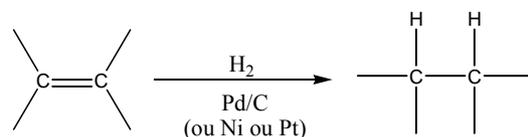


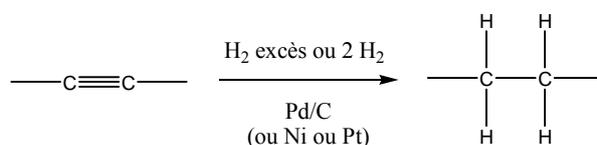
Réactions globales étudiées dans le livre *Chimie organique 1*

Préparation des alcanes et des cycloalcanes

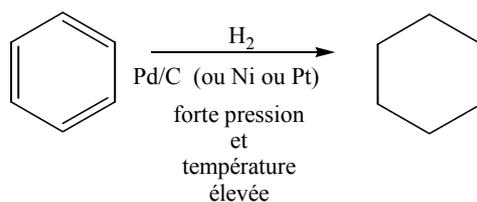
1) Hydrogénation catalytique des alcènes



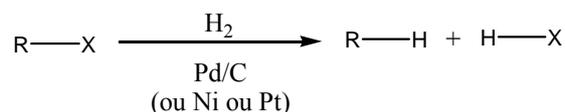
2) Hydrogénation catalytique complète des alcynes



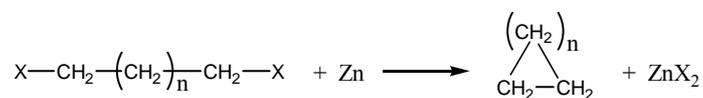
3) Hydrogénation catalytique de composés aromatiques



4) Hydrogénation catalytique de composés halogénés



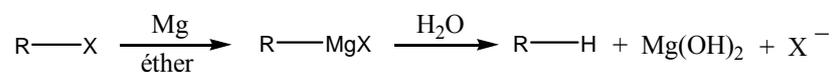
5) Déshalogénéation (couplage métallique avec le Zn)



6) Réaction de Wurtz (couplage métallique avec le sodium)



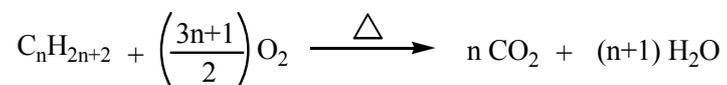
7) Formation d'un réactif de Grignard réagissant ensuite avec l'eau



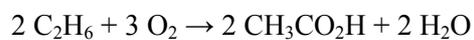
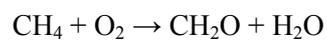
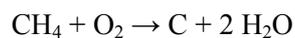
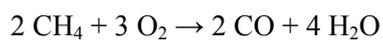
Réactivité des alcanes et des cycloalcanes

1) Combustion

A) Combustion complète



B) Combustions incomplètes

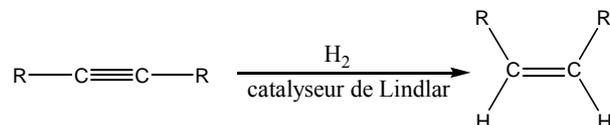


2) Halogénéation radicalaire

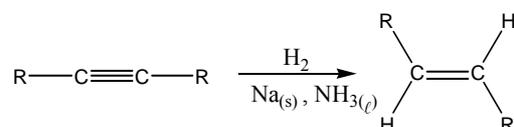


Préparation des alcènes

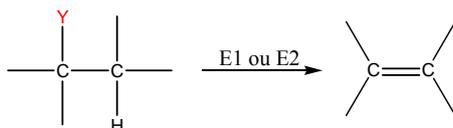
1) Hydrogénation catalytique partielle des alcynes (réduction contrôlée des alcynes et formation d'alcènes *cis*)



2) Réduction contrôlée des alcynes avec le sodium métallique (formation d'alcènes *trans*)



3) Réactions d'élimination d'ordre 2 ou d'ordre 1



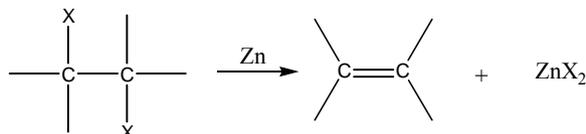
La règle de Saytzev doit être respectée.

Si **Y** est un **halogène** (Cl, Br et I) : **déshalogénéation** (base forte, KOH ou NaNH₂).

Si **Y** est un **alcool** (OH) : **déshydratation** (H₂SO₄ conc.)

* Si **Y** est une **amine** (NH₂) : **désamination (élimination de Hofmann)** (1) CH₃I (excès), et 2) Ag₂O, H₂O / Δ).

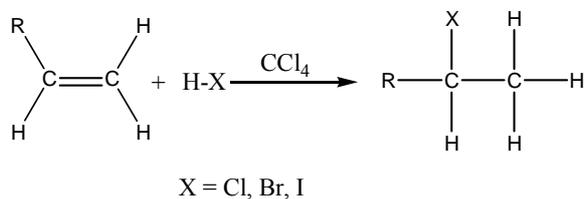
4) Déshalogénéation (couplage métallique avec le Zn)



* Une réaction précédée d'un astérisque signifie que cette réaction n'a pas été illustrée dans le manuel et qu'elle est une autre voie possible.

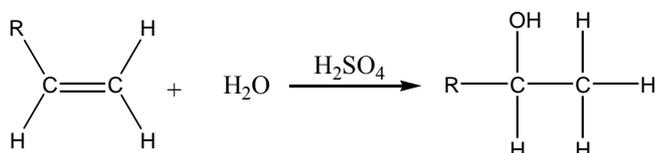
Réactivité des alcènes

1) Addition d'halogénures d'hydrogène (H-X)



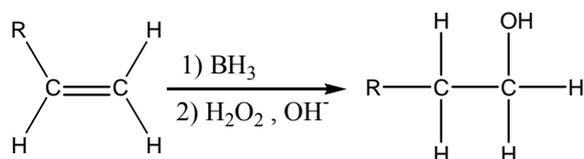
Respect de la règle de Markovnikov

2) Hydratation en milieu acide (ou addition d'eau en milieu acide)



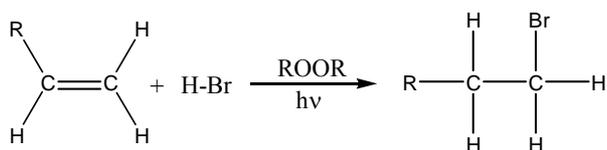
Respect de la règle de Markovnikov

3) Hydroboration



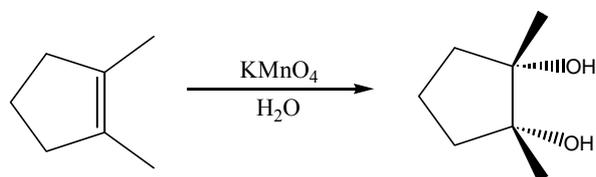
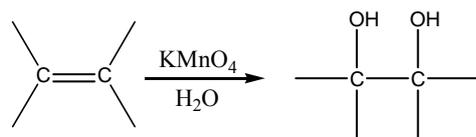
Addition globale de type anti-Markovnikov

4) Addition de HBr de type anti-Markovnikov



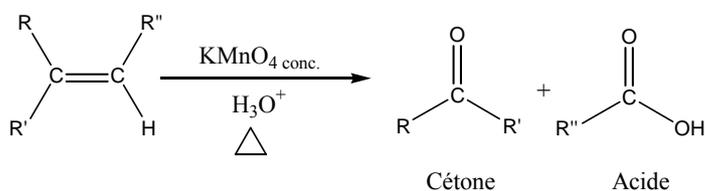
Addition globale de type anti-Markovnikov

9) Oxydation douce avec le permanganate de potassium dilué



Addition *syn*

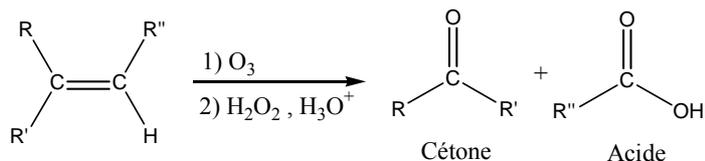
10) Oxydation forte avec le KMnO_4 ou le $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ concentré



Les aldéhydes ne sont pas conservés.
Ils sont oxydés en acides.

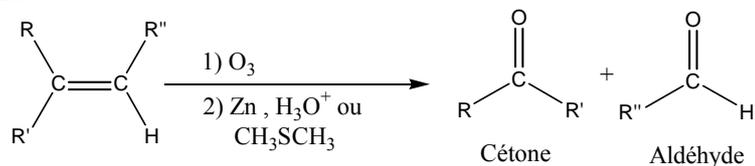
11) Ozonolyses oxydante et réductrice

Oxydante



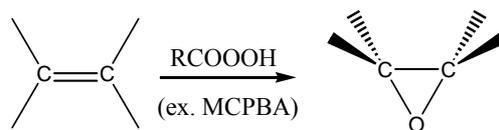
Les aldéhydes ne sont pas conservés.
Ils sont oxydés en acides.

Réductrice

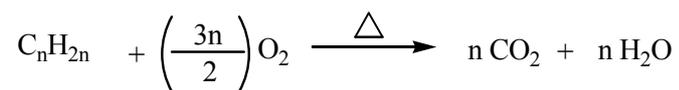


Les aldéhydes sont conservés.

12) Formation d'époxydes (époxydation)

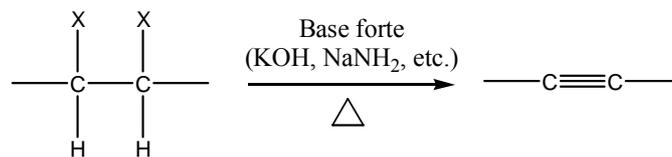


13) Combustion complète

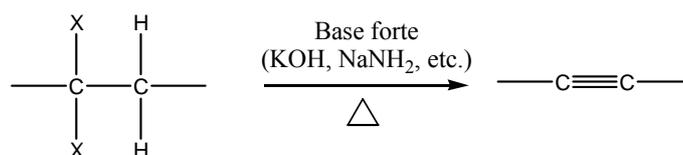


Préparation des alcynes

1) Déshydrohalogénéation double (élimination double)

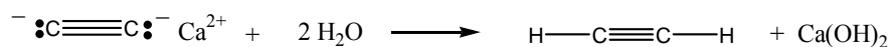
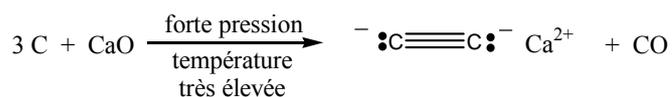


Dihalogénure vicinal



Dihalogénure géminale

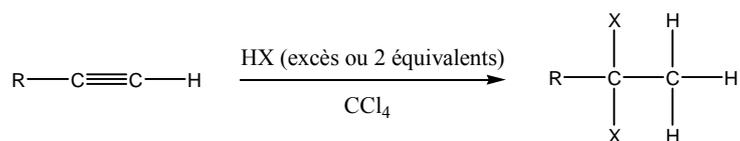
*2) Synthèse inorganique ; procédé industriel à partir du coke et de la chaux



Réactivité des alcynes

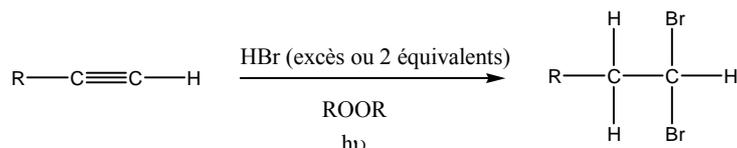
1) Addition double

A) d'halogénures d'hydrogène (H-X)



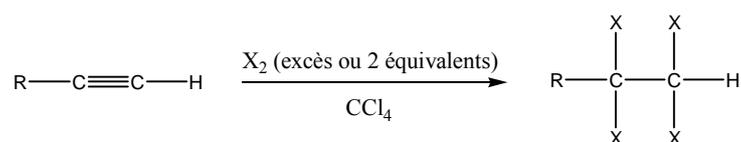
Addition selon la règle de Markovnikov)

B) de HBr de type anti-Markovnikov



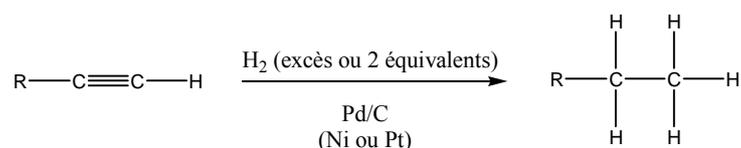
Addition de type anti-Markovnikov

C) d'halogénures (X₂) ; halogénéation

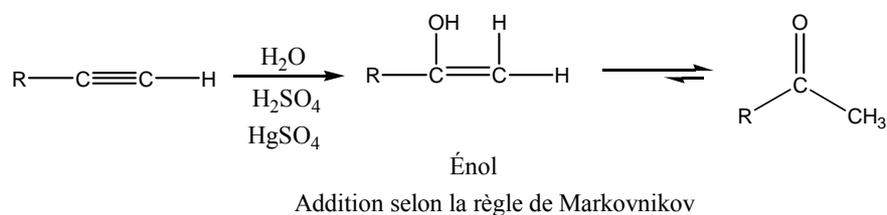


L'addition partielle (limitée à un seul équivalent) de HX, de HBr de type anti-Markovnikov et de X₂ est possible, mais plus difficile.

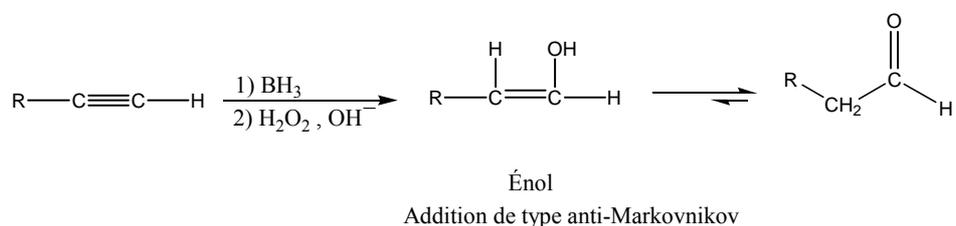
D) d'hydrogènes (H₂) ; hydrogénation catalytique



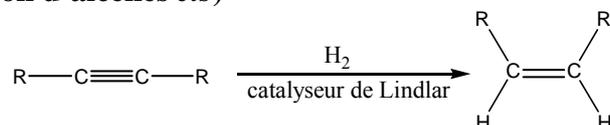
2) Hydratation en milieu acide en présence d'un catalyseur de mercure



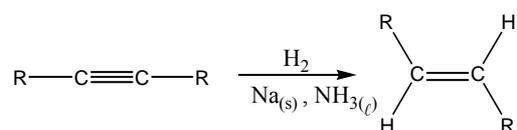
3) Hydroboration



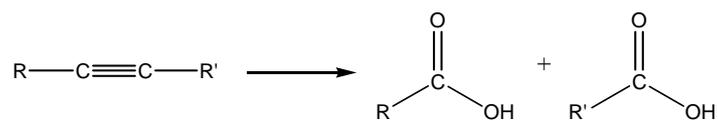
4) Hydrogénation catalytique partielle des alcynes (réduction contrôlée des alcynes et formation d'alcènes *cis*)



5) Réduction contrôlée des alcynes avec le sodium métallique (formation d'alcènes *trans*)



6) Oxydation et ozonolyse



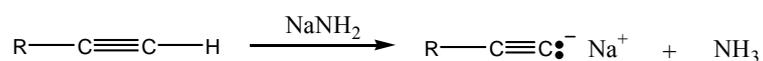
Réactifs possibles :

A) Ozonolyse : 1) O₃ et 2) H₂O

B) Oxydation au permanganate de potassium : 1) KMnO₄ conc. et 2) H₃O⁺

7) Élongation de la chaîne de carbones

A) Formation de l'acétylure (ou sel d'alcyne)

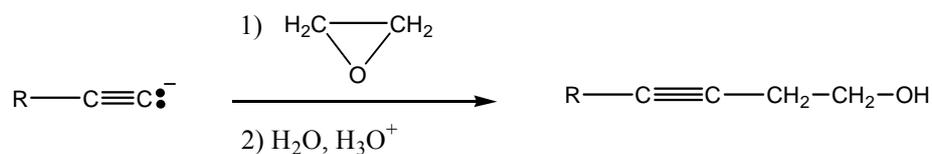


B) Réaction du sel d'alcyne avec :

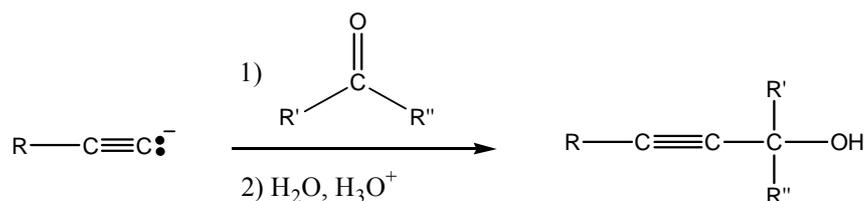
a) un composé halogéné



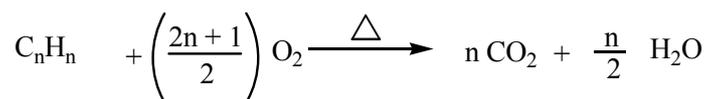
b) un époxyde



c) un aldéhyde ou une cétone

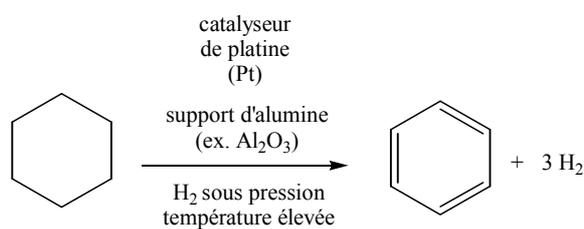


8) Combustion complète

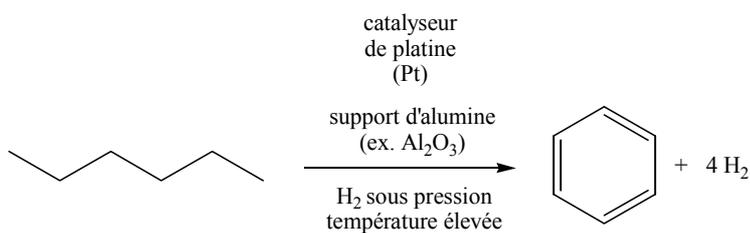


Préparation des composés aromatiques

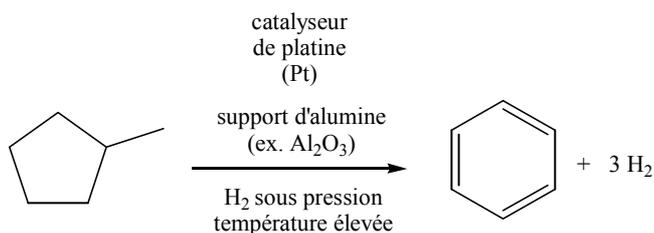
*1) Déshydrogénation des cyclohexanes



*2) Déshydrocyclisation de l'hexane

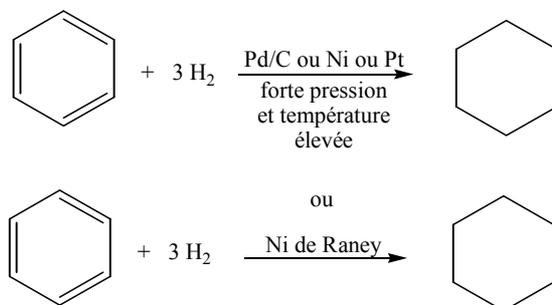


*3) Déshydroisomérisation des cyclopentanes



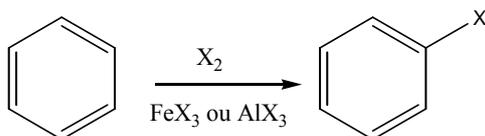
Réactivité des composés aromatiques

1) Hydrogénation catalytique

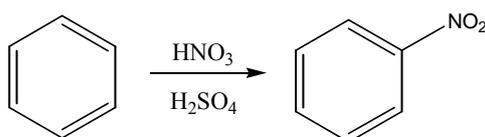


2) Substitution électrophile aromatique

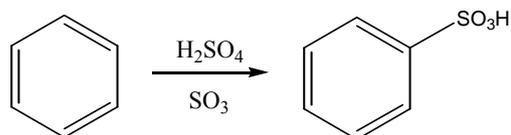
A) Halogénéation



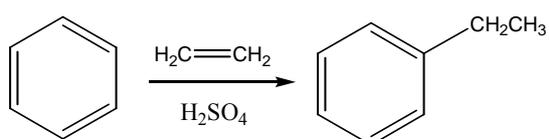
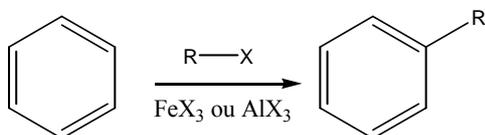
B) Nitration



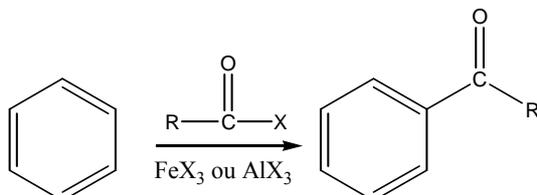
C) Sulfonation



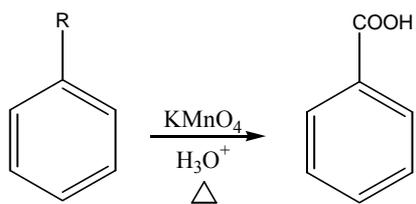
D) Alkylation de Friedel-Crafts



E) Acylation de Friedel-Crafts



3) Oxydation des chaînes alkyles

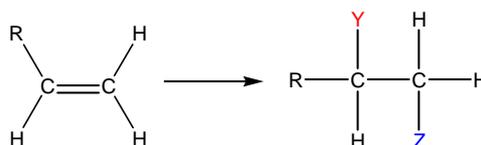


Préparation des composés halogénés

1) Halogénéation radicalaire des alcanes



2) Additions électrophiles sur un alcène



A) d'halogénures d'hydrogène (H-X) : ; **Y** = halogène et **Z** = hydrogène

Réactifs : H-X (où X = Cl, Br et I), CCl₄ (respect de la règle de Markovnikov)

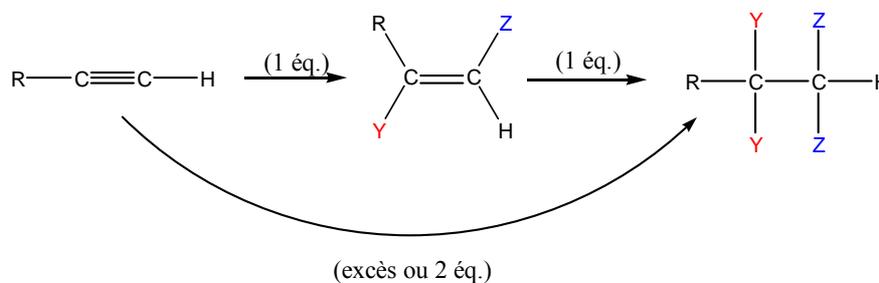
B) de HBr de type anti-Markovnikov : ; **Y** = hydrogène et **Z** = halogène

Réactifs : H-Br, ROOR, hν

C) halogénéation : ; **Y** et **Z** = halogènes

Réactifs : X₂ (où X = Cl, Br), CCl₄ (addition *anti*)

3) Additions électrophiles doubles sur un alcyne



A) d'halogénures d'hydrogène (H-X) ; **Y** = halogène et **Z** = hydrogène

Réactifs : H-X (où X = Cl, Br et I), CCl₄ (respect de la règle de Markovnikov)

B) de HBr de type anti-Markovnikov ; **Y** = hydrogène et **Z** = halogène

Réactifs : H-Br, ROOR, hν

C) halogénéation ; **Y** et **Z** = halogènes

Réactifs : X₂ (où X = Cl, Br), CCl₄ (addition *anti*)

L'addition partielle (limitée à un seul équivalent) de HX, de HBr de type anti-Markovnikov et de X₂ est possible, mais plus difficile.

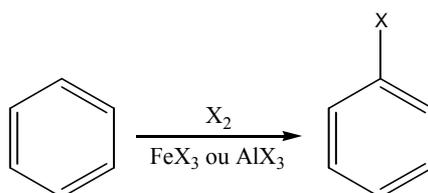
4) Réactions de substitution nucléophile à partir des alcools



Réactifs possibles :

- I) HX (où X = Cl, Br ou I) ; ajout de ZnCl₂ si alcool primaire (test de Lucas)
- II) SOCl₂
- III) PX₃ (où X = Cl ou Br)

5) Substitution électrophile aromatique ; halogénéation



Réactivité des composés halogénés

1) Substitution nucléophile (S_N1 et S_N2)



A) Formation d'alcools ; Y = OH

Réactifs : OH⁻ ou H₂O

B) Formation d'éthers ; Y = OR

Réactifs : RO⁻ ou ROH

C) Formation d'esters ; Y = OCOR

Réactifs : RCO₂⁻

D) Formation d'amines primaires ; Y = NH₂

Réactifs : NH₃

E) Formation d'amines secondaires ; Y = NHR'

Réactifs : R'NH₂

F) Formation d'amines tertiaires ; Y = NR'R''

Réactifs : R'NH R''

G) Formation de thiols ; Y = SH

Réactifs : SH⁻

H) Formation de thioéthers ; Y = SR'

Réactifs : R'SH

I) Formation de nitriles ; $Y = CN$

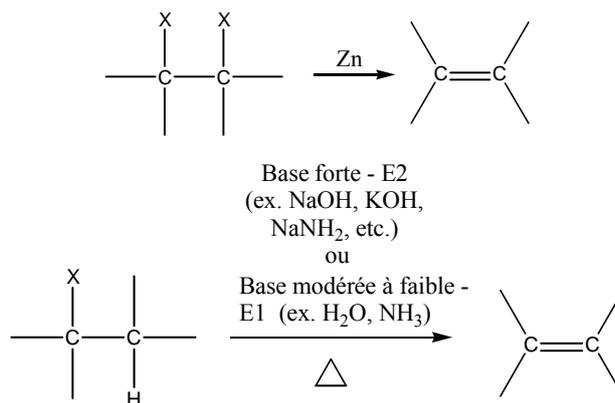
Réactifs : CN^-

J) Formation d'alcynes; $Y = C \equiv CR'$

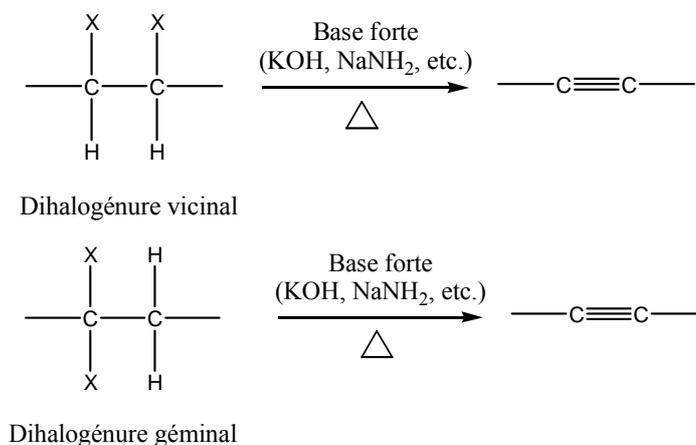
Réactifs : $R'C \equiv C^-$

2) Élimination (E1 et E2)

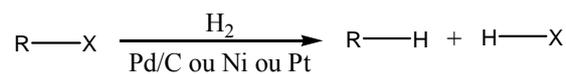
A) Formation d'alcènes



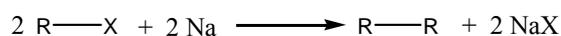
B) Formation d'alcynes (déshydrohalogénéation double)



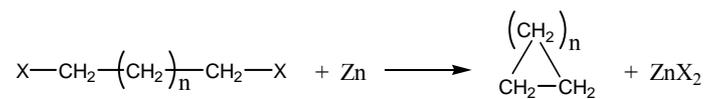
3) Hydrogénation catalytique (substitution radicalaire)



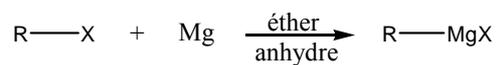
4) Réaction de Wurtz (substitution radicalaire)



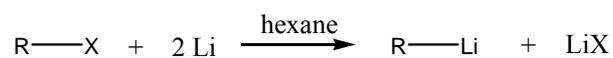
5) Formation de cycloalcanes à partir de composés dihalogénés et de zinc métallique



6) Formation d'organomagnésiens (réactifs de Grignard)

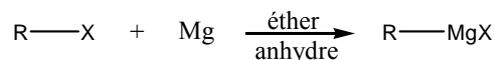


7) Formation d'organolithiens

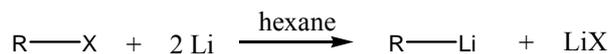


Préparation des composés organométalliques

1) Formation d'organomagnésiens (réactifs de Grignard)



2) Formation d'organolithiens



Réactivité des composés organométalliques (réactifs de Grignard)

1) Réactions acido-basiques sur des composés ayant un proton acide ou légèrement acide **H-B** (soit **H-OH** ; **H-OR** ; **H-NH₂** ; **H-NHR** ; **H-NR₂** ; **H-C≡C-R** ; **H-C≡N** ; **H-X** et **H-OCOR**)

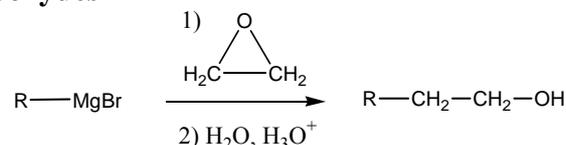


2) Substitution nucléophile sur des composés halogénés **R-X**



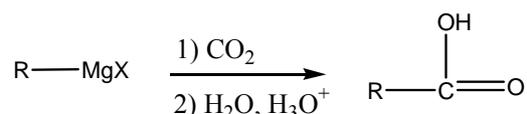
3) Additions nucléophiles

A) sur des époxydes

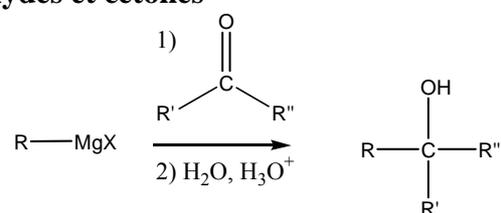


B) sur des groupements carbonyles

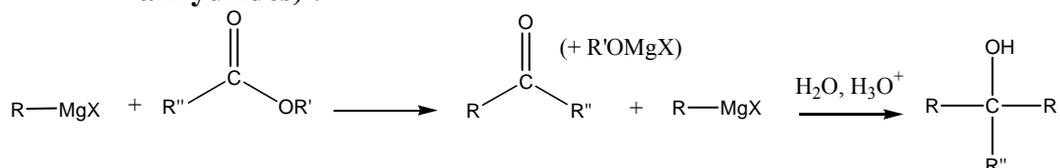
a) CO₂



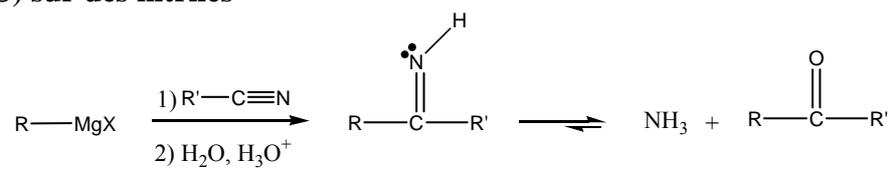
b) aldéhydes et cétones



c) dérivés d'acides carboxyliques (halogénures d'acide, esters et anhydrides) :

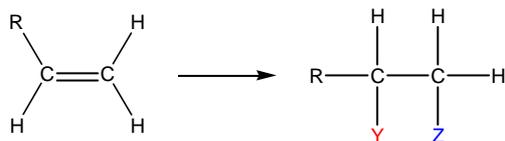


C) sur des nitriles



Préparation des alcools

1) Réactions d'addition et d'oxydation sur les alcènes



A) Hydratation ; **Y** = OH et **Z** = H (respect de la règle de Markovnikov)

Réactifs : H₂O, H₂SO₄

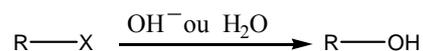
B) Hydroboration ; **Y** = H et **Z** = OH (addition globale de type anti-Markovnikov)

Réactifs : 1) BH₃ et 2) H₂O₂, OH⁻

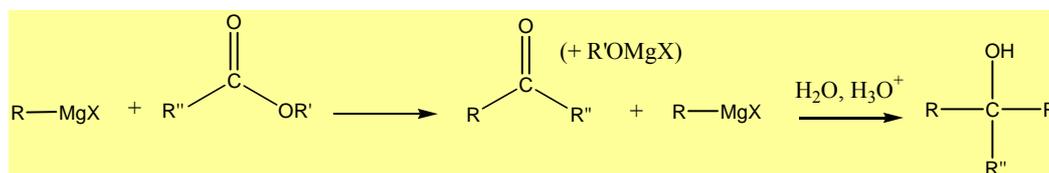
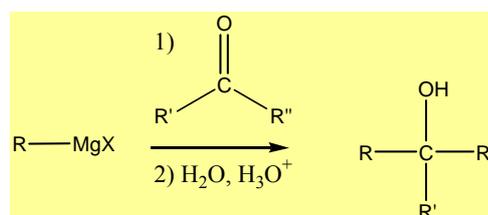
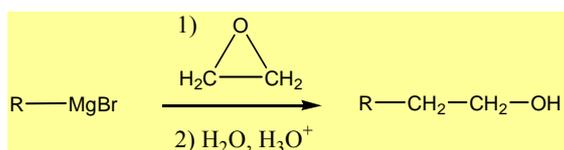
C) Oxydation douce ; **Y** et **Z** = OH (formation d'un diol)

Réactifs : KMnO₄ dilué à froid (addition *syn*)

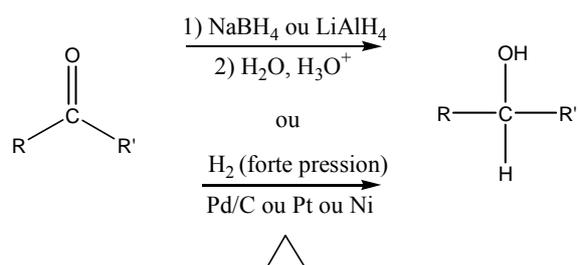
2) Substitution nucléophile sur un composé halogéné



3) Additions nucléophiles des composés organométalliques sur les époxydes, les aldéhydes, les cétones et les dérivés d'acides carboxyliques

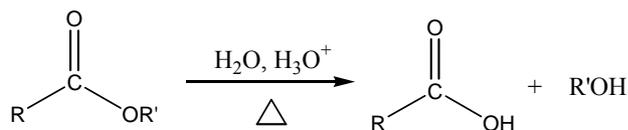


4) Réduction des aldéhydes et des cétones

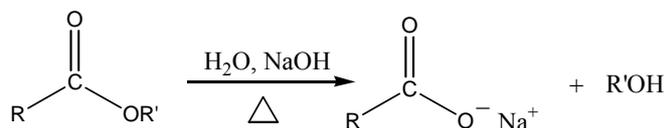


5) Hydrolyse (en milieu acide) et saponification (en milieu basique) des esters

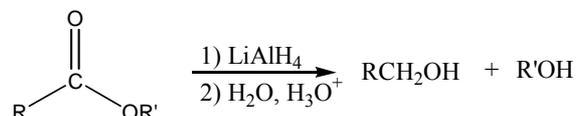
Hydrolyse:



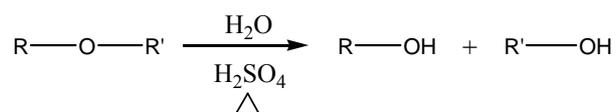
Saponification:



6) Réduction d'esters



7) Clivage d'éthers

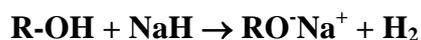


Réactivité des alcools

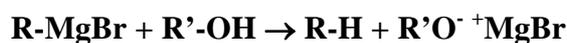
1) Réaction rédox avec un métal, formation des ions alcoolate



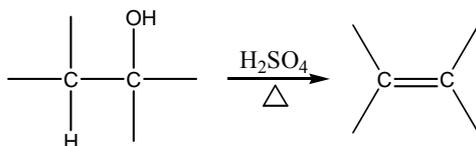
ou



2) Réactions acido-basiques avec un réactif de Grignard



3) Déshydratation (réaction d'élimination)



Si l'alcool est primaire, l'acide sulfurique est concentré et la réaction s'effectue selon un mécanisme E2.

Si les alcools sont secondaires ou tertiaires, l'acide sulfurique est dilué et la réaction s'effectue selon un mécanisme E1.

4) Réactions de substitution nucléophile ; formation de composés halogénés

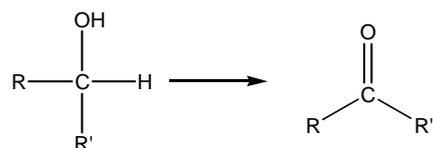
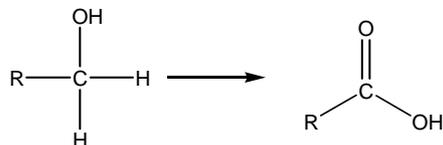


Réactifs possibles :

- I) HX (où X = Cl, Br ou I) ; ajout de ZnCl₂ si alcool primaire (test de Lucas)
- II) SOCl₂
- III) PX₃ (où X = Cl ou Br)

5) Oxydation

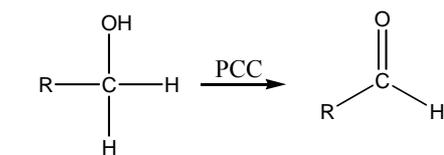
A) des alcools primaires en acides et des alcools secondaires en cétones



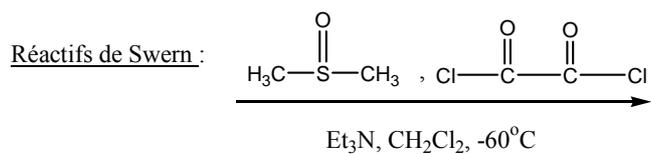
Réactifs possibles :

- I) KMnO₄ conc. en présence de chaleur
- II) K₂Cr₂O₇ (ou Na₂Cr₂O₇) / H₂SO₄, H₂O
- III) CrO₃ / H₂SO₄, acétone (réactif de Jones)

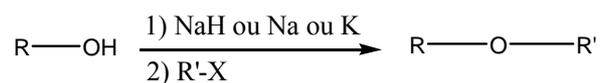
B) des alcools primaires en aldéhydes



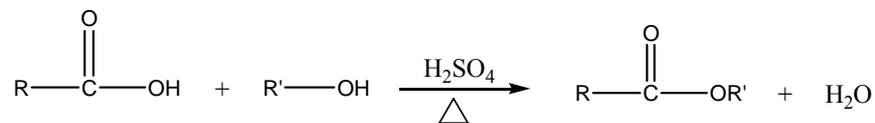
ou



6) Synthèse de Williamson ; formation d'éthers asymétriques

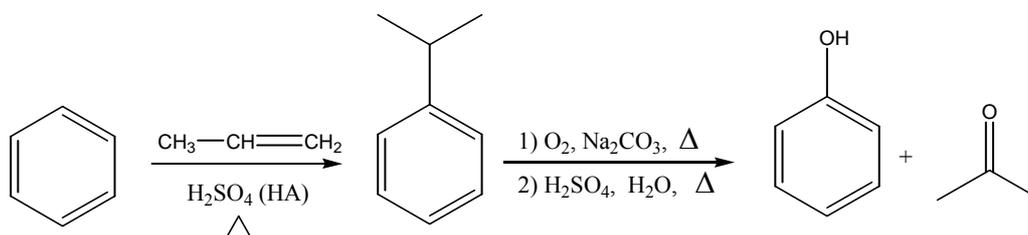


7) Estérification de Fischer ; formation d'esters

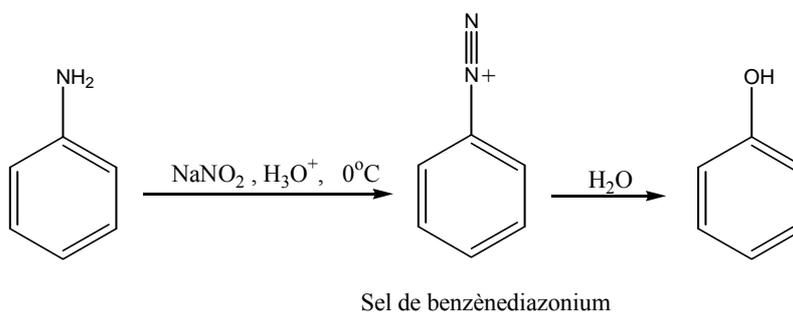


Préparation des phénols

*1) Procédé industriel (hydroperoxyde de cumène)

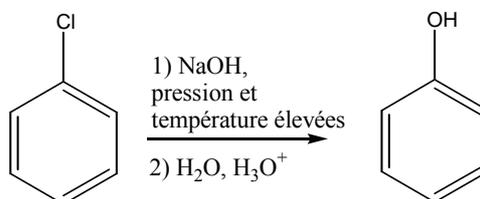


*2) Diazotation et décomposition des sels de benzènediazonium

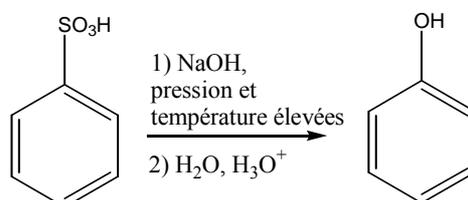


*3) Substitution nucléophile

A) sur un halogénobenzène

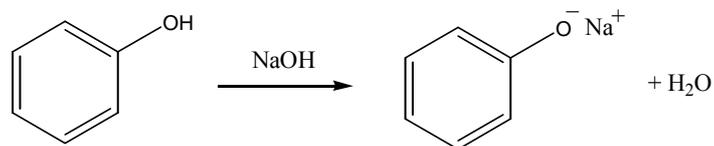


B) sur un acide benzènesulfonique



Réactivité des phénols

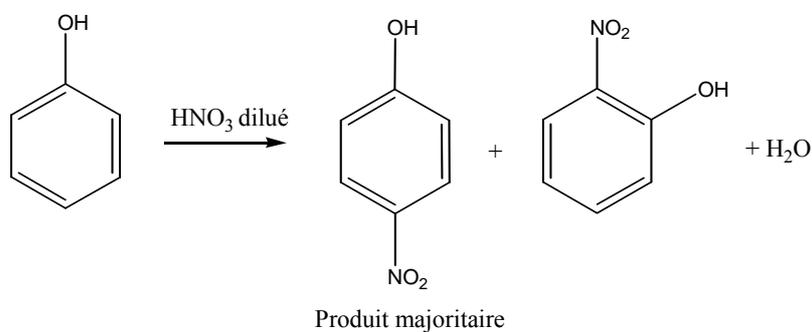
1) Réactions acido-basiques, formation d'ions phénolate



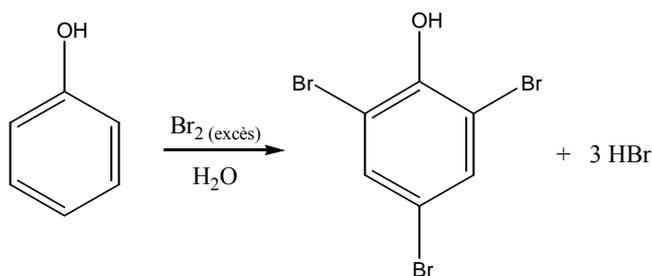
N.B. : Avec cet ion phénolate, il est possible de synthétiser des éthers en les faisant réagir avec un composé halogéné (R-X).

2) Substitutions électrophiles aromatiques

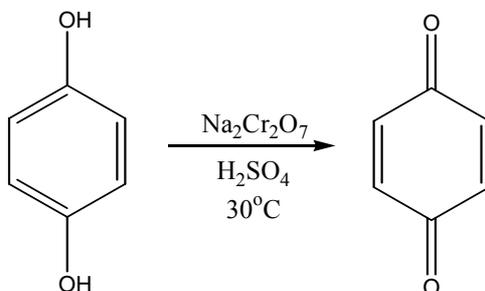
A) Nitration

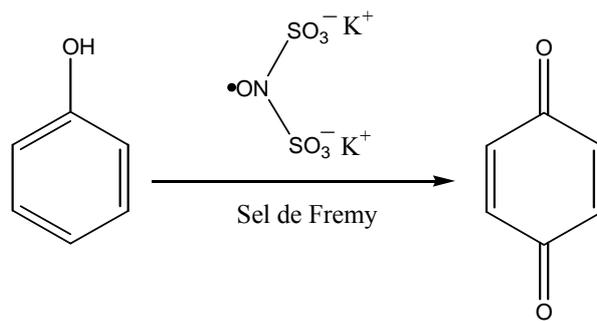


B) Bromation



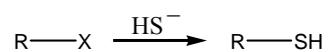
3) Oxydation menant à la formation de quinones



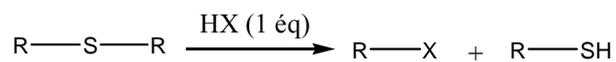


Préparation des thiols

1) Substitution nucléophile sur un composé halogéné

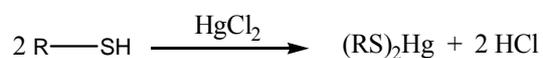


*2) Clivage de thioéthers



Réactivité des thiols

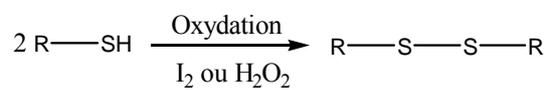
1) Formation de mercaptides (sels de mercure)



2) Formation d'ions thiolate

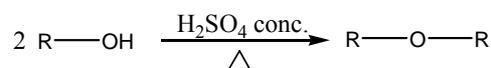


3) Oxydation en disulfures

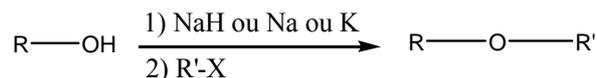


Préparation des éthers et des époxydes

1) Formation d'éthers symétriques

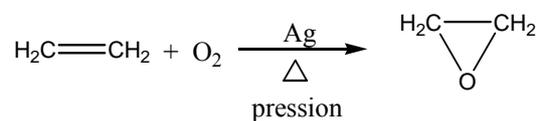


2) Synthèse de Williamson ; formation d'éthers asymétriques

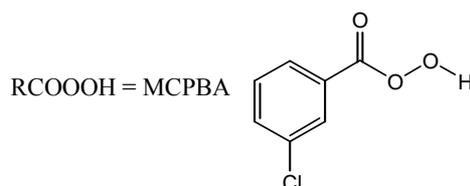


N.B. Optimale pour les alcools et composés halogénés primaires ; non recommandée pour les alcools et les composés halogénés secondaires et tertiaires.

3) Époxydation en présence d'un catalyseur d'argent

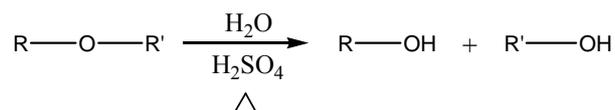


4) Époxydation avec un peracide (MCPBA)

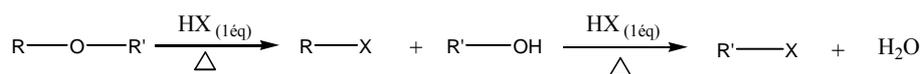


Réactivité des éthers et des époxydes

1) Clivage des éthers (formation d'alcools)

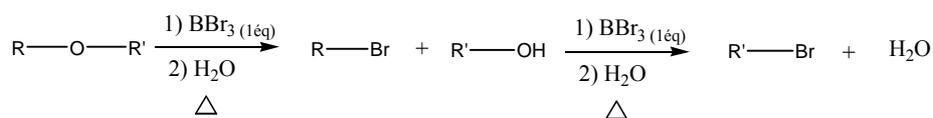
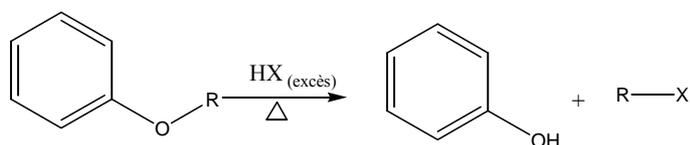


2) Clivage des éthers (formation de composés halogénés)



où X = Br ou I

X⁻ attaque le côté le moins encombré
(on suppose ici le groupement R)



3) Ouverture des époxydes en milieu acide



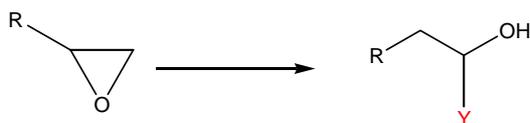
Si Y = OH

Réactifs : H₂O, H₂SO₄ conc.

Si Y = OR

Réactifs : ROH, H₂SO₄ conc.

4) Ouverture des époxydes en milieu basique



Si Y = OH

Réactifs : H₂O, OH⁻

Si Y = OR

Réactifs : ROH, RO⁻

Si Y = R

Réactifs : 1) RMgX ou RLi et 2) H₂O, H₃O⁺