 \quad (\text{ordre 2})$$

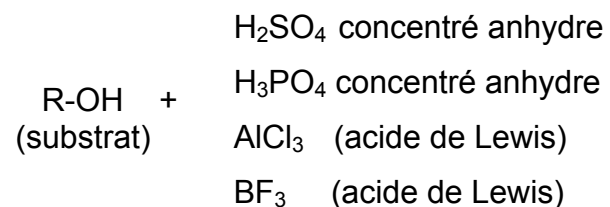
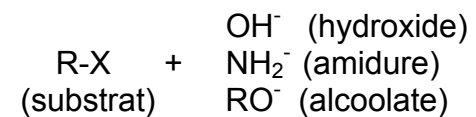
La vitesse est proportionnelle à la fois à la concentration du substrat et du réactif.

La vitesse de la réaction double si la concentration du réactif double.

PARTICULARITÉS

T2

Réactifs (nucléophiles, bases fortes)



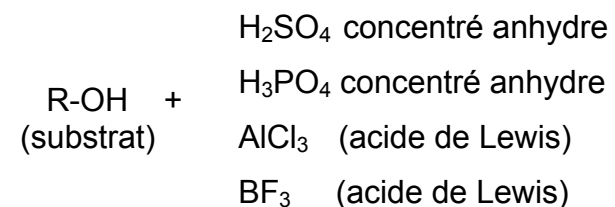
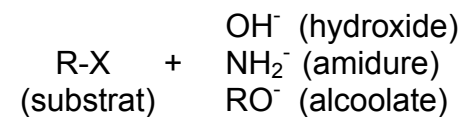
R1

Application de la règle de Saytzev :

Dans une réaction, lorsqu'il y a plusieurs carbones voisins du carbone portant le groupement amovible (β), le carbone le plus substitué (celui qui a le moins d'hydrogènes) subit l'élimination.

O4

Réactifs (nucléophiles, bases fortes concentrées, température élevée)



N1

Application de la règle de Saytzev :

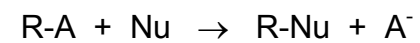
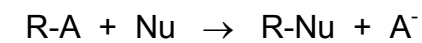
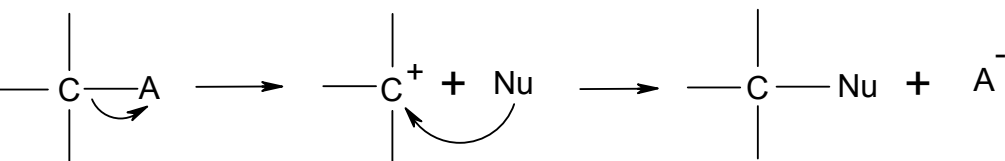
Dans une réaction, lorsqu'il y a plusieurs carbones voisins du carbone portant le groupement amovible (β), le carbone le plus substitué (celui qui a le moins d'hydrogènes) subit l'élimination.

SUBSTITUTION

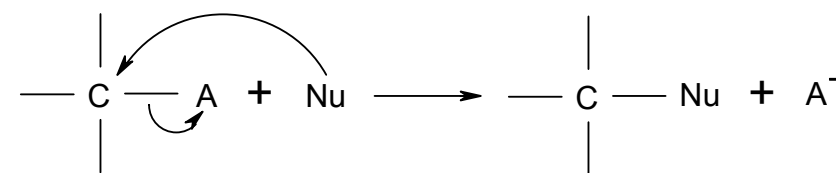
CLASSE DE
RÉACTION

NUCLÉOPHILE

NUCLÉOPHILE

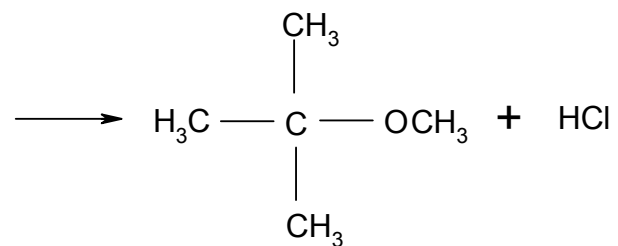
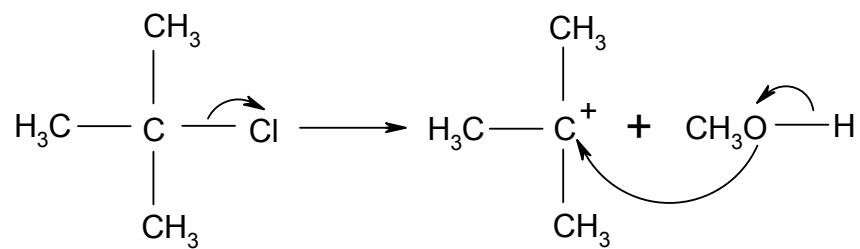
RÉACTION
GLOBALES₃I₂MÉCANISME
RÉACTIONNEL
DÉTAILLÉ

T5

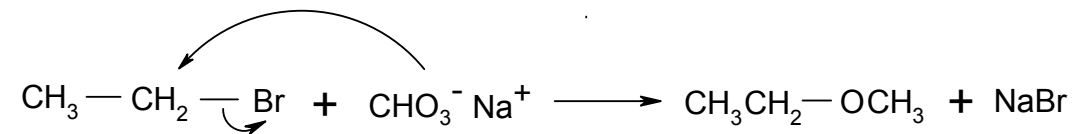
SN2 (en 1 étape)

EXEMPLES

B1



U5

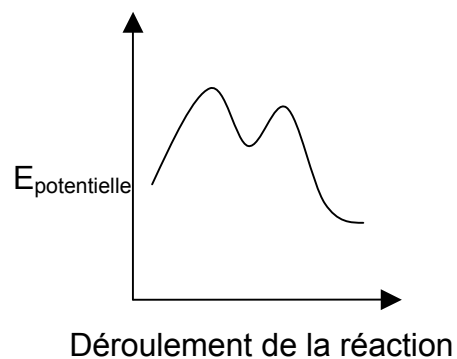


PARTICULARITÉS

S4

Conditions favorisant le mécanisme :

- Substrat tertiaire
- Substrat secondaire (si solvant polaire)
- Solvant ionisant (polaire) qui stabilise le carbocation (favorise dissociation)
- Nucléophile **faible**



Réaction monomoléculaire

$$v = k [\text{substrat}]^1 \quad (\text{ordre 1})$$

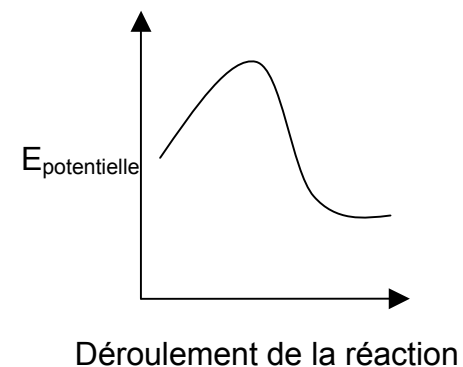
La vitesse de la réaction est directement proportionnelle à la concentration du substrat seulement.

La vitesse de la réaction dépend de la vitesse de formation du carbocation.

E2

Conditions favorisant le mécanisme :

- Substrat primaire
- Solvant non-ionisant, peu polaire (benzène ou autres solvants peu ou pas polaires)



Réaction bimoléculaire

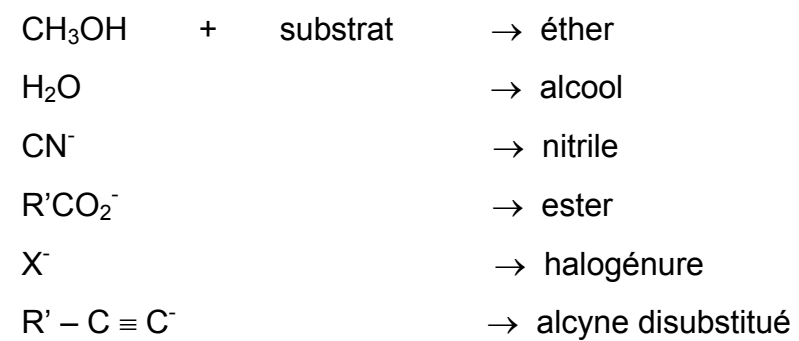
$$v = k [\text{substrat}]^1 [\text{réactif}]^1 \quad (\text{ordre 2})$$

La vitesse de la réaction est proportionnelle à la fois à la concentration du substrat et du réactif.

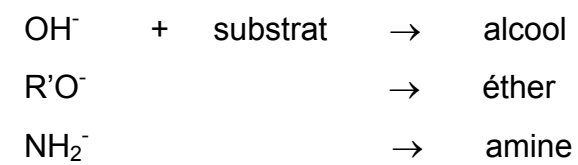
La vitesse de la réaction double si la concentration du réactif double.

PARTICULARITÉS

T4

Réactifs (nucléophiles faibles)

R2

Réactifs (nucléophiles forts)

SUBSTITUTION

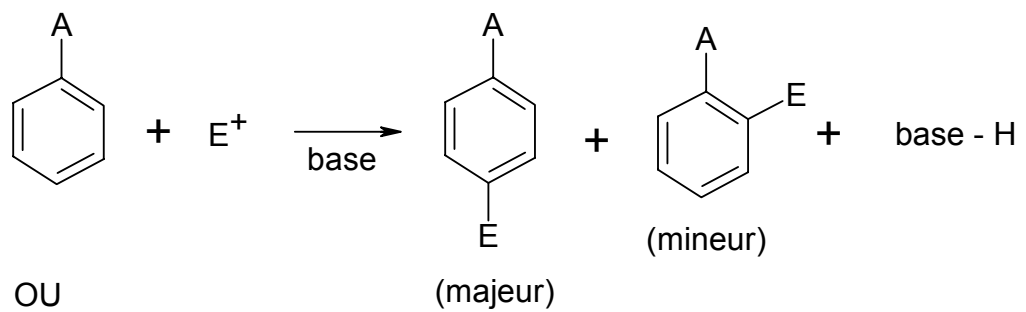
CLASSE DE
RÉACTION

ÉLECTROPHILE

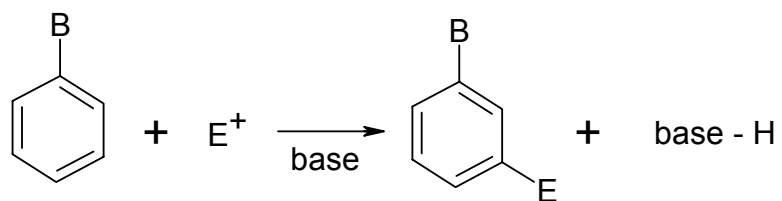
RADICALAIRE

RÉACTION
GLOBALE

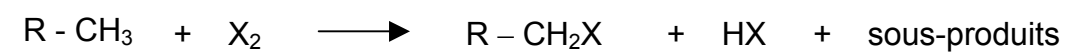
B2



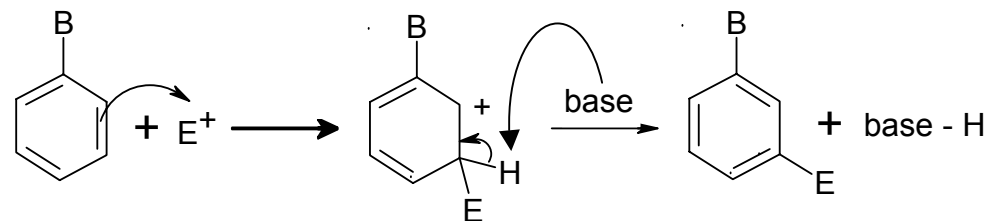
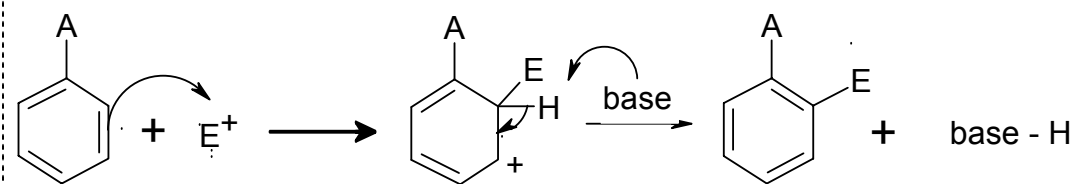
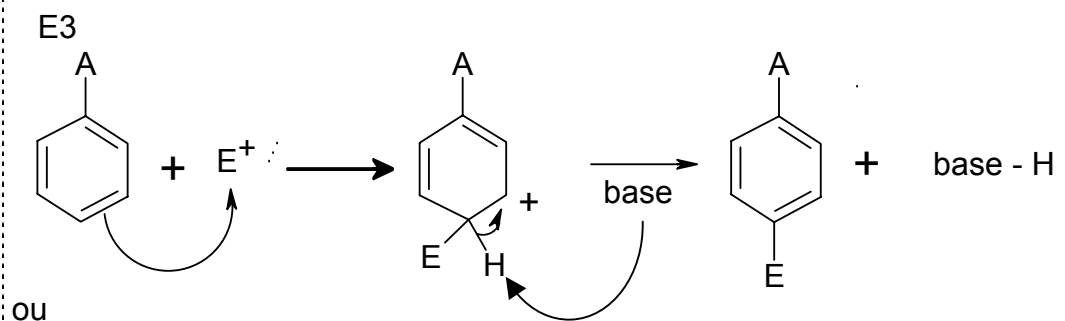
OU



H1

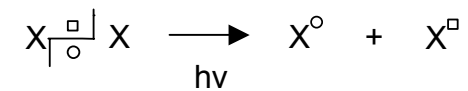


MÉCANISME
RÉACTIONNEL
DÉTAILLÉ



A3

Phase d'initiation

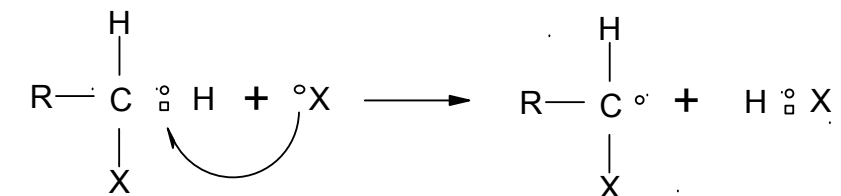
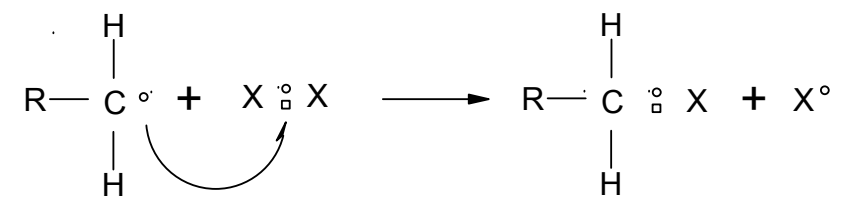
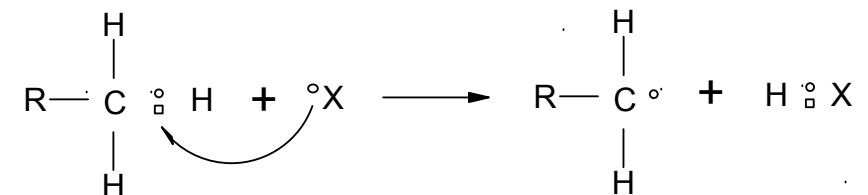


rupture
homolytique

radicaux
libres

L

Phase de propagation

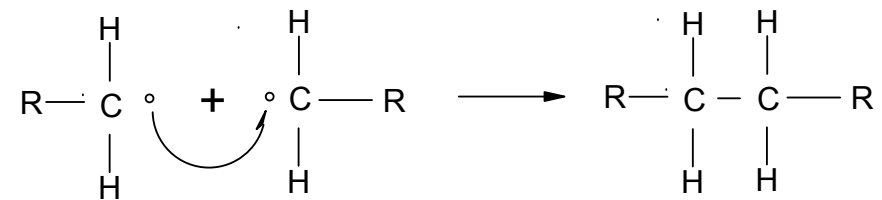
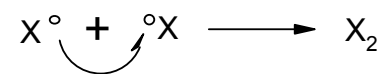


etc.

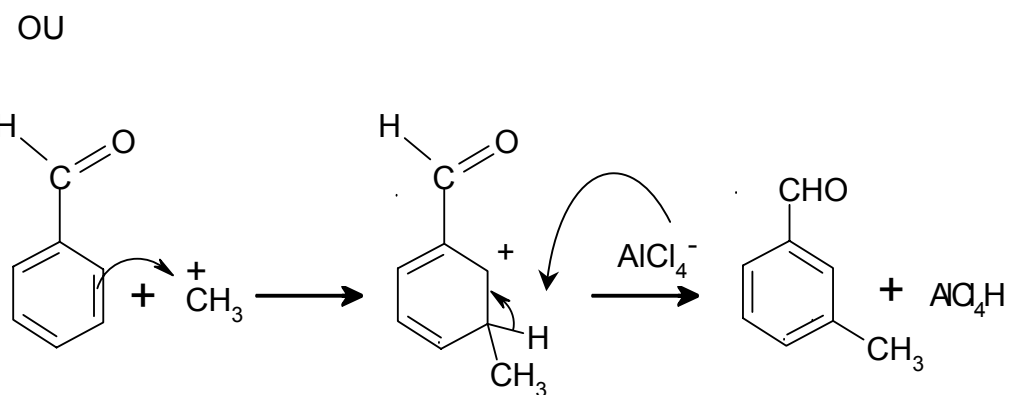
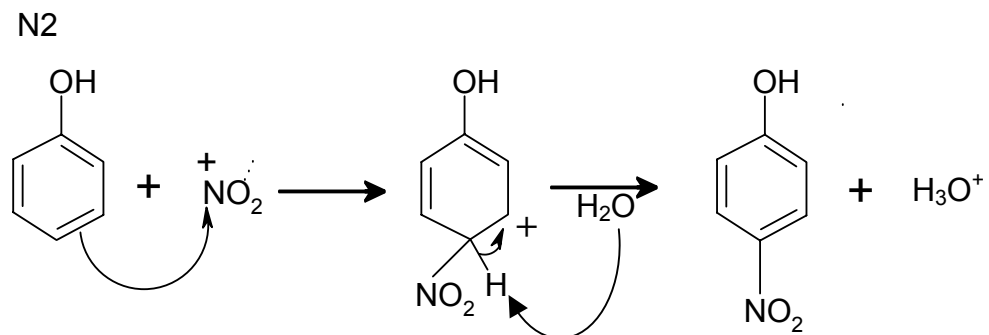
MÉCANISME
RÉACTIONNEL
DÉTAILLÉ

O5

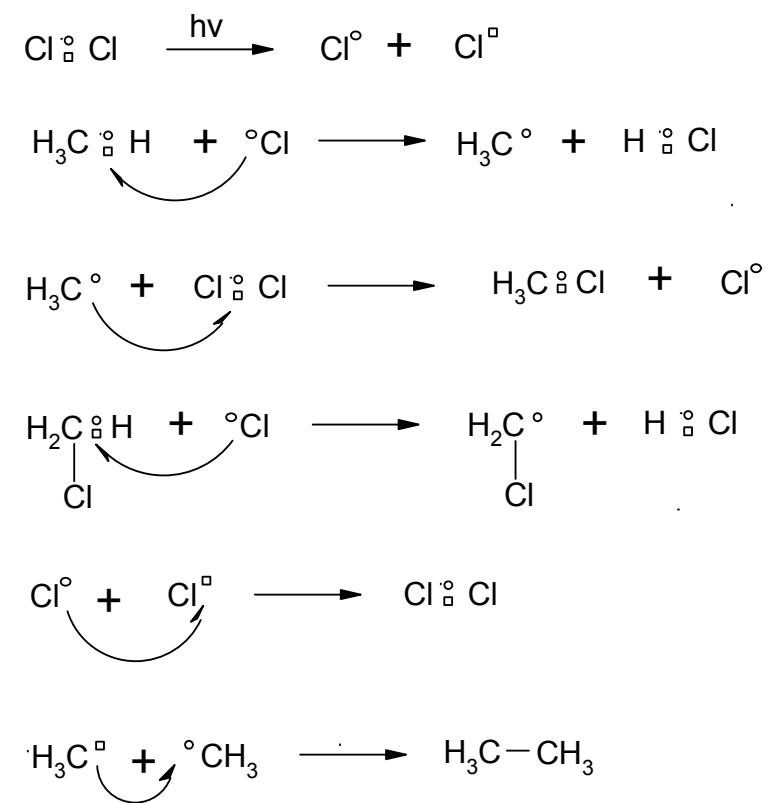
Phase d'arrêt



EXEMPLES

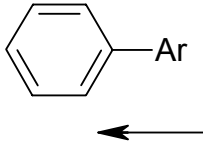
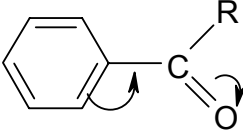
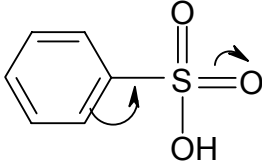
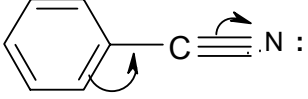
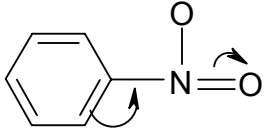


G



etc.

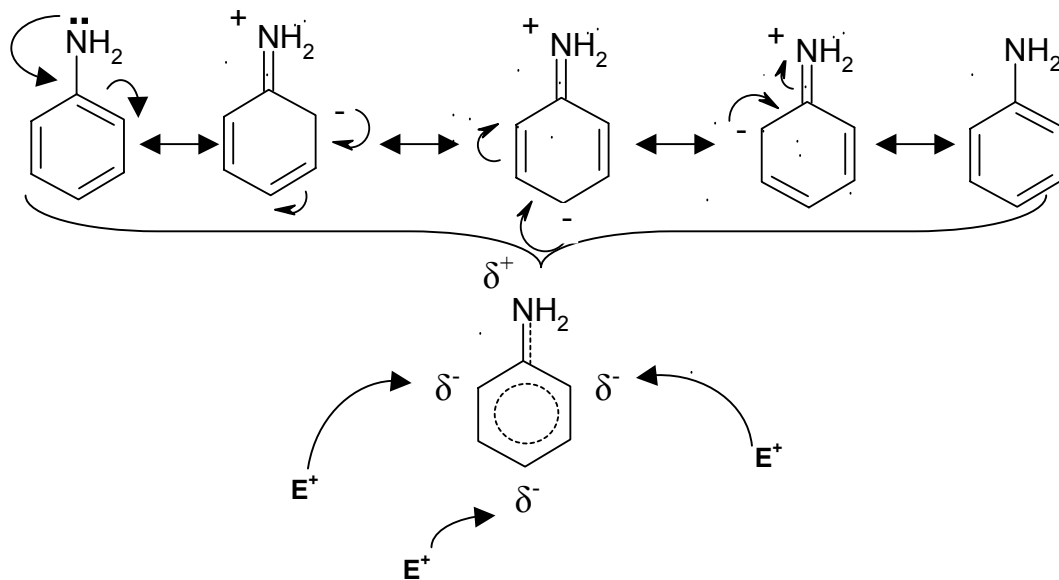
PARTICULARITÉS	Z substituant	orientation	activant/désactivant	E6
		p, o	activant	<p>Conditions favorisant ce mécanisme</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Substrat très peu réactif parce qu'il a une polarité négligeable; ✓ Nécessite un catalyseur et peut nécessiter la lumière ultra-violette.
		p, o	activant	<p>N4</p> <p>Particularités de la réaction</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Forme des radicaux libres par des ruptures homolytiques; ✓ Réaction en chaîne; ✓ Variété limitée de réactions; ✓ Mélange de produits.
		p, o	activant	
		p, o	désactivant	<p>E7</p> <p>Autres exemples de réactions radicalaires</p> <p>Réaction de Wurtz (substitution radicalaire)</p> $R-X + \xrightarrow{Na} R'-X \quad R-R + R'-R + R'-R' + NaX$
		p, o	activant	<p>Hydrogénation catalytique (addition radicalaire)</p> $\begin{array}{c} \diagup \\ \text{C} \\ \diagdown \end{array} = \begin{array}{c} \diagdown \\ \text{C} \\ \diagup \end{array} + \text{H}_2 \xrightarrow[\text{Pt}]{\text{réduction}} \begin{array}{c} & \\ \text{---C} & \text{---C---} \\ & \\ \text{H} & \text{H} \end{array}$

Z (suite-coller ensemble)		p, o	activant
PARTICULARITÉS		m	désactivant
		m	désactivant
		m	désactivant
		m	désactivant

PARTICULARITÉS

E4

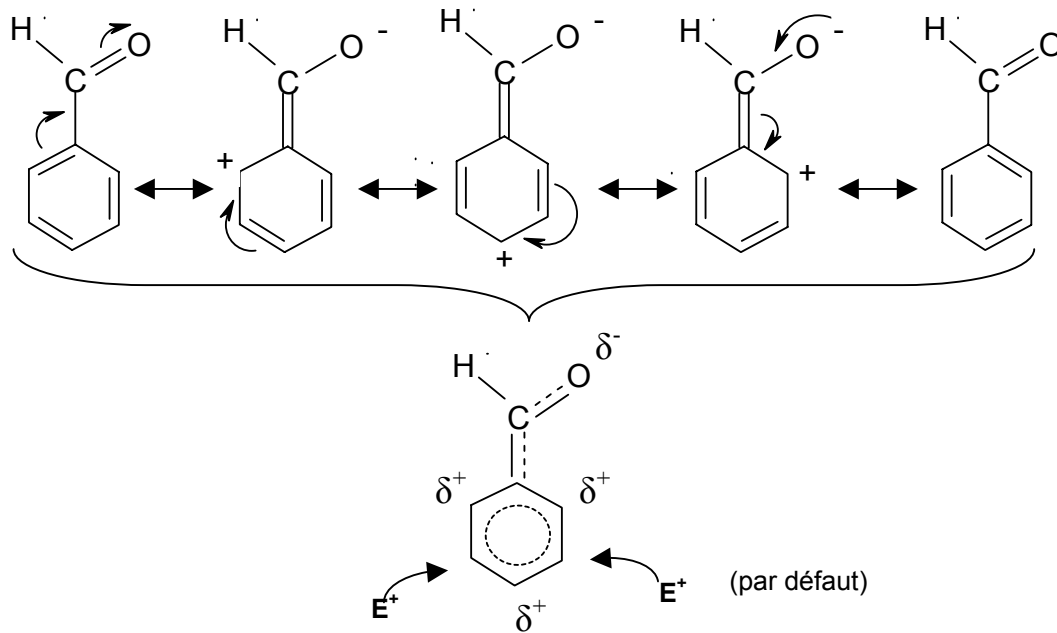
Orientation favorisée en para et en ortho



PARTICULARITÉS

N3

Orientation favorisée en meta

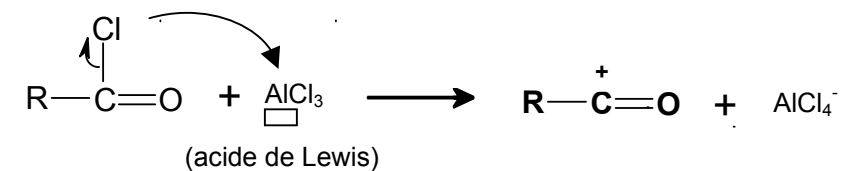
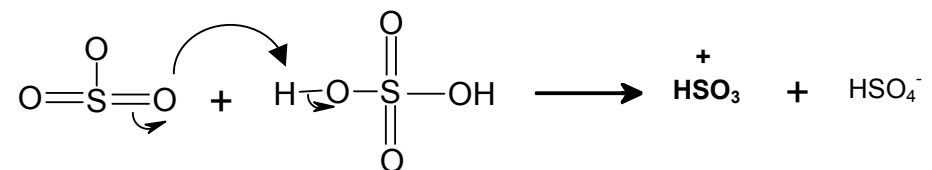
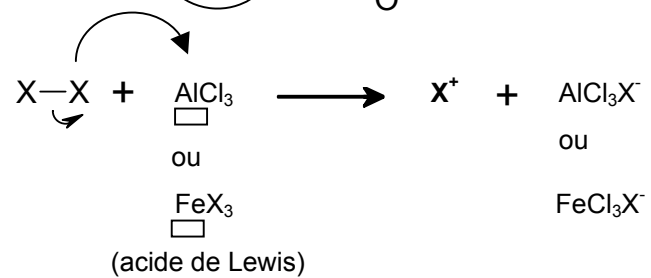
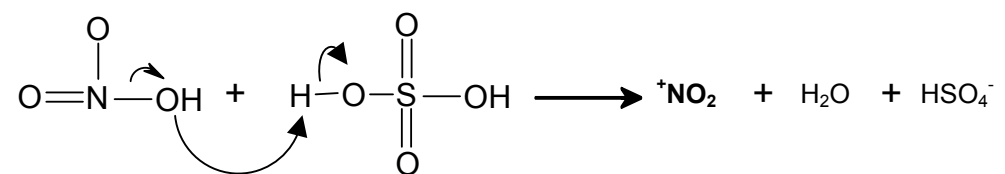
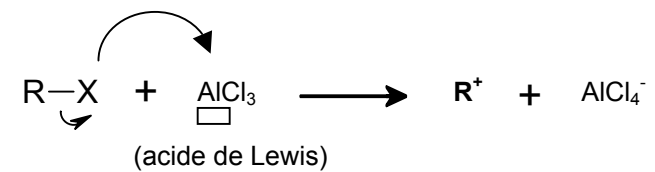


	E5 Activant	Désactivant
PARTICULARITÉS	<ul style="list-style-type: none"> √ Augmente la densité électronique du cycle benzénique par l'effet mésomère ou inductif répulsif du radical. √ Augmente la vitesse de réaction. 	<ul style="list-style-type: none"> √ Diminue la densité électronique du cycle benzénique par l'effet mésomère ou inductif attractif du radical. √ Diminue la vitesse de réaction.

PARTICULARITÉS

S5

Réactifs



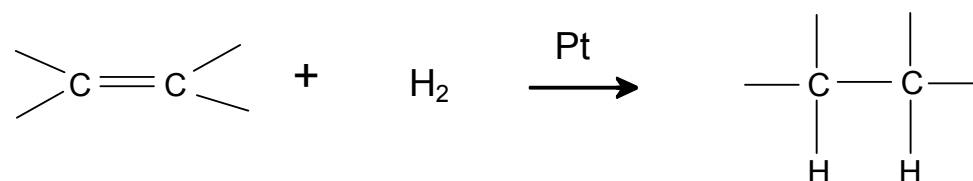
CLASSE DE
RÉACTION

RÉDUCTION

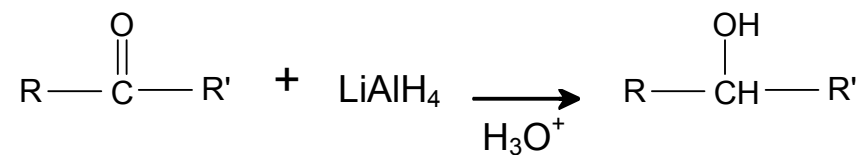
OXYDATION

RÉACTION
GLOBALEH₂

Hydrogénation catalytique (addition radicalaire aussi)



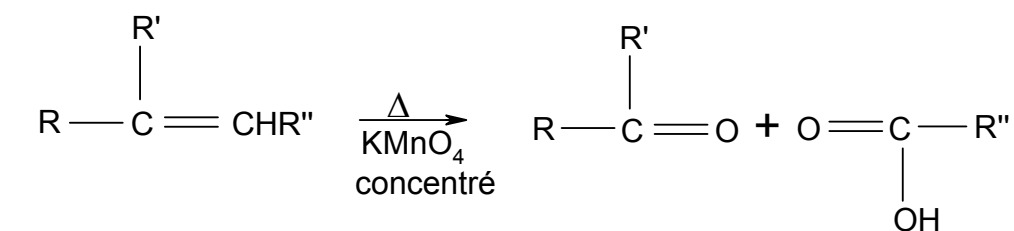
OU

Hydrogénation au moyen d'hydrures de métaux
(addition nucléophile aussi)O₆

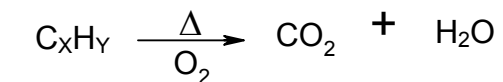
Douce



Rigoureuse



Combustion



MÉCANISME RÉACTIONNEL DÉTAILLÉ	Y1	X
EXEMPLES	<p>D1</p> <p>Hydrogénation catalytique (addition radicalaire aussi)</p> $\text{CH}_3\text{CH}=\text{CHCH}_2\text{CH}_3 + \text{H}_2 \xrightarrow{\text{Pt}} \begin{array}{c} \text{CH}_3\text{CH} - \text{CHCH}_2\text{CH}_3 \\ \quad \\ \text{H} \quad \text{H} \end{array}$ <p>Hydrogénation au moyen d'hydrures de métaux (addition nucléophile aussi)</p> $\text{H}_3\text{C}-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{CH}_3 + \text{LiAlH}_4 \xrightarrow{\text{H}_3\text{O}^+} \text{CH}_3-\overset{\text{OH}}{\text{C}}\text{H}-\text{CH}_3$	<p>Y2</p> <p>Douce</p> $\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\ \\ \text{CH}_3-\text{C}=\text{CHCH}_3 \end{array} \xrightarrow[\text{dilué}]{\text{KMnO}_4} \begin{array}{c} \text{CH}_3 \\ \\ \text{CH}_3-\text{C}-\text{CHCH}_3 \\ \quad \\ \text{OH} \quad \text{OH} \end{array}$ <p>Rigoureuse</p> $\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\ \\ \text{CH}_3-\text{C}=\text{CHCH}_3 \end{array} \xrightarrow[\text{concentré}]{\Delta, \text{KMnO}_4} \begin{array}{c} \text{CH}_3 \\ \\ \text{CH}_3-\text{C}=\text{O} \end{array} + \begin{array}{c} \text{O}=\text{C}-\text{CH}_3 \\ \\ \text{OH} \end{array}$ <p>Combustion</p> $\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\ \\ \text{CH}_3-\text{C}=\text{CHCH}_3 \end{array} \xrightarrow[\text{O}_2]{\Delta} \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$

PARTICULARITÉS

R3

Caractéristiques de la réaction :

- Augmentation du nombre de liens C-H
- Réactifs H₂ ou fortement hydrogénés
- Présence possible d'un catalyseur

Réactifs

Catalyseurs

H₂ Ni, Pt, Pd (addition radicalaire)

LiAlH₄ ————— (addition nucléophile)

NaBH₄ ————— (addition nucléophile)

D2

Caractéristiques de la réaction :

- Diminution du nombre de liaisons C-H
- Réactifs fortement oxygénés
- Rupture possible de liaisons C = C
- Ajout d'atomes d'oxygène dans le substrat

E8

Conditions pour la réaction « douce » :

- Basse température
- Réactif dilué :
 - o KMnO₄ dilué
 - o OsO₄ dilué
 - o Peracide $\text{R}-\overset{\text{O}}{\underset{\parallel}{\text{C}}}-\text{O}-\text{OH}$

Forme un diol

PARTICULARITÉS

S6

Conditions pour l'oxydation « rigoureuse » :

- Haute température
- Réactif concentré ou ozone :
 - o KMnO_4 concentré (à chaud)
 - o O_3 (H_2O , Zn) \rightarrow milieu réducteur
 - o O_3 (H_2O_2 , NaOH , H_3O^+) \rightarrow milieu oxydant

Peut former une cétone, un aldéhyde, un acide carboxylique et même du dioxyde de carbone.

Annexe P.2 : Solution du casse-tête

Tableau 1

CLASSE DE RÉACTION	ADDITION		RÉFÉRENCES (HUOT et ROY) ¹
	ÉLECTROPHILE	NUCLÉOPHILE	
RÉACTION GLOBALE	A1	S1	
MÉCANISME RÉACTIONNEL DÉTAILLÉ	J1	O2	addition électrophile : p. 218 addition nucléophile : p. 295
EXEMPLES	O1	M1	
PARTICULARITÉS	U2	M2	Markovnikov : p. 220
	T1	E1	p. 202

Mots secrets : AJOUT, SOMME

¹ HUOT, Richard et Gérard-Yvon ROY (1999), *Chimie organique, notions fondamentales*, Les Éditions Carcajou, 127 p.

Tableau 2

CLASSE DE RÉACTION	ÉLIMINATION		RÉFÉRENCES (HUOT et ROY) ²
	NUCLÉOPHILE	NUCLÉOPHILE	p. 197
RÉACTION GLOBALE	S2	A2	
MÉCANISME RÉACTIONNEL DÉTAILLÉ	O3	C	
EXEMPLES	U3	T3	
PARTICULARITÉS	S3	I1	p. 198
	T2	O4	p. 202
	R1	N1	p. 201

Mot secret : SOUSTRACTION

¹ HUOT, Richard et Gérard-Yvon ROY (1999), *Chimie organique, notions fondamentales*, Les Éditions Carcajou, 127 p.

Tableau 3

CLASSE DE RÉACTION	ÉLIMINATION		RÉFÉRENCES (HUOT et ROY) ³
	NUCLÉOPHILE	NUCLÉOPHILE	
RÉACTION GLOBALE	S3	I2	p. 284
MÉCANISME RÉACTIONNEL DÉTAILLÉ	U4	T5	
EXEMPLES	B1	U5	
PARTICULARITÉS	S4	E2	
	T4	R2	p. 286

Mot secret : SUBSTITUER

¹ HUOT, Richard et Gérard-Yvon ROY (1999), *Chimie organique, notions fondamentales*, Les Éditions Carcajou, 127 p.

Tableau 4

CLASSE DE RÉACTION	SUBSTITUTION		RÉFÉRENCES (HUOT et ROY) ⁴
	ÉLECTROPHILE	RADICALAIRE	
RÉACTION GLOBALE	B2	H1	électrophile : p. 257 radicalaire : p. 215
MÉCANISME RÉACTIONNEL DÉTAILLÉ	E3	A3	
		L	
		O5	
EXEMPLES	N2	G	
PARTICULARITÉS	Z (en deux morceaux – les coller)	E6	substituant/orientation : p. 259
	E4	N4	résonance : p. 139
	N3	E7	Wurtz : p. 196 hydrogén. catalytique : p. 194
	E5		
	S5		réactifs subst. élect. : p. 254

Mots secrets : BENZÈNES, HALOGÈNE

¹ HUOT, Richard et Gérard-Yvon ROY (1999), *Chimie organique, notions fondamentales*, Les Éditions Carcajou, 127 p.

Tableau 5

CLASSE DE RÉACTION	RÉDUCTION	OXYDATION	RÉFÉRENCES (HUOT et ROY)
RÉACTION GLOBALE	H2	O6	hydrogén. catalytique : p. 194 oxydation : p. 224
MÉCANISME RÉACTIONNEL DÉTAILLÉ	Y1	X	
EXEMPLES	D1	Y2	
PARTICULARITÉS	R3	D2	réduction : p. 167 oxydation : p. 166
		E8	p. 224
		S6	p. 226

Mot secret : HYDROXYDES

Annexe E.1 : Canevas de base du casse-tête

CLASSE DE RÉACTION	ADDITION		ÉLIMINATION		SUBSTITUTION		SUBSTITUTION		RÉDUCTION	OXYDATION
	électrophile	nucléophile	nucléophile	nucléophile	nucléophile	nucléophile	électrophile	radicalaire		
RÉACTION GLOBALE	15 cm									
MÉCANISME RÉACTIONNEL DÉTAILLÉ	30 cm									
EXEMPLES	20 cm									
PARTICULARITÉS	85 cm									

