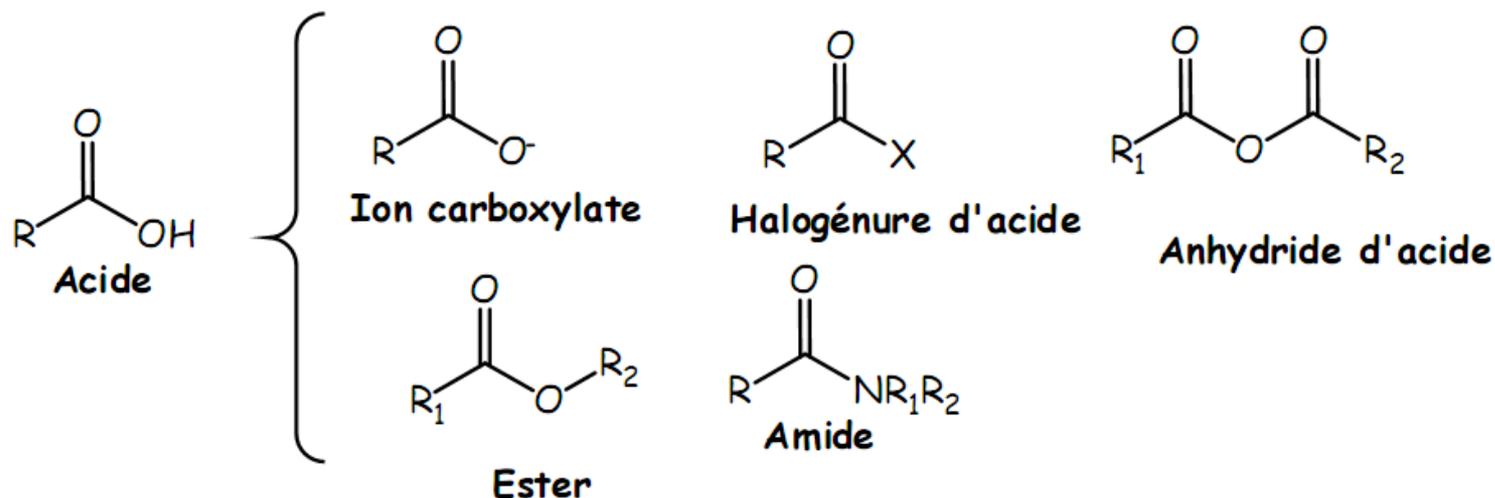


Les dérivés d'acide :

Chlorures d'acides
Anhydrides d'acides
Esters
Amides

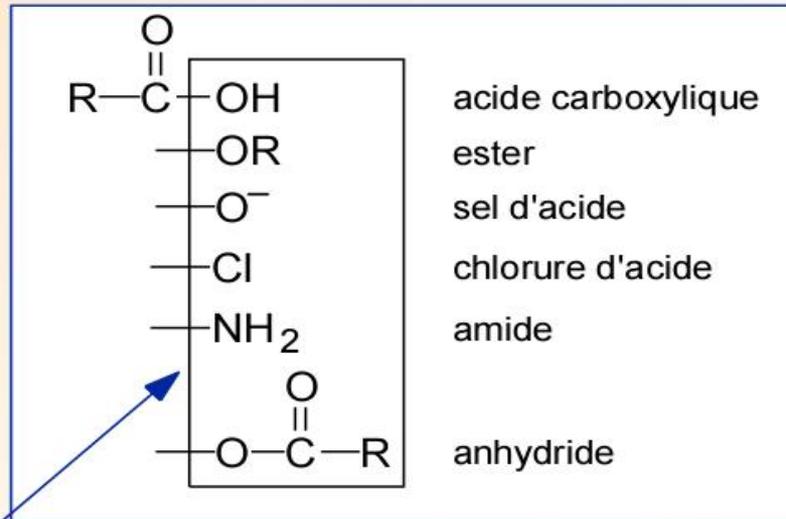
• Les groupes caractéristiques de dérivées d'acide sont :



Les propriétés chimiques des dérivés d'acide sont différentes de celles des acides.

Les propriétés chimiques des dérivés d'acide sont différentes de celles des acides.

Réactivité



Substituants [groupes amovibles]

= tous rattachés au carbonyle

par un élément

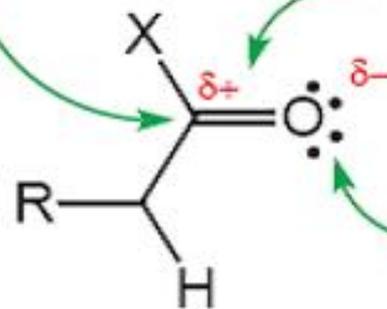
+ électronégatif que C

II) REACTIVITE

Quelles réactivités pour ces dérivés ? Identiques aux acides : addition-élimination

Attaques
nucléophiles

Réactions d'addition



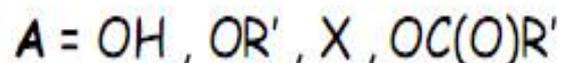
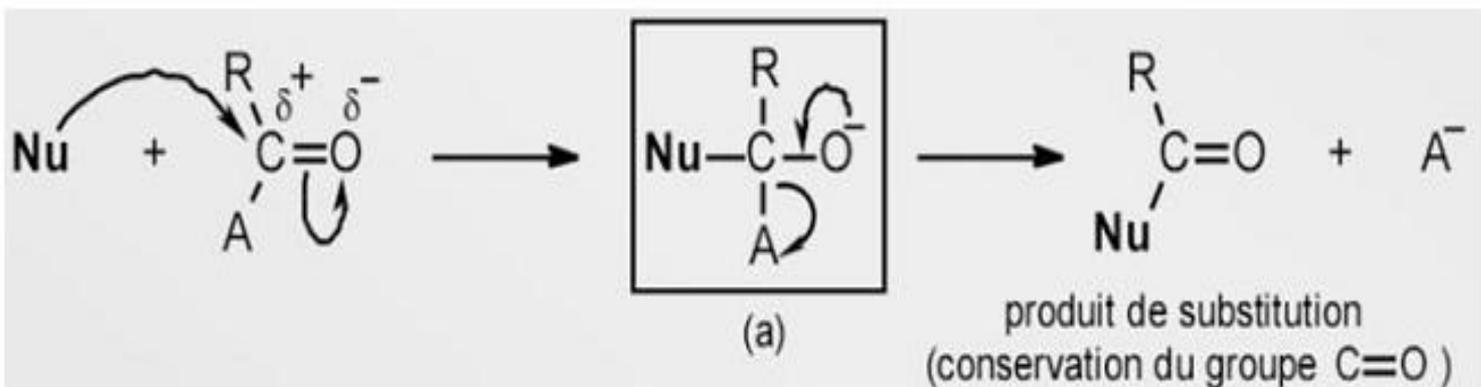
Propriétés basiques

Propriétés acides des atomes
d'hydrogène en position α

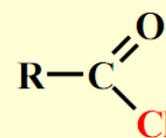
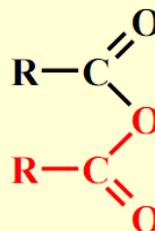
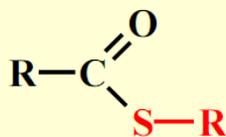
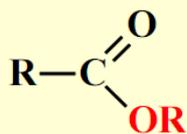
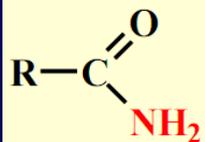
II.1- REACTIVITES COMMUNES

Réactions d'additions au niveau du carbonyle

Mécanisme général



stabilités relatives



amide

esters

thioester

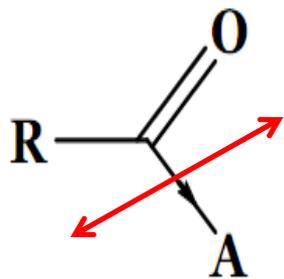
anhydride

chlorure d'acide

La stabilité thermodynamique des dérivés des acides carboxyliques dans l'eau à pH 7 suit l'ordre :

Amides > Esters > Thioesters >> Anhydrides > Chlorures d'acide

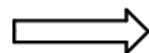
les dérivés les plus stables sont les moins réactifs.



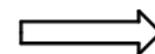
A = Cl ; OH ; OR ; OC(O)R' , NH₂

Comparons l'electronegativité des A : **Cl > O > N**

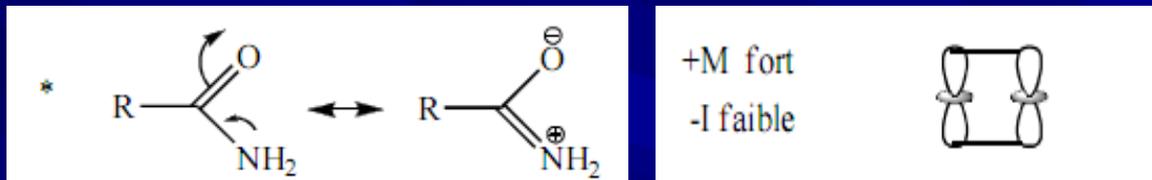
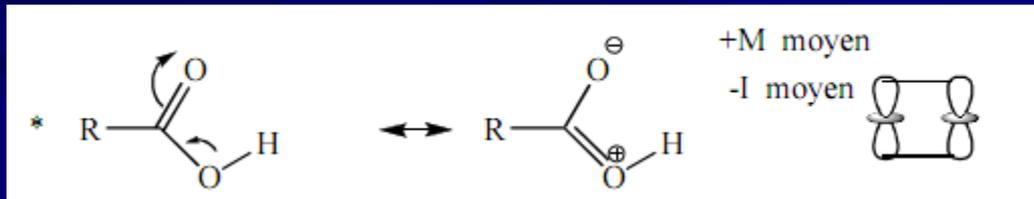
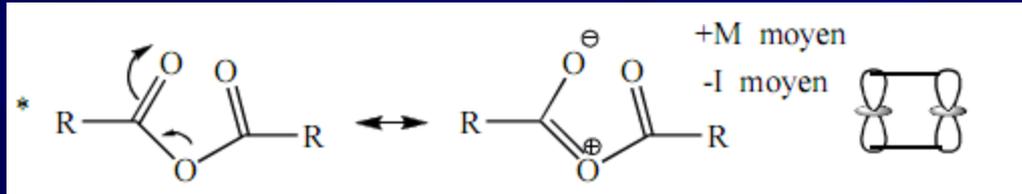
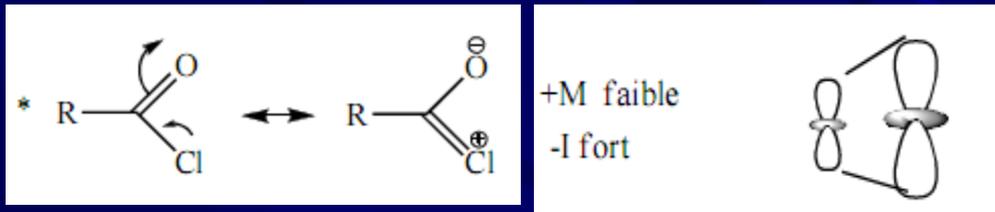
Plus A est électro-négatif plus
la liaison C-A est polarisée :



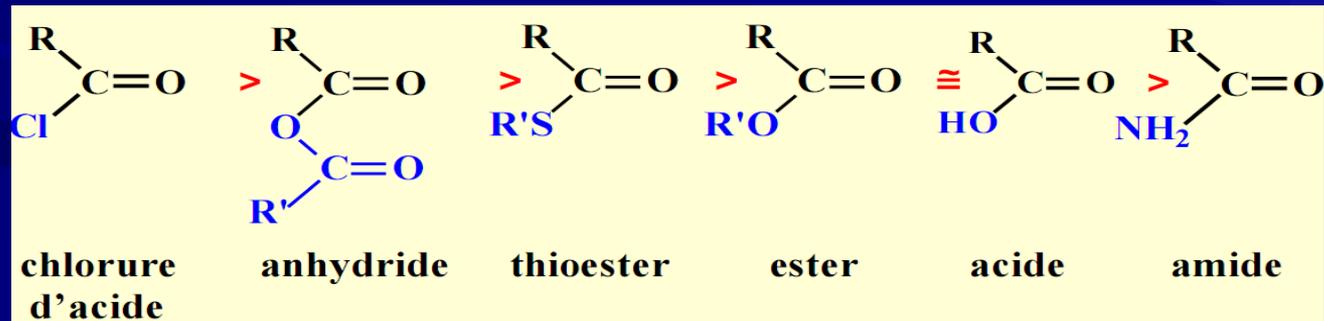
rupture facile

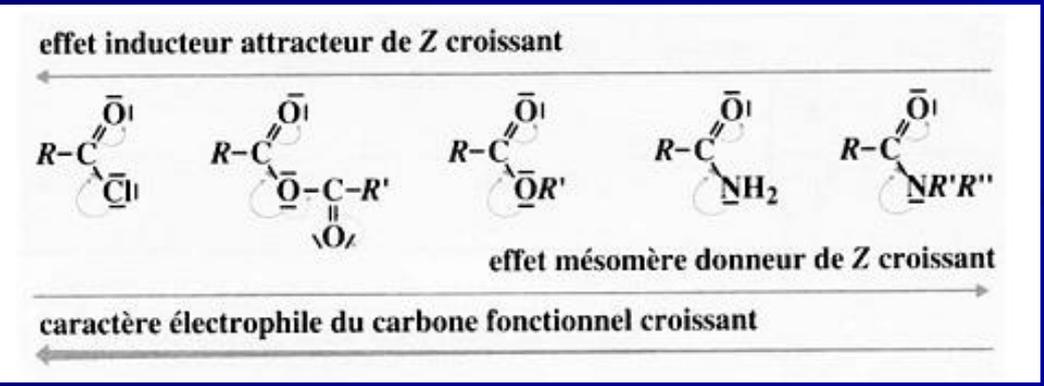
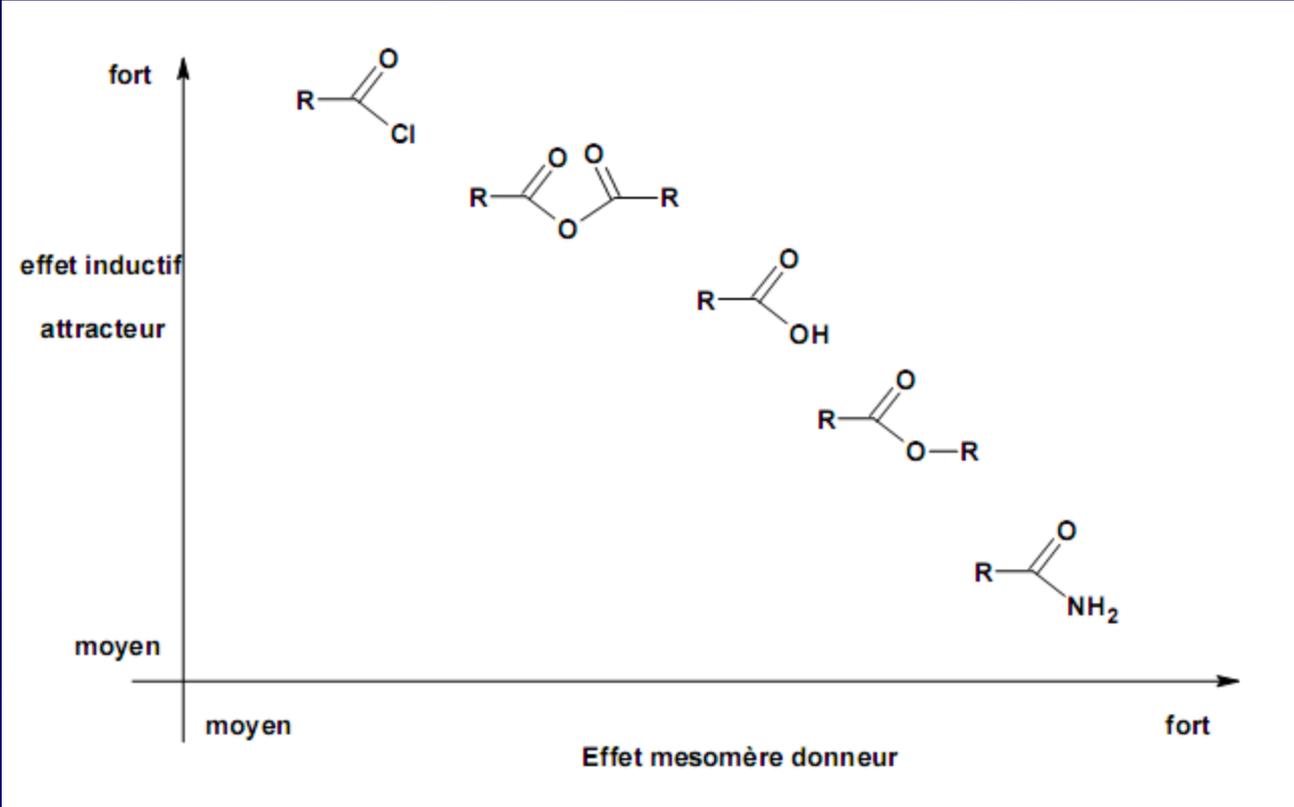


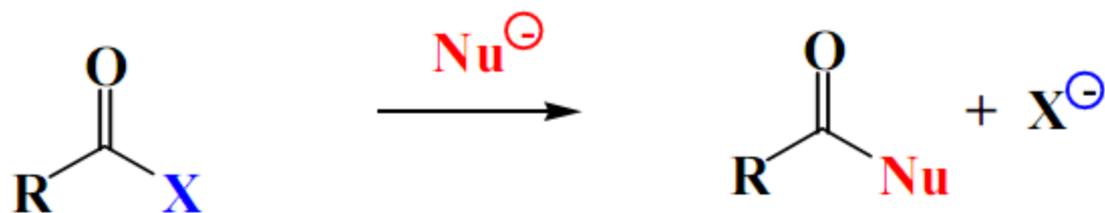
carbonyle plus réactif



Classement de réactivité par ordre décroissant





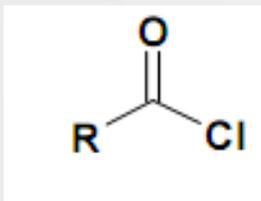


$\text{X} = \text{OH}, \text{OR}', \text{NHR}', \text{Cl}$
 OCOR' ,
 SR (thioesters),
 $\text{OPO}_3\text{R}'$ (anhydrides carboxyphosphoriques)

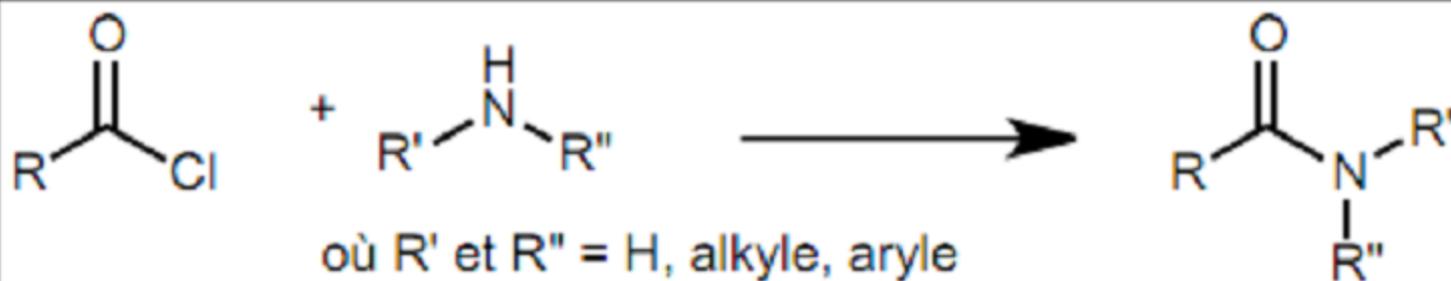
$\text{Nu} = \text{ROH}, \text{H}_2\text{O}, \text{RNH}_2$,
 $\text{RR}'\text{NH}, \text{RSH}$
 $\text{RO}^{\ominus}, \text{HO}^{\ominus}, \text{RS}^{\ominus}$

II.2- Réactions des chlorures d'acide

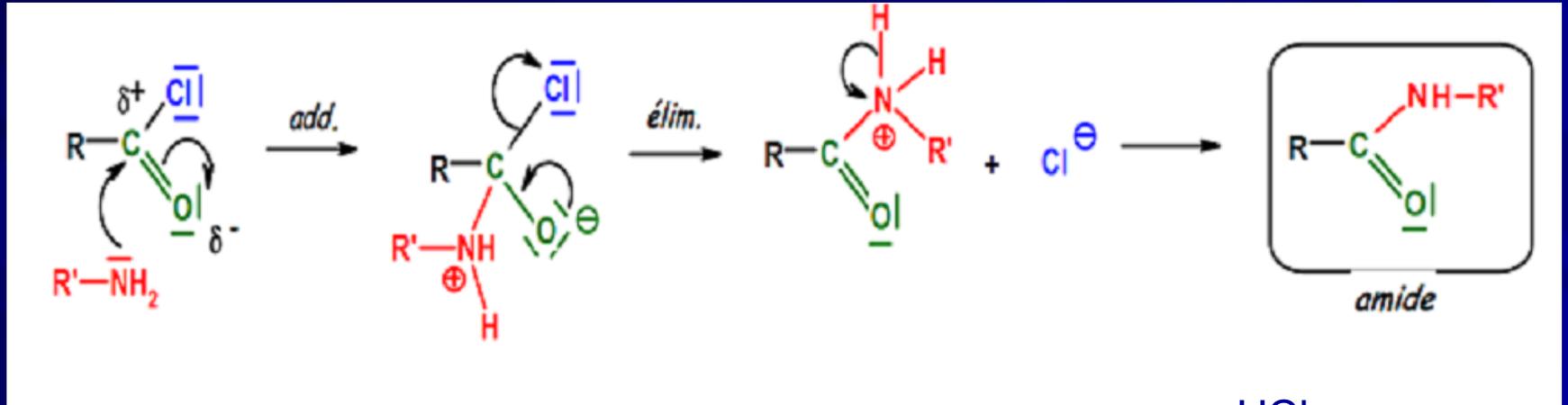
Groupe amovible (A)	Nucléophile (Nu)	Produit formé
—Cl chlorure d'acyle	H_2O	acide carboxylique
	HO^-	sel d'acide
	R—OH	ester
	RO^-	ester
	R—CO_2^-	anhydride
	ou R—NH_2	amide
	NH_2^-	amide



Action d'amine

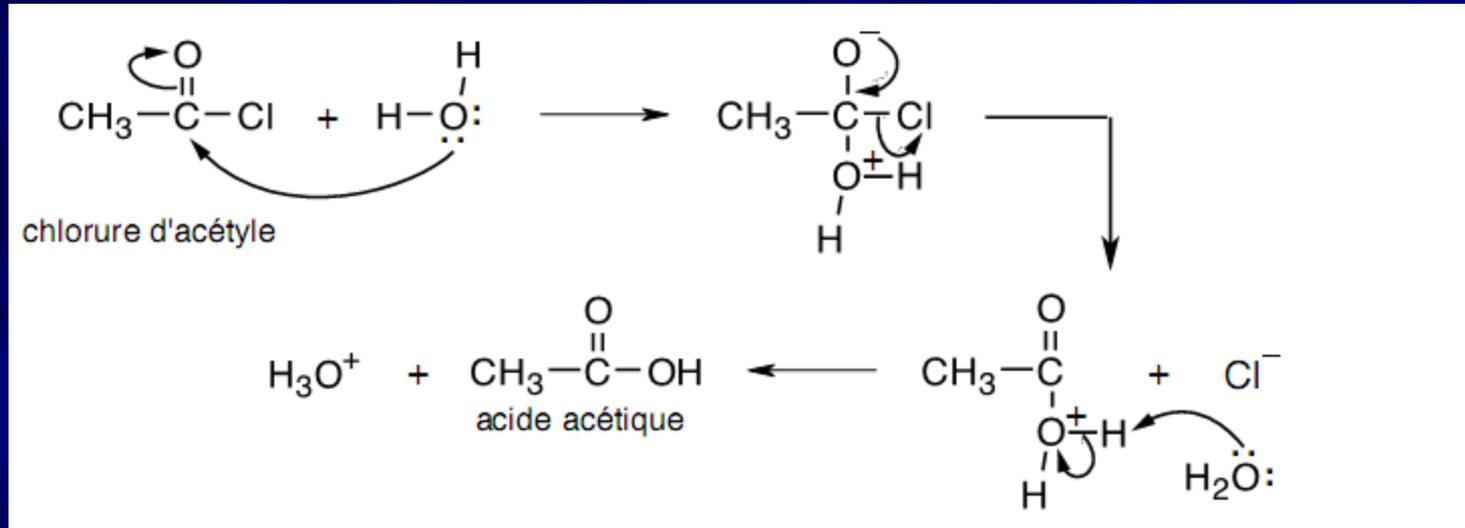


Mécanisme



HCl

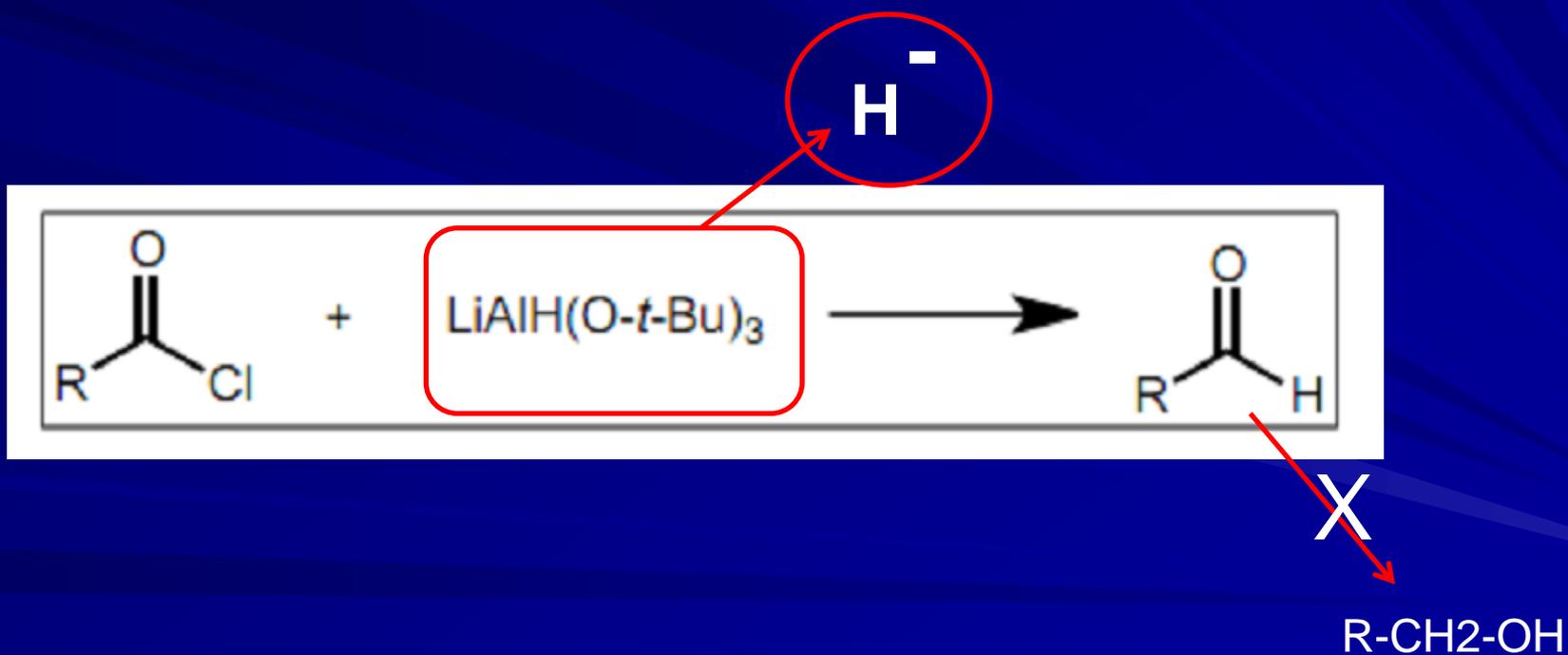
Hydrolyse :



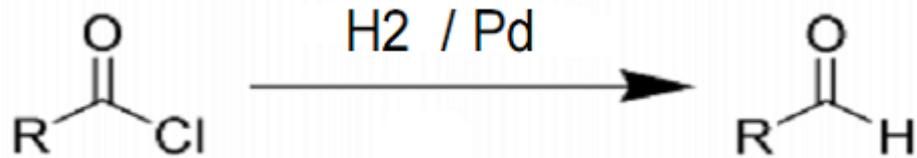
Avec les chlorures d'acides, il faut toujours travailler dans un milieu parfaitement anhydre ; ils s'hydrolysent très facilement.

-Réduction partielle

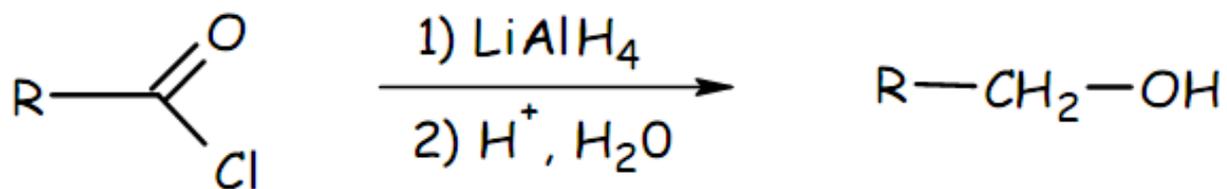
Action d'hydrure



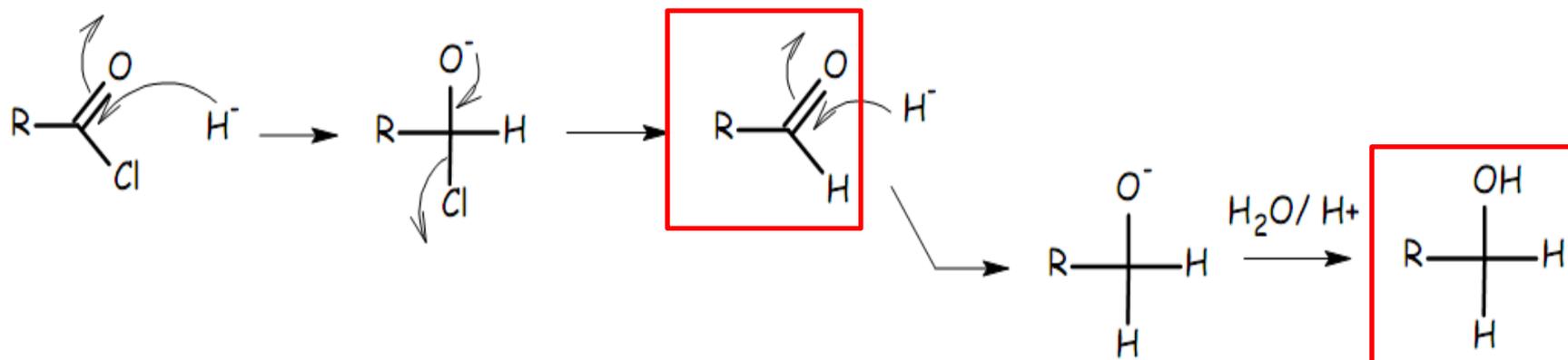
Réduction de Rosenmund



Réduction complète

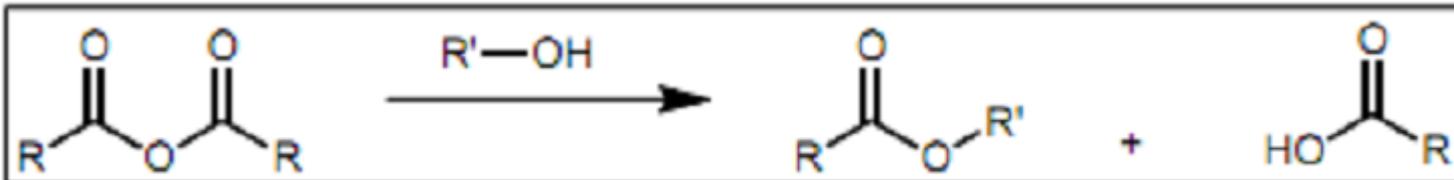


Mécanisme :

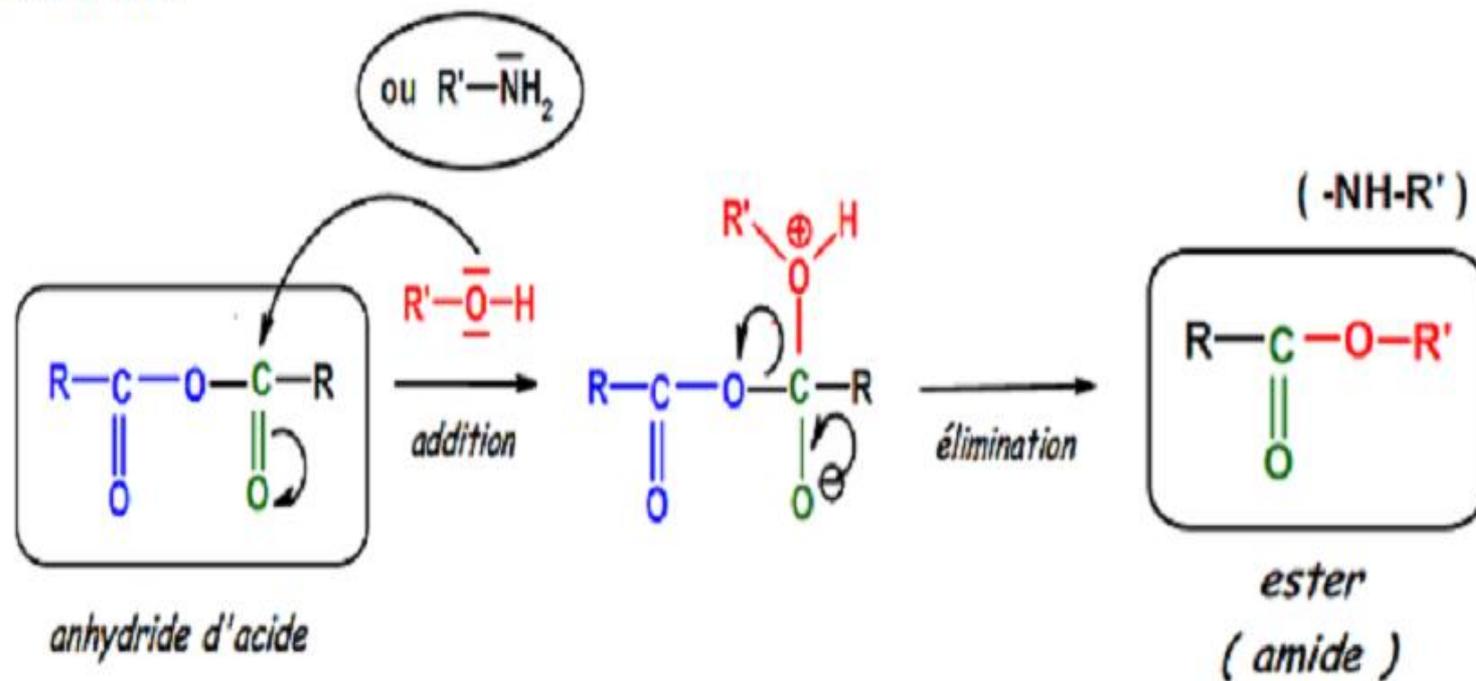


II.3-Réactions des anhydrides

-Action d'un alcool (ou amine)



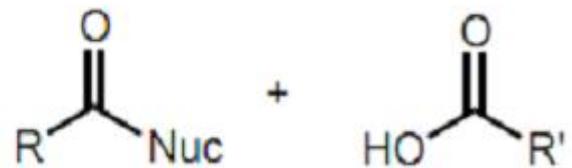
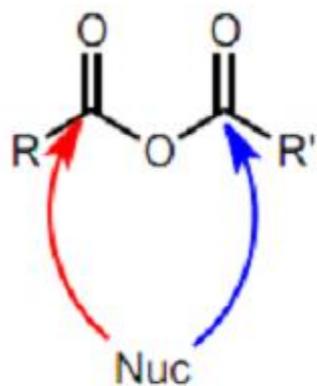
Mécanisme



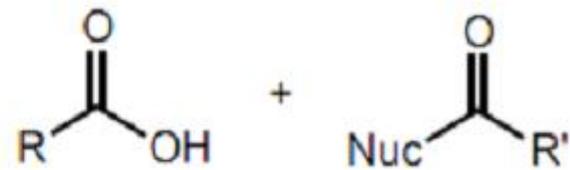
Sélectivité d'addition



Anhydride dissymétrique

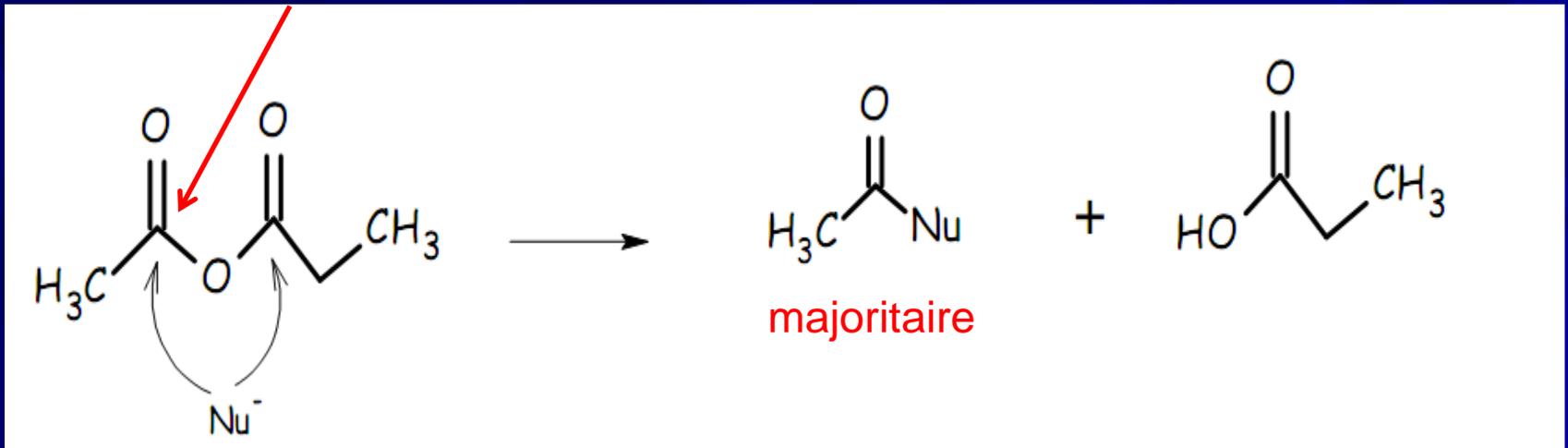


OU



Exemple :

Carbonyle plus réactif



II.4-Réactions des esters

Utilisation

La présence des esters dans la nature
est

remarquable.

Ils sont en partie responsables de
l'arôme des fruits

Exemples d'arômes

❖ les substances les plus utilisées sont des esters. Généralement en mélange, ils sont responsables de la saveur (goût) et de la fragrance (odeur) de nombreux fruits.

■ Exemples d'arômes

Exemples d'arômes

<i>Ester</i>	<i>arômes</i>
$\text{HCOOCH}_2\text{CH}_3$	<i>Rhum</i>
$\text{HCOOCH}_2\text{CH}(\text{CH}_3)_2$	<i>Framboise</i>
$\text{CH}_3\text{COO}(\text{CH}_2)_4\text{CH}_3$	<i>Banane</i>
$\text{CH}_3\text{COO}(\text{CH}_2)_2\text{CH}(\text{CH}_3)_2$	<i>Poire</i>
$\text{CH}_3\text{COO}(\text{CH}_2)_7\text{CH}_3$	<i>Oranges</i>
$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_2\text{COOCH}_2\text{CH}_3$	<i>ananas</i>
$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_2\text{COO}(\text{CH}_2)_4\text{CH}_3$	<i>Abricots</i>

Utilisation en cosmétique

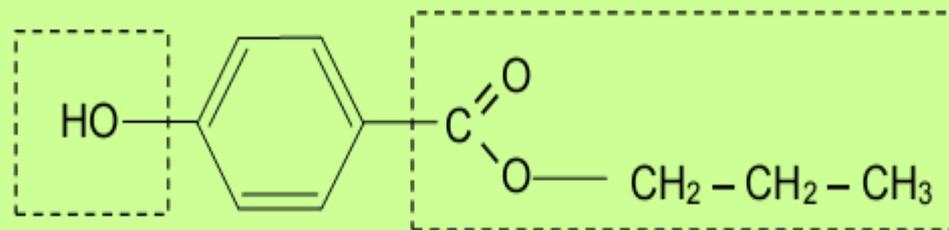
1. Les parabènes.

Les parabènes (paraben en anglais) sont des conservateurs utilisés dans l'industrie cosmétique pour empêcher la prolifération des bactéries et des champignons. On les trouve dans bon nombre de produits de beauté : shampoings, gels douches, crèmes hydratantes...

Les parabènes les plus courants sont :

le méthylparaben, l'éthylparaben, le propylparaben et le butylparaben.

Exemple : Le propylparaben ou parahydroxybenzoate de propyle :

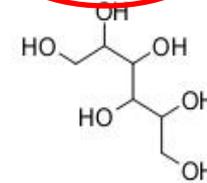
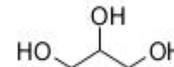




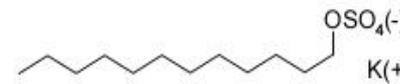
Un dentifrice peut contenir :

- Eau, des minéraux : abrasifs la silice (SiO_2),
- le bicarbonate de soude (NaHCO_3),
- du fluor : monofluorophosphate de sodium (NaHFPO_3)

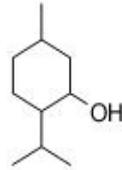
agents hydratants : glycérol et le sorbitol



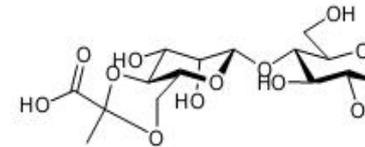
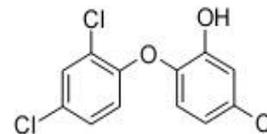
tensioactifs : lauryl sulfate de sodium



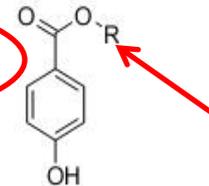
des arômes : la menthe



antibactériens : triclosan.

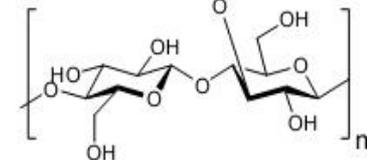


conservateurs : les parabènes (le butylparaben, le propylparaben et l'isobutylparaben)

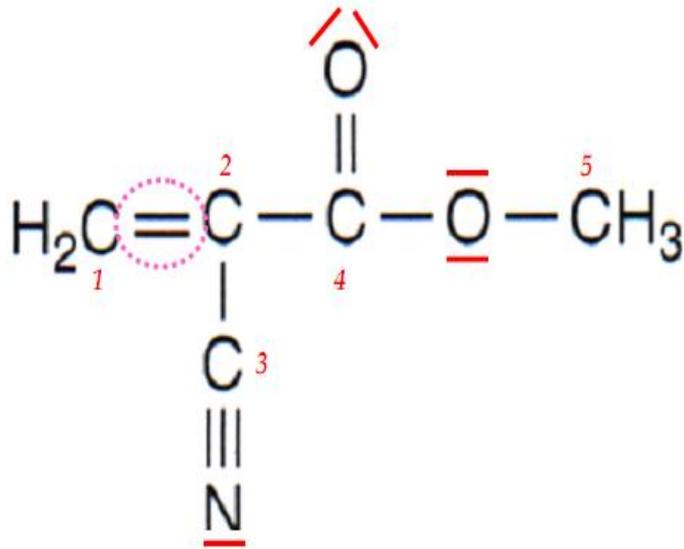


épaississants : gomme xanthane, de guar

des colorants



Le cyanoacrylate de méthyle est une substance adhésive très puissante vendue habituellement sous la marque Superglue® :



II.4-Réactions des esters

a- Réaction avec les organomagnésiens

b- Saponification.

c- Transestérification

d- Réduction

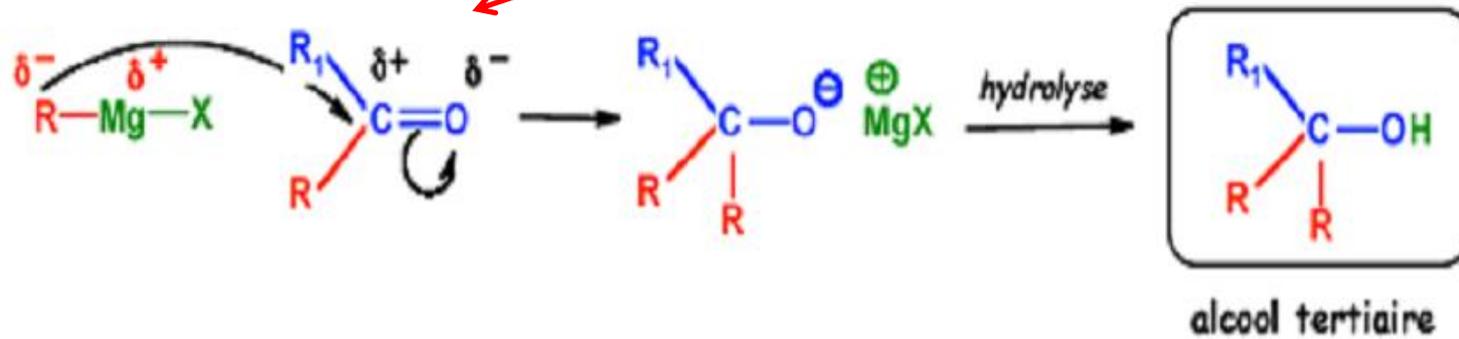
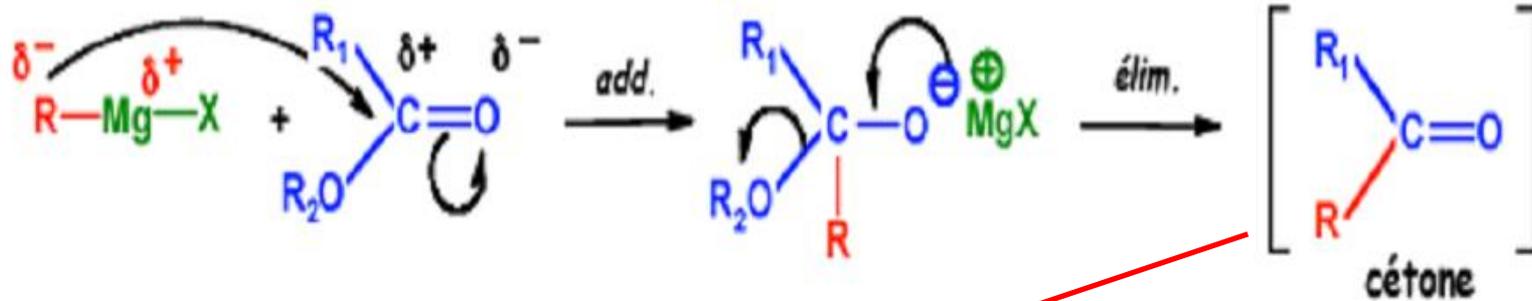
e-réactions au voisinage du carbonyle

*e.1- Réactivité en α de fonctions esters : Réactions de Claisen,
Dieckman*

e.2- Réactivité en α de deux groupes activants : Synthèse malonique,

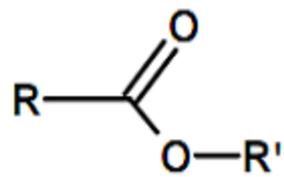
f-Réactivité en α de deux groupes activants

a- Réaction avec les organomagnésiens

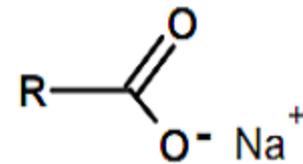
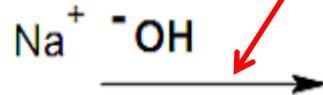


b- Saponification.

irréversible



ester



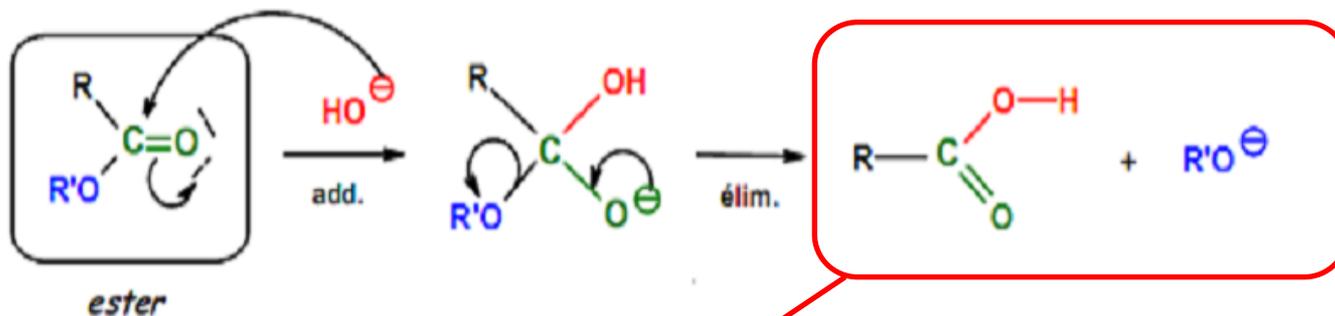
sel d'acide carboxylique

+

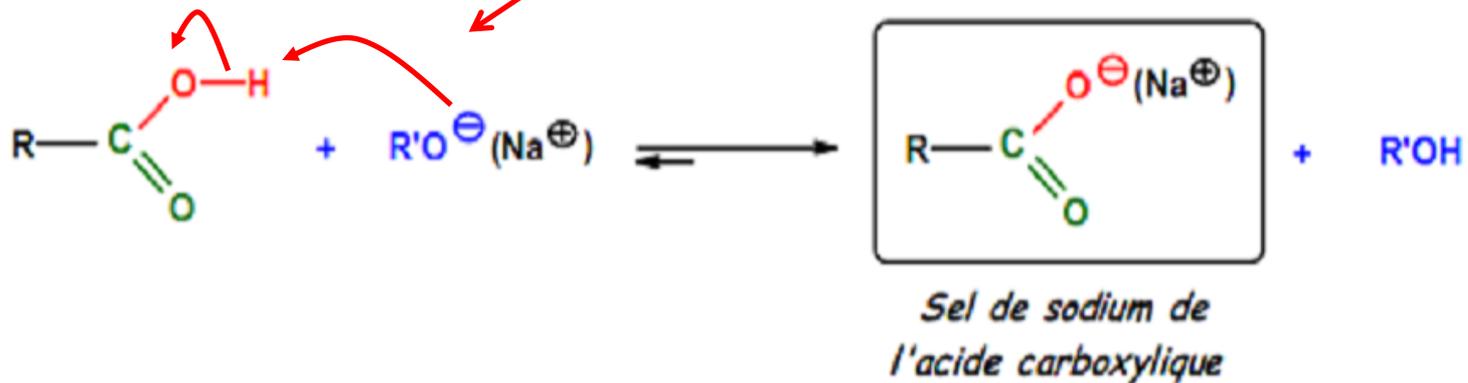
R'-OH

Mécanisme :

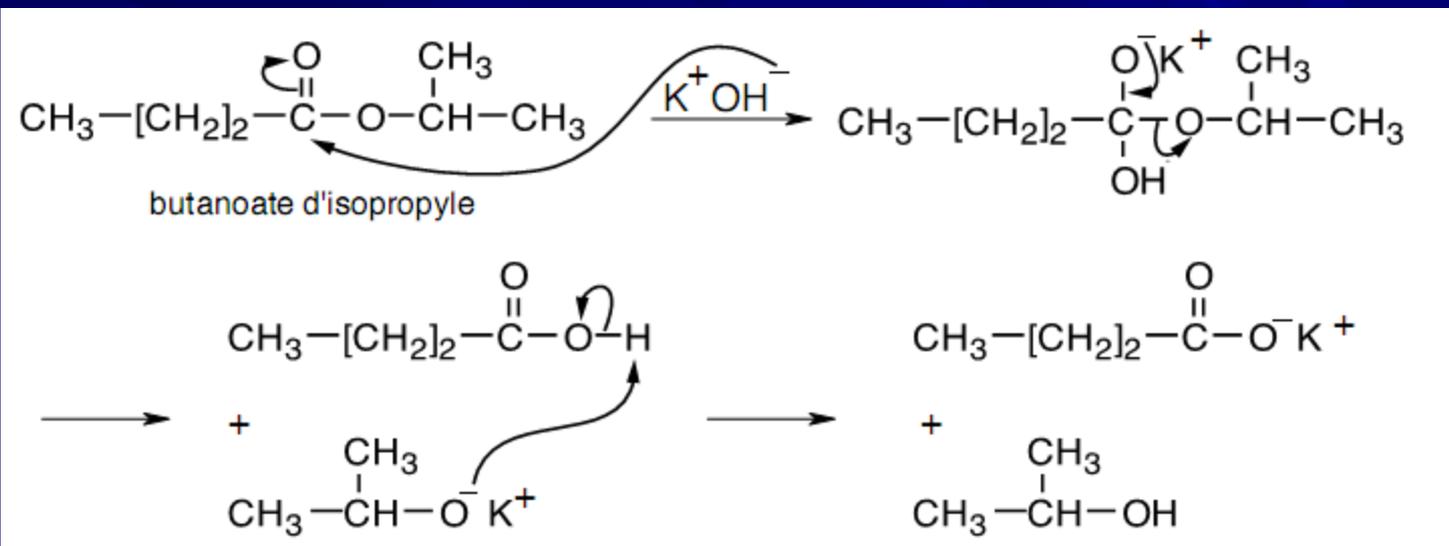
1 - Attaque nucléophile de l'ion hydroxyle

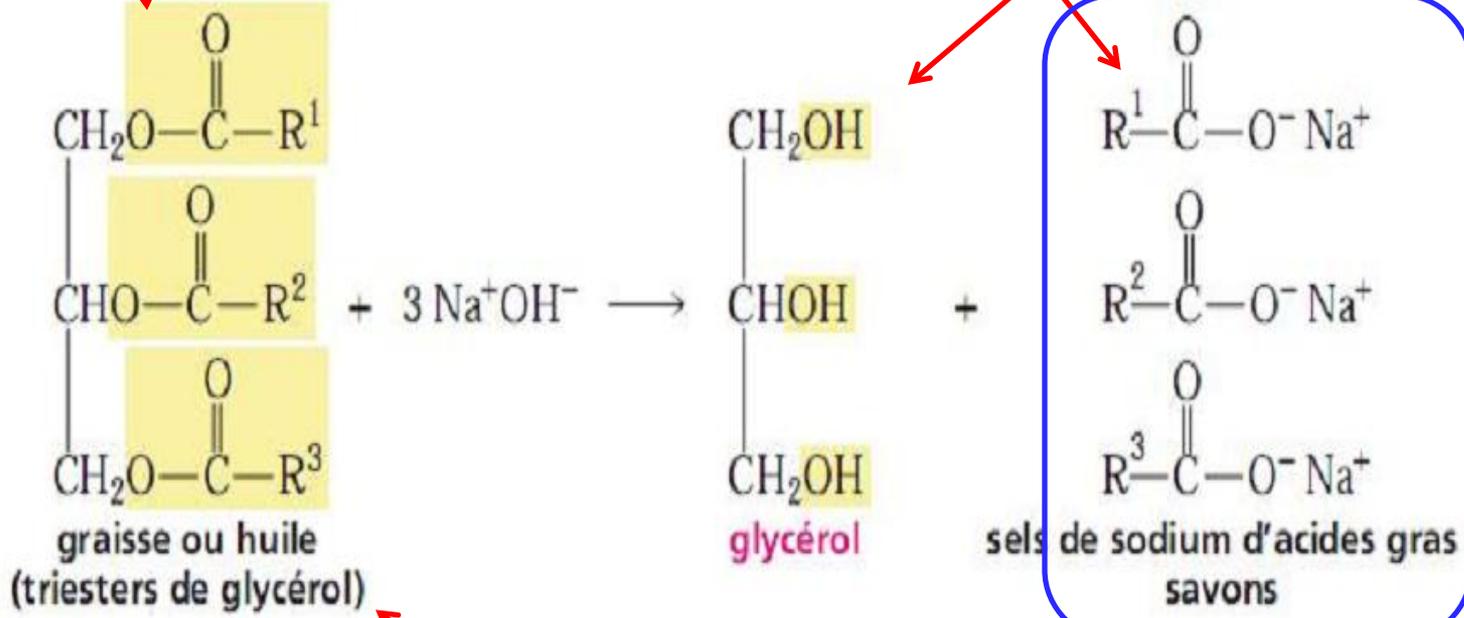
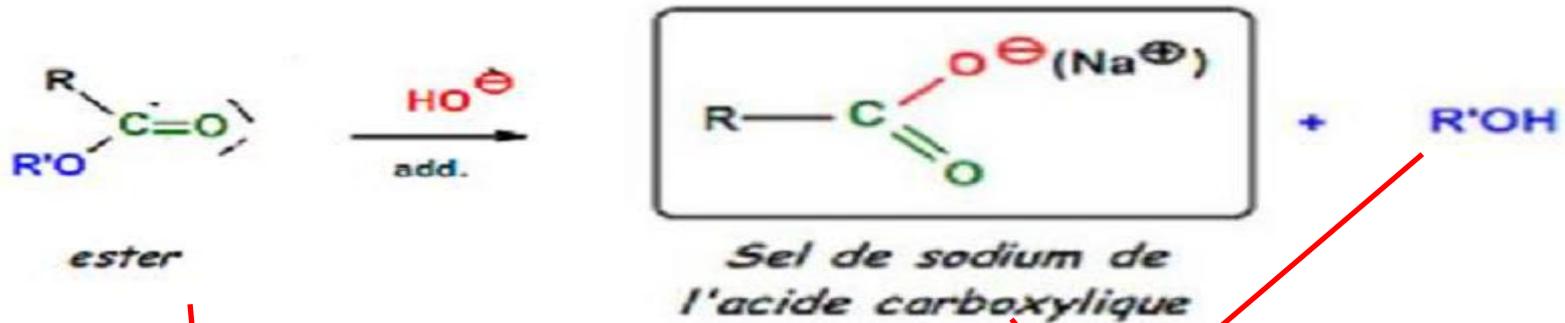


2 - Equilibre acido-basique



Exemple





Un corps gras = Triester = triglycéride

oléate de sodium ($R-COO^- + Na^+$)

savon dur



oléate de potassium, ($R-COO^- + K^+$)

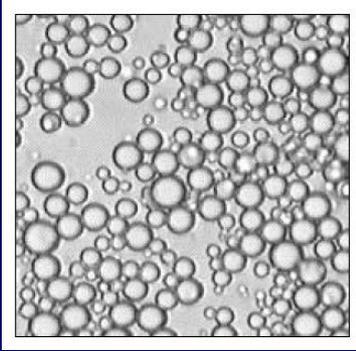
savon mou



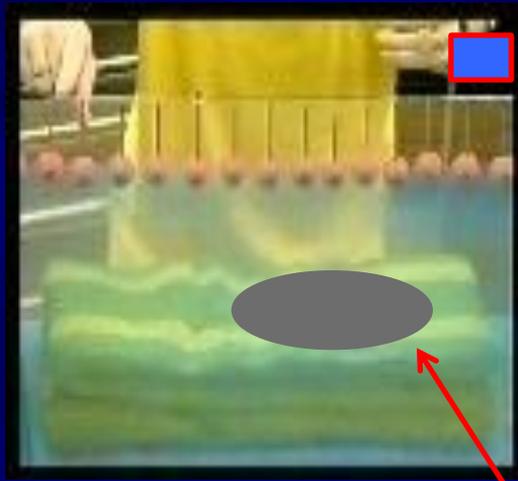
Un savon est un sel d'acide gras (généralement de sodium ou de potassium).

Un acide gras possède souvent 16 à 18 carbones et forme la structure de base d'un lipide (gros ester). L'acide palmitique en est un exemple: $CH_3-[CH_2]_{14}-CO_2H$
acide palmitique

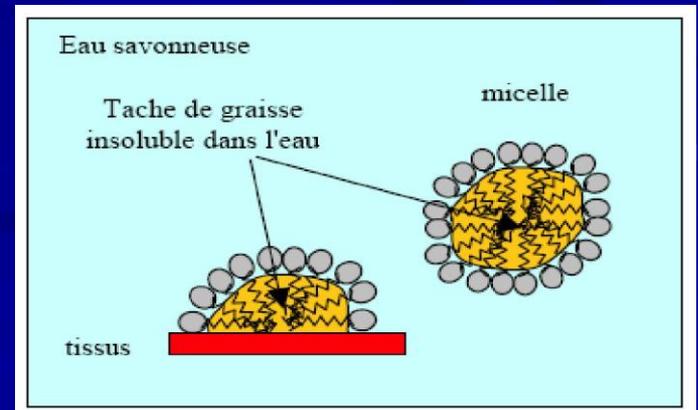
Par quel mécanisme un savon enlève-t-il les tâches de gras sur un tissu ?



Action du savon sur une salissure

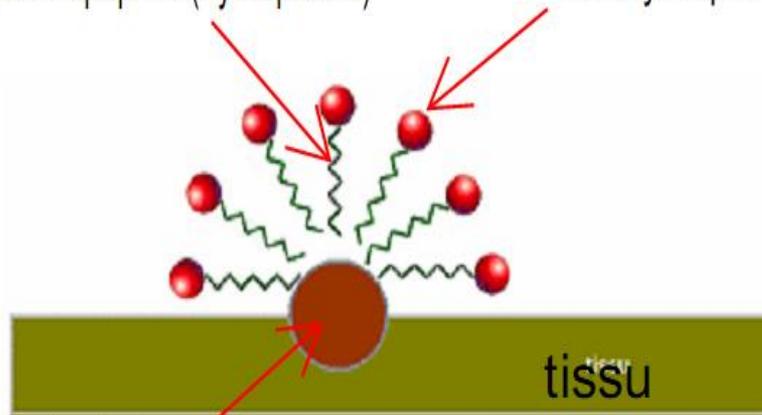


Salissure



partie lipophile (hydrophobe)

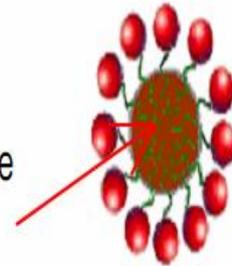
tête hydrophile



tache de graisse

2ème étape

tache de graisse emportée
par l'eau savonneuse

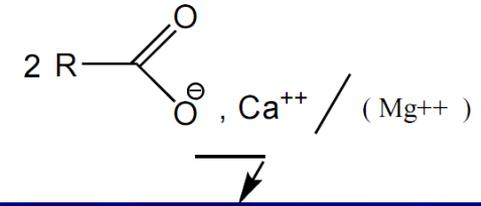


tissu nettoyé

3ème étape

Problèmes :

- eau dure (Ca^{++} , Mg^{++}) : précipitation des carboxylates.



Les ions calcium et magnésium sont responsables de la formation du **calcaire** (CaCO_3 ; MgCO_3)

Grumeaux de savon

Pouvoir nettoyant faible

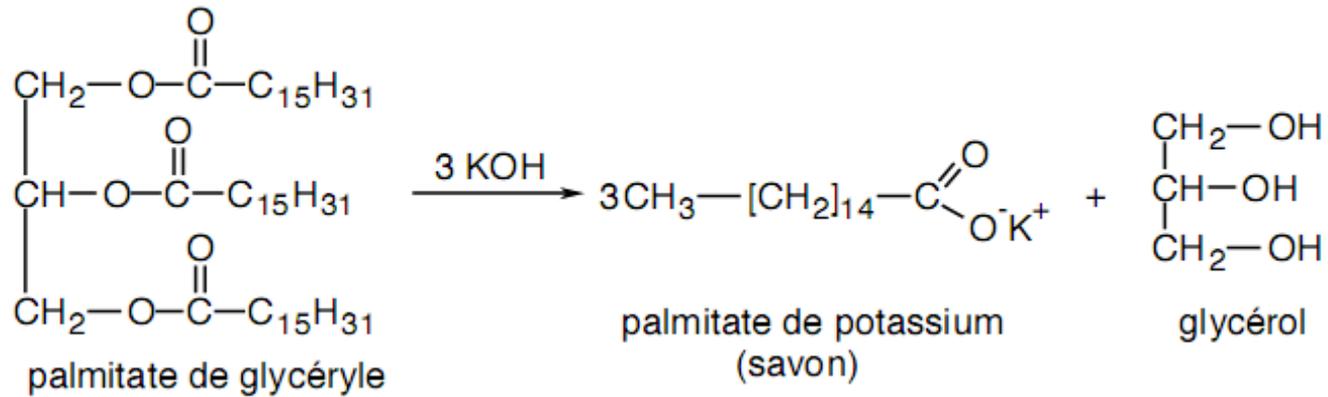
Solution : détergents synthétiques

Plage de valeurs du titre hydrotimétrique (TH) :

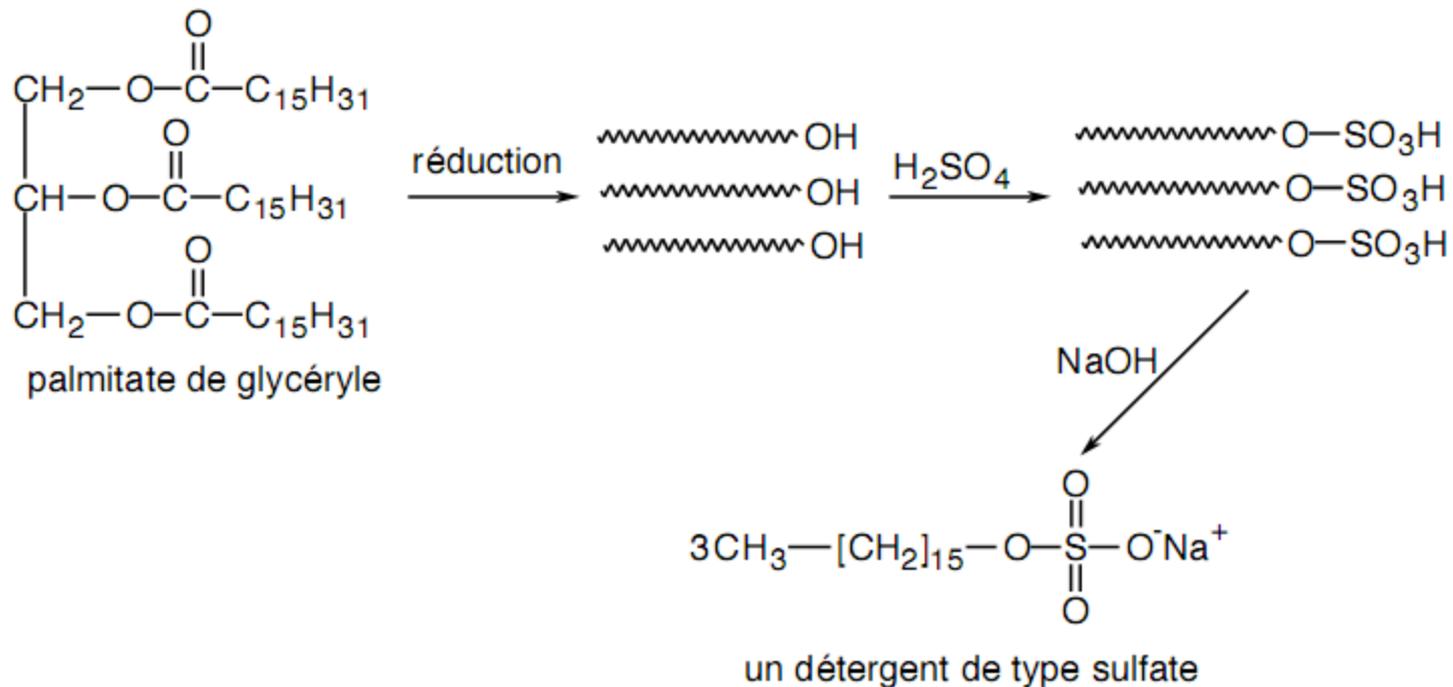
TH (°f)	0 à 7	7 à 15	15 à 30	30 à 40	+ 40
Eau	très douce	eau douce	plutôt dure	dure	très dure

°f « degré français » : correspond à 4 mg de calcium ou 2,4 mg de magnésium par litre d'eau.

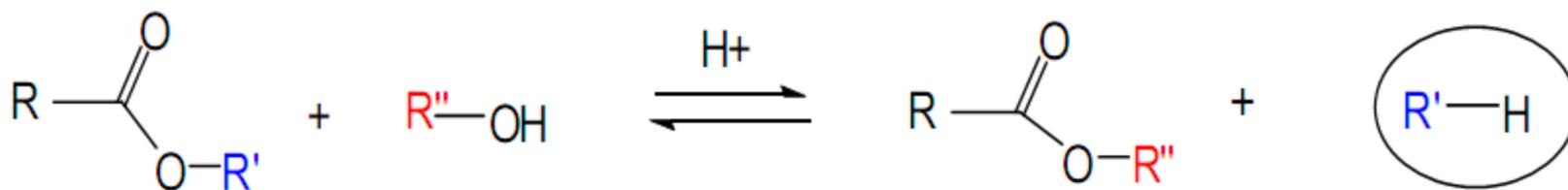
Formation d'un savon:



Formation d'un détergent:



c- Transestérification



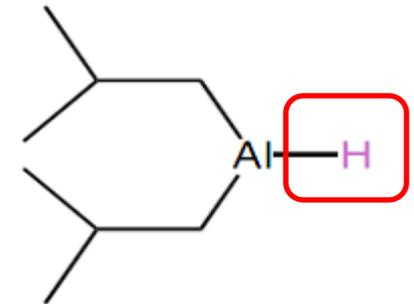
Ester 1

Ester 2

d-Réduction (partielle)

H⁻

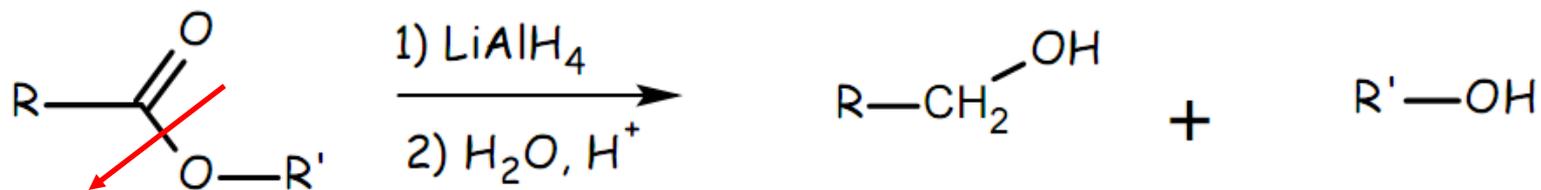
par le DIBAL : hydrorure de di-isobutylaluminium



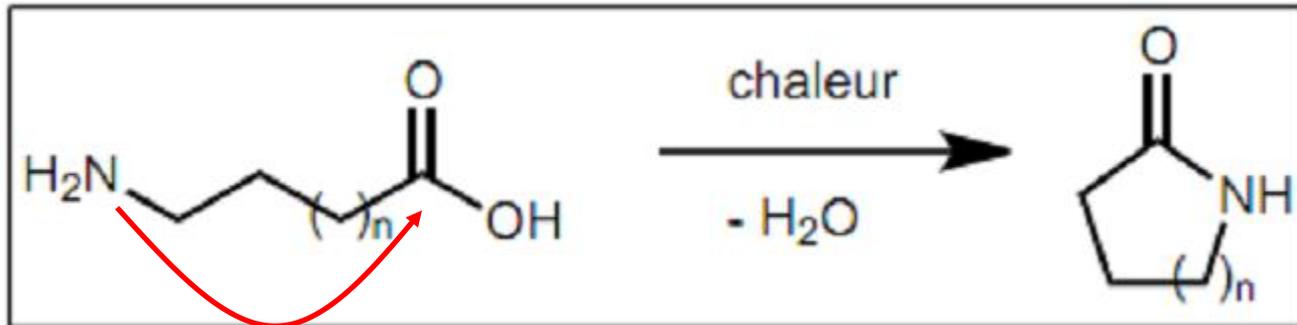
2 équivalents Dibal \longrightarrow R-CH₂-OH

Par LiAlH₄

(réduction complète)



e- amidation intramoléculaire



Cycle supérieur ou égal à 5 C

f-réactions au voisinage du carbonyle

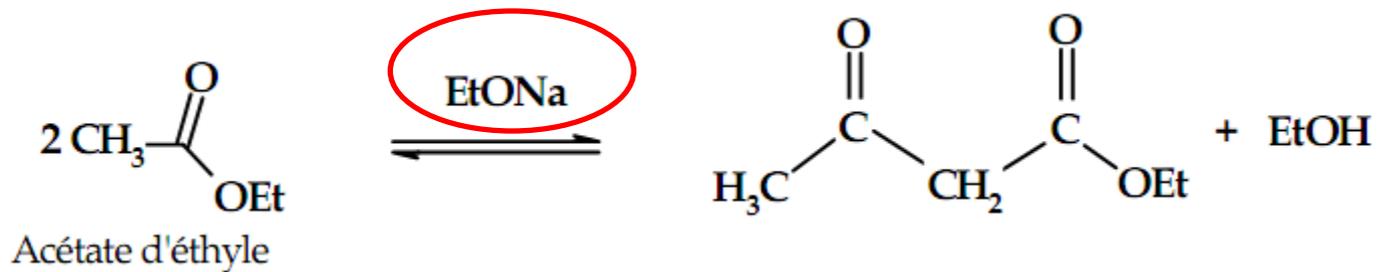
f.1- Réactivité en α de fonctions esters : Réactions de Claisen, Dieckman

f.2- Réactivité en α de deux groupes activants : Synthèse malonique,

f.1-Réactivité en α de fonctions esters

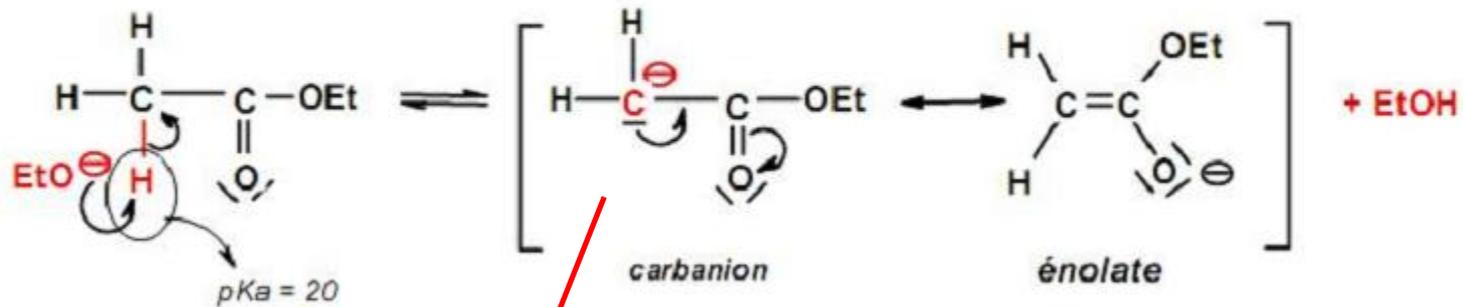
*f.1.1- Réaction de Claisen **

⇒ *Choix de la base : on n'utilise pas OH^- pour éviter la saponification de l'ester*

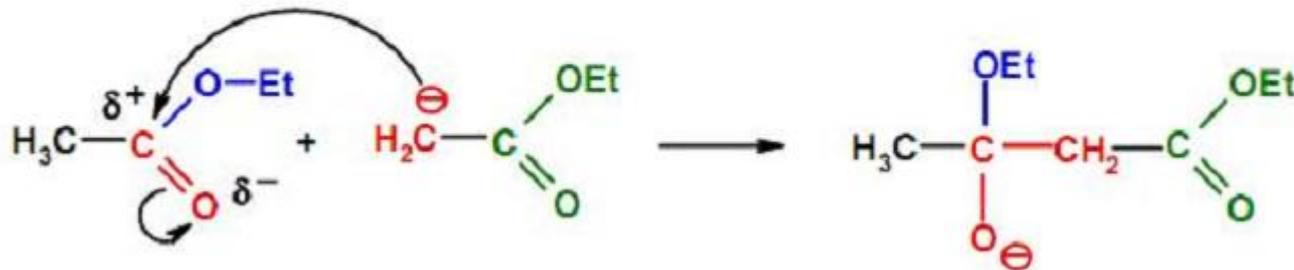


Mécanisme :

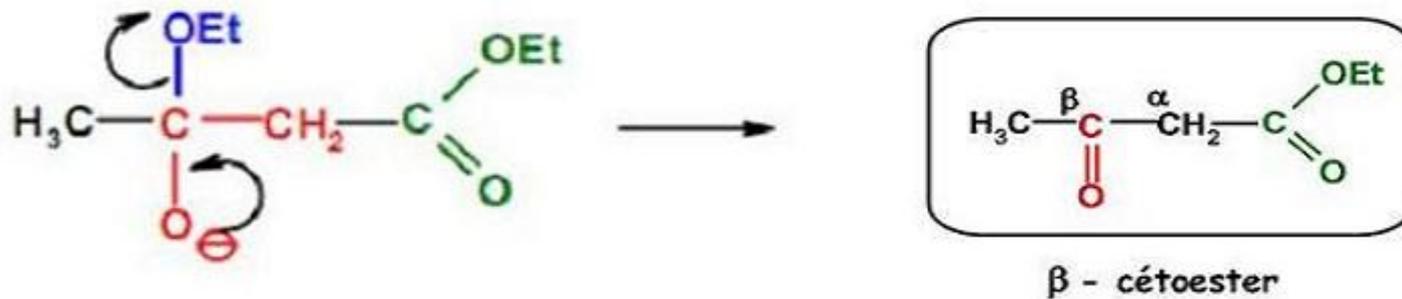
1 - Formation du nucléophile



2 - Addition du nucléophile sur le groupement C=O d'une autre molécule d'ester



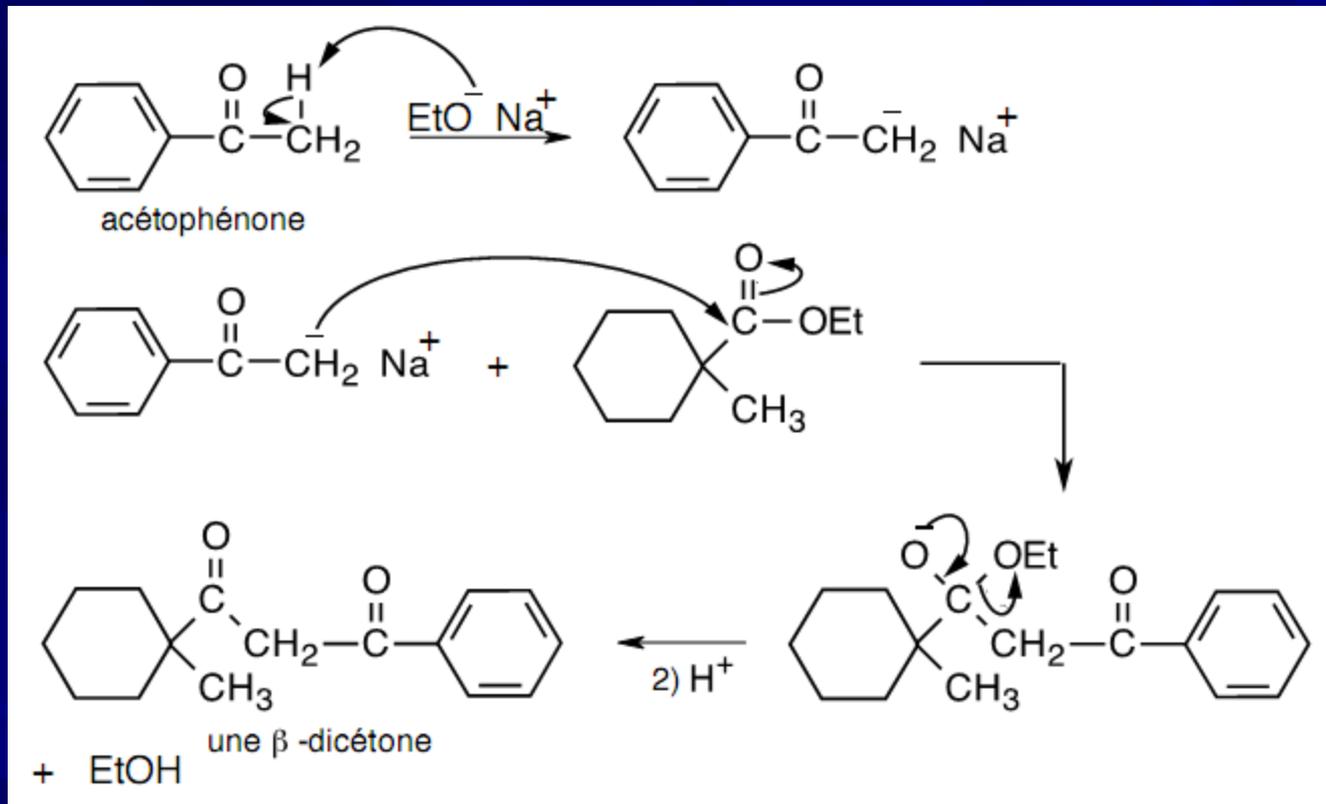
3 - Phase d'élimination



NB : Deux esters différents peuvent être utilisés dans la condensation de Claisen.

NB : Ce type de condensation peut avoir lieu entre :

- une cétone ou un aldéhyde énolisable (H en α de C=O) et un ester sans H en α
- une cétone ou un aldéhyde non énolisable un ester énolisable

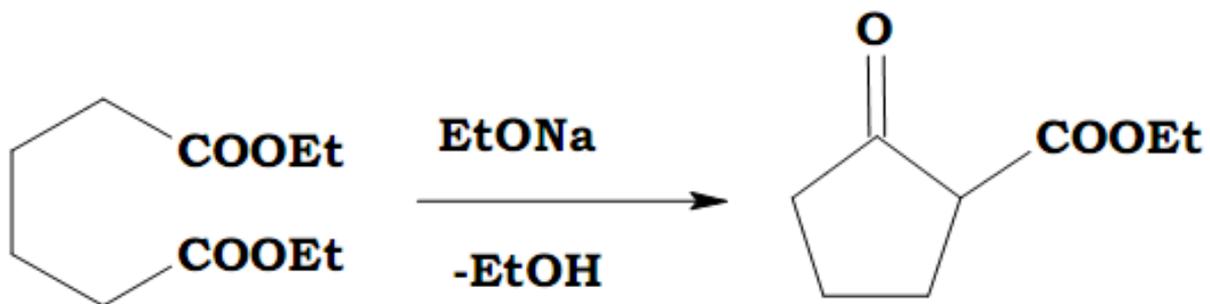


Claisen

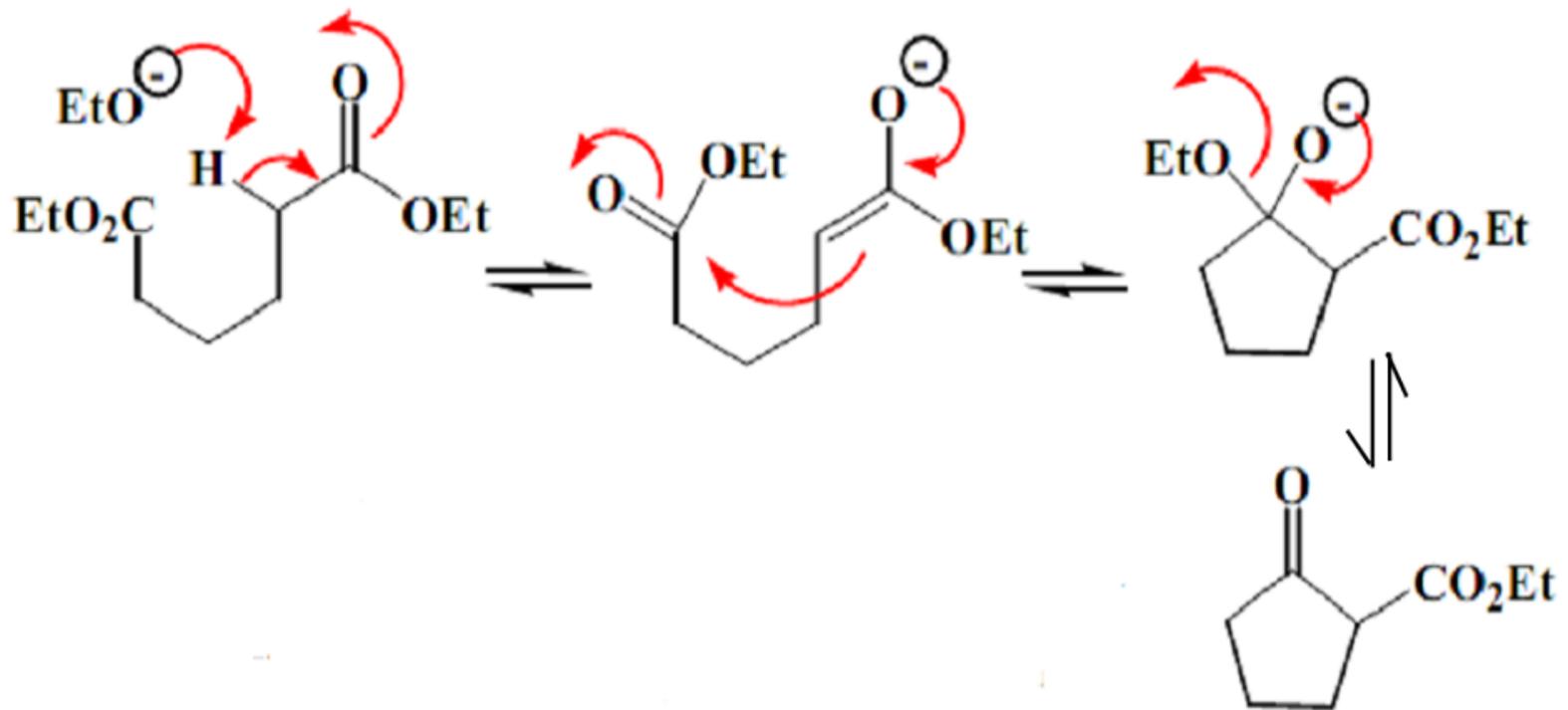
- **Rainer Ludwig Claisen** (1851 - 1930)
 - chimiste allemand, a étudié avec Kekulé et von Baeyer
 - professeur de chimie à Bonn
 - a découvert des réactions de réarrangement et de condensation des composés carbonylés



f.1.2- Condensation de Dieckmann :



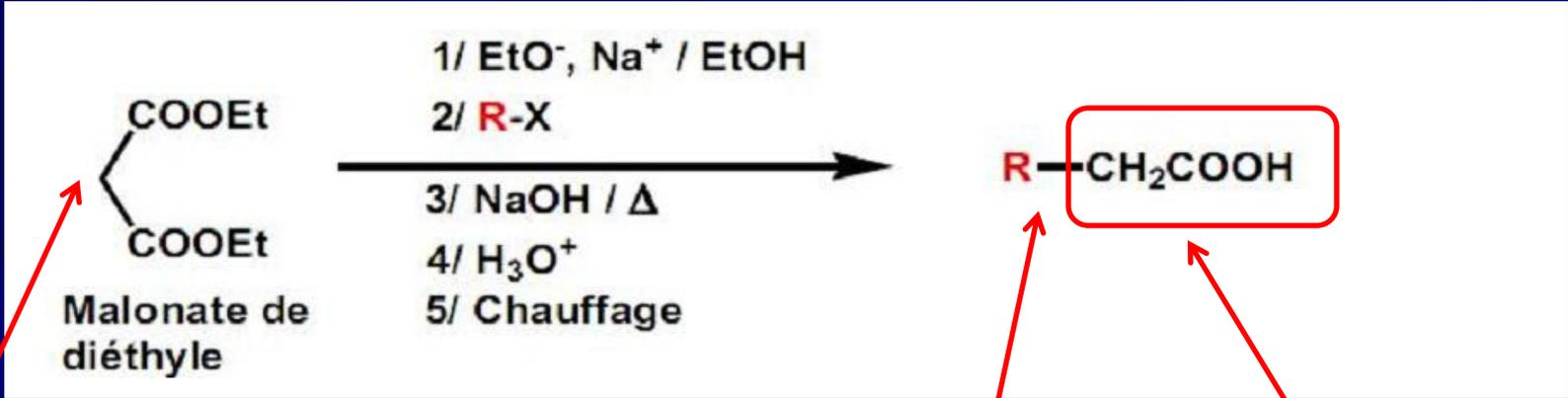
Mécanisme :



g-Réactivité en α de deux groupes activants

- *Condensation malonique :*

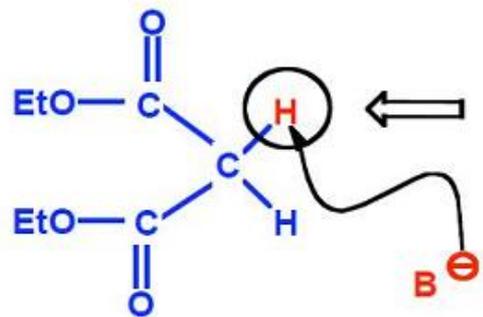
Réaction multi-étape dont le bilan est : $R-X \longrightarrow R-CH_2-COOH$



"H" acide

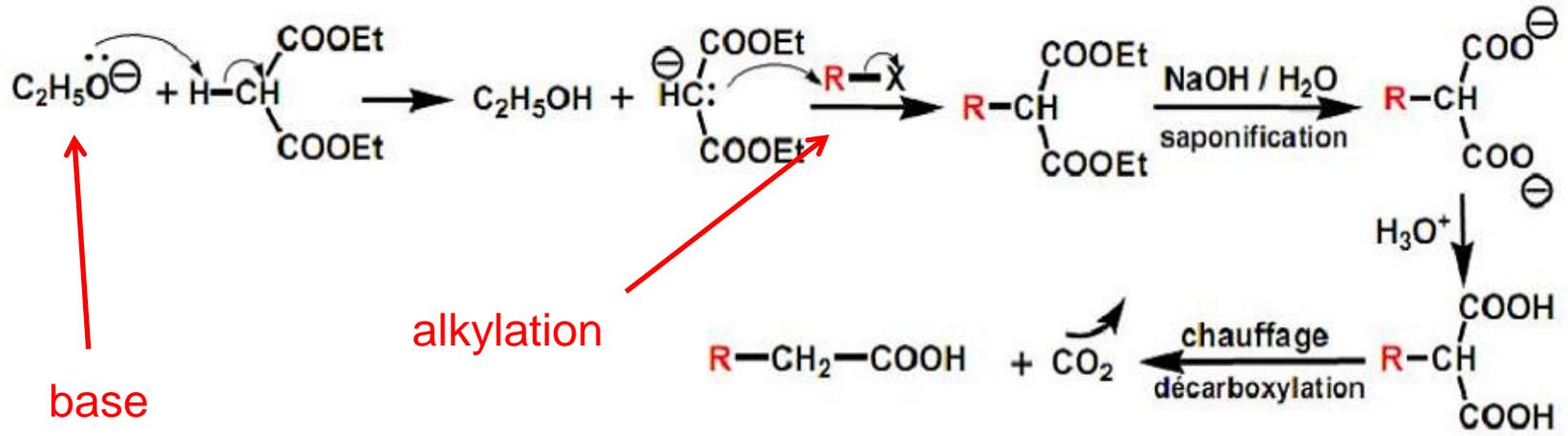
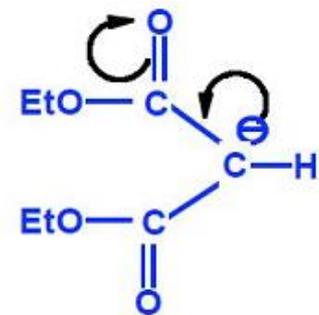
R-X

Malonate d'éthyle

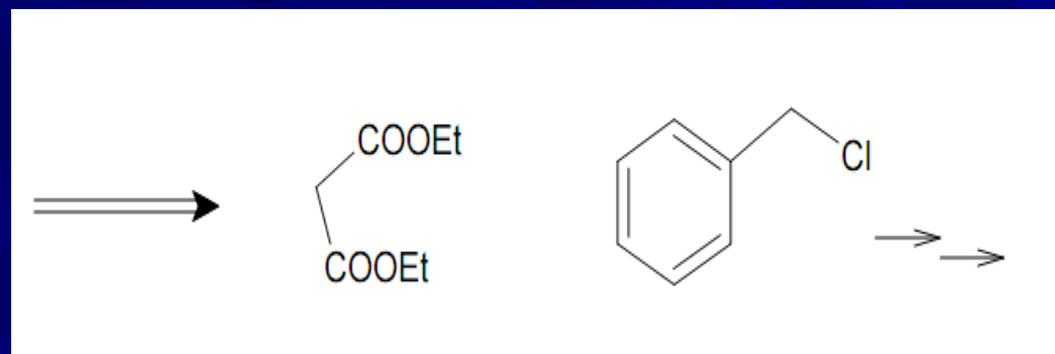
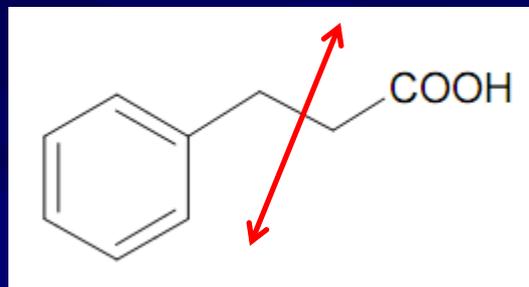


$pK_a = 11 - 12$

car base conjuguée extrêmement stabilisée par mésomérie

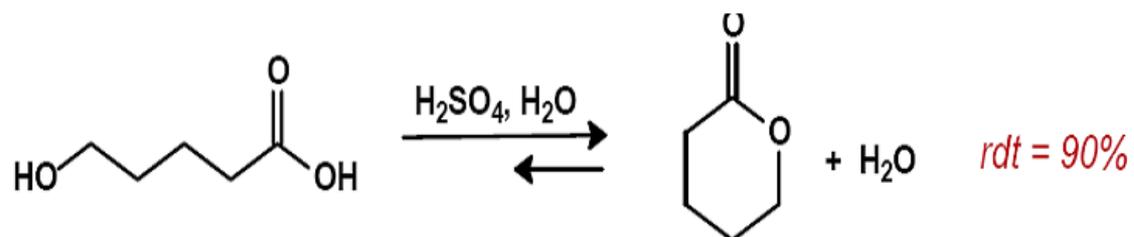


Application

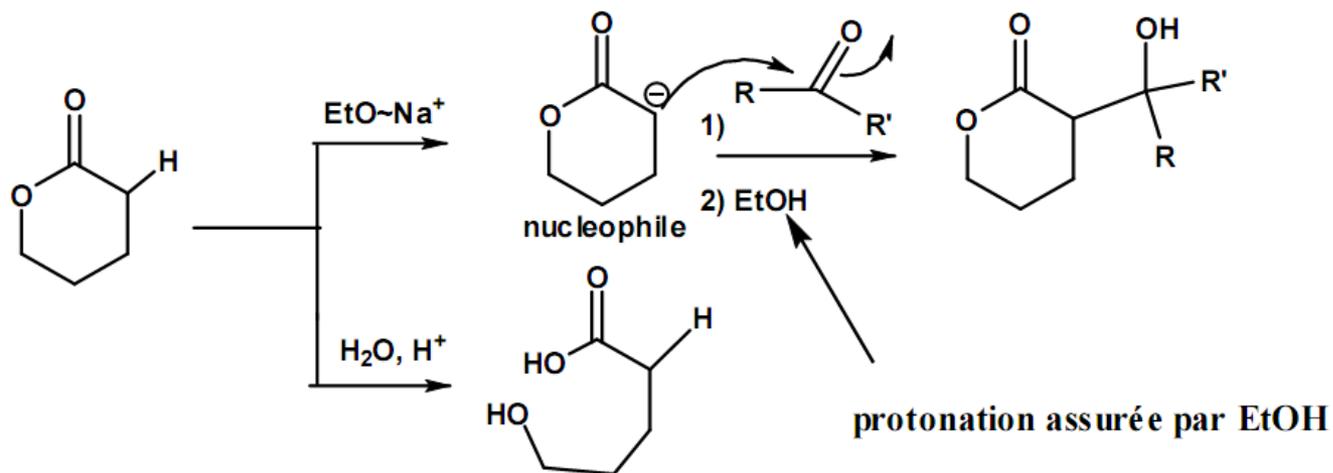


*Formation de lactones (esters cycliques)

Avec un composé bifonctionnel comportant une fonction acide et une fonction alcool, l'estérification peut avoir lieu de façon intramoléculaire.



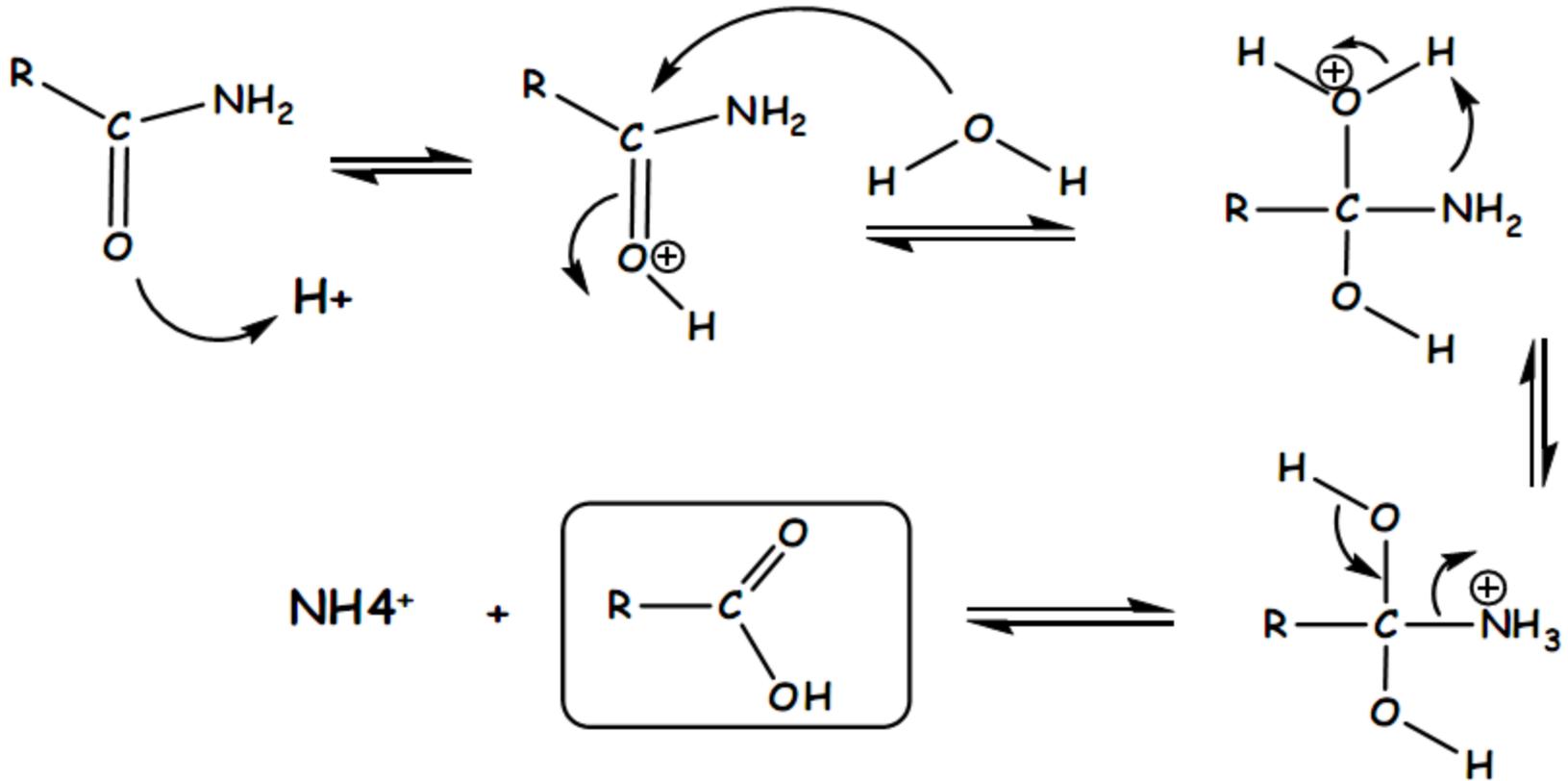
Réactivité



II.5-Réactions des amides

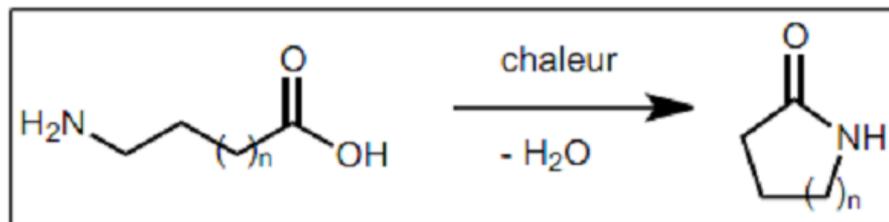
- *Hydrolyse de l'amide conduit à l'acide carboxylique correspondant.*

Mécanisme :

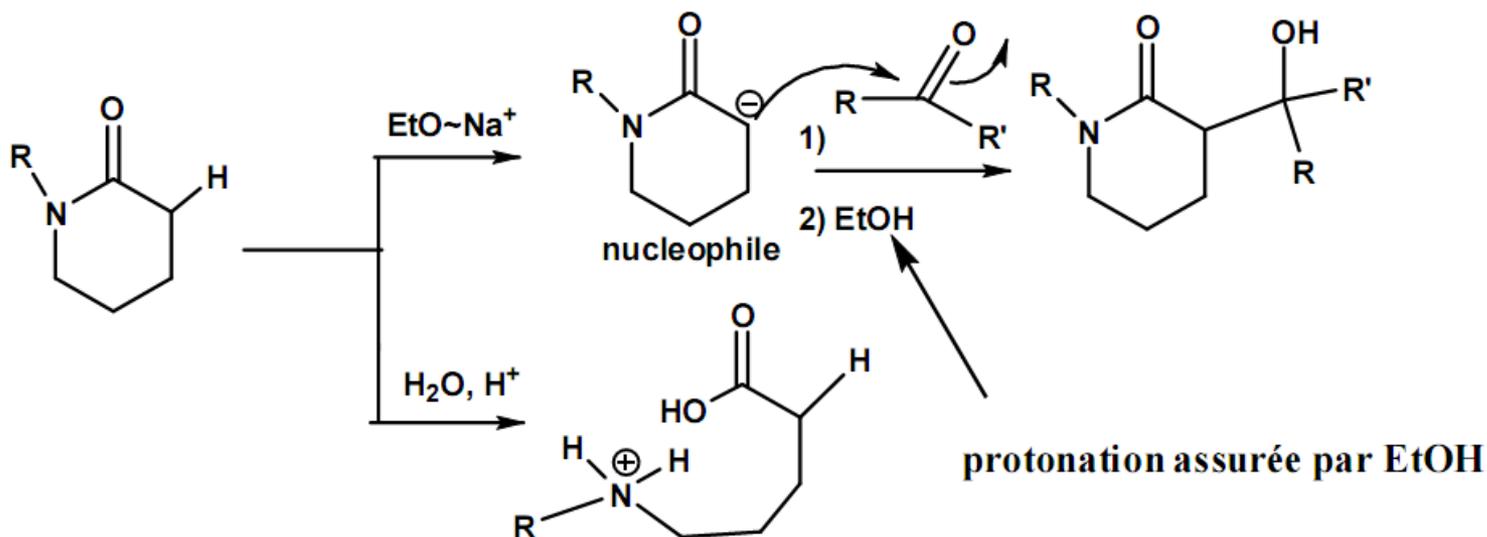


b- amidation intramoléculaire

Les lactames sont les amides cycliques, formés lors de la condensation d'un groupement hydroxyde et un groupement amine dans la même molécule :



Réactivité des lactames



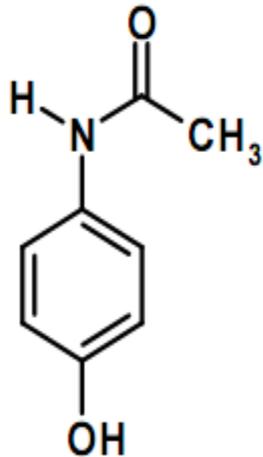
L'hydrolyse des amides.

Protéines = polyamides, principaux constituants des tissus musculaires (viandes) et de plusieurs produits alimentaires.

Ces produits sont hydrolysés en aminoacides pendant la digestion, par un processus semblable à ce qui vient d'être présenté.

Exemples de molécules actives

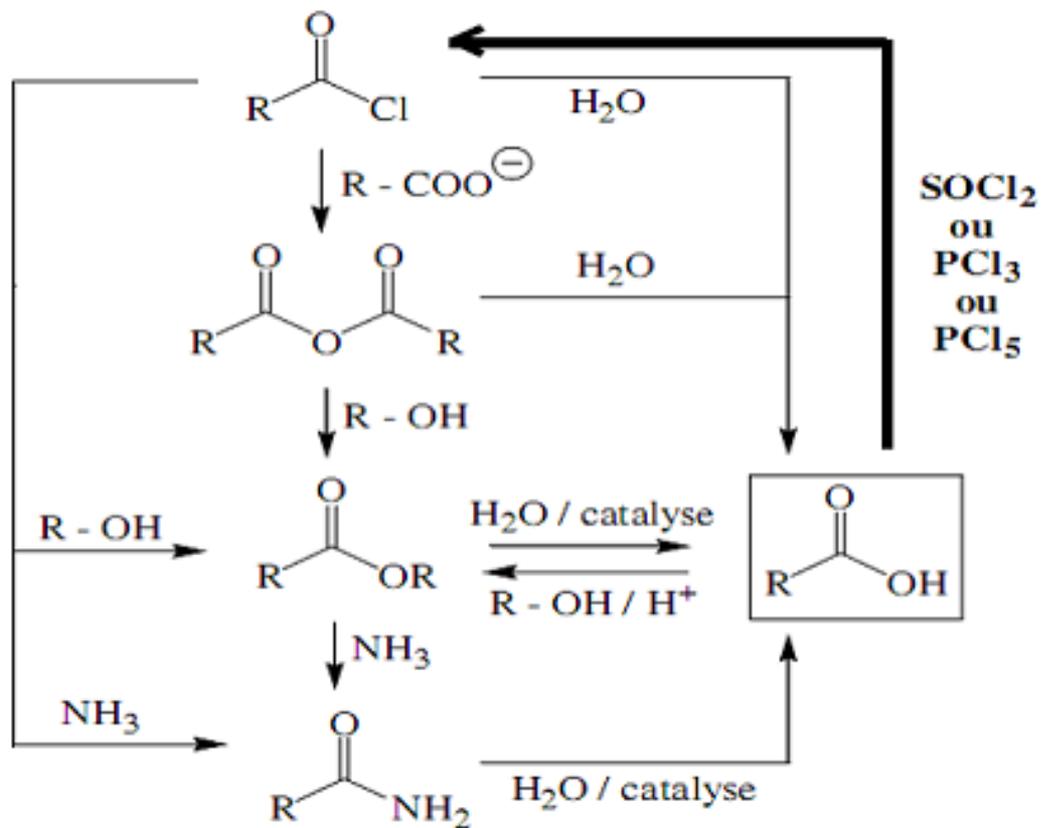
paracétamol



N-(4-hydroxyphenyl)acetamide

N-(4-hydroxyphenyl)acetamide

II.6- Inter conversion entre dérivés d'acide.



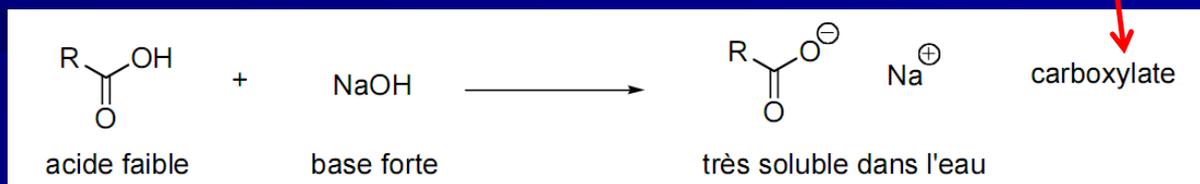
FIN DU CHAPITRE

LES ACIDES CARBOXYLIQUES ET LEURS DERIVES

Parmi les propositions suivantes, donner la réponse exacte pour chaque question.
Plusieurs réponses sont possibles.

1 - Les acides carboxyliques sont :

- a) Des acides forts.
- b) Des composés pouvant donner des liaisons hydrogène.
- c) Des composés possédant un groupe mésomère attracteur.
- d) Susceptibles d'être attaqués par une base pour donner une alcoolate.



2 - Les acides carboxyliques peuvent être obtenus :

a) Par oxydation des alcènes.

b) Par réduction des aldéhydes.

c) Par hydrolyse acide des nitriles.

d) Par halogénéation des cétones méthylées suivie d'une protonation.



Réaction haloforme

3- Acides carboxyliques et dérivés

- a) Le carbone fonctionnel est électrophile.
- b) Le carbone fonctionnel est sensible à l'approche d'un réactif électrophile.
- c) Les amides sont plus réactifs que les esters vis à vis d'un nucléophile.
- d) Les chlorure d'acyle sont plus réactifs que les esters vis à vis d'un nucléophile.
- e) Le caractère mésomère donneur du groupement $-Z$ accentue l'électrophilie du carbone fonctionnel de $R-COOZ$.

4- Chlorures d'acyle (ou d'acide)

a) peuvent être obtenus par halogénéation des acides carboxyliques

b) réagissent avec les réactifs de Grignard (organomagnésien) pour donner des R-OH primaires

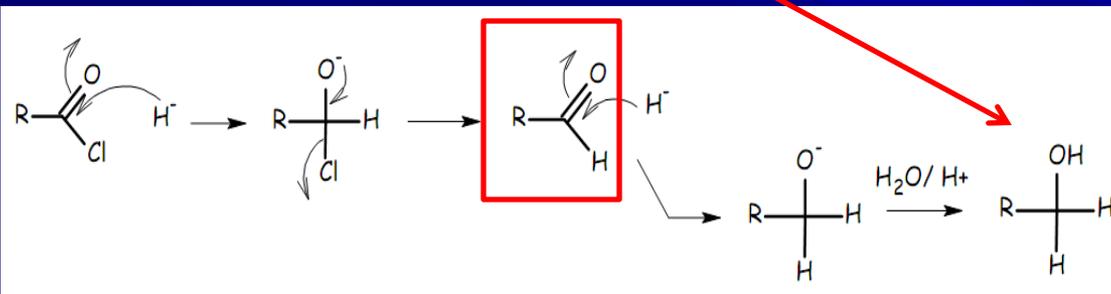
c) donnent des amides par action des amines primaires

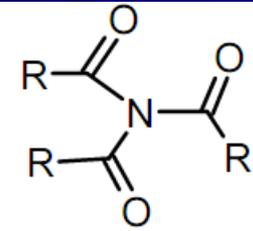
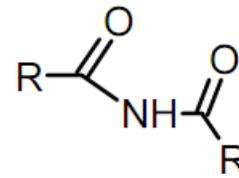
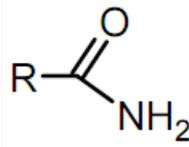
d) PCl_5 est le meilleur agent d'halogénéation des R-COOH

Chloration : Chlorure de thionyle SOCl_2
Bromation : SOBr_2

5 - L'action de l'aluminohydrure de lithium LiAlH_4 sur un acide carboxylique :

- a) Évolue *via* la formation d'un carboxylate.
- b) Conduit à un alcool secondaire.
- c) Provoque la libération du dihydrogène.
- d) Conduit à un alcool primaire.





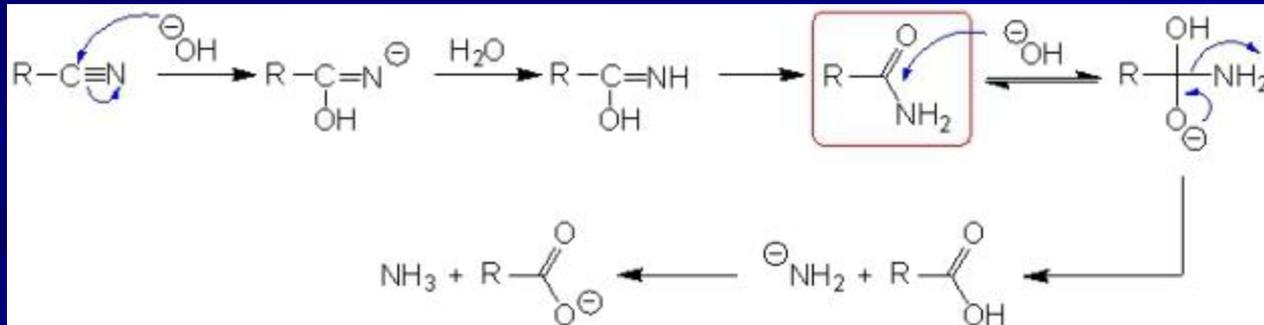
6 - Les amides non substitués :

a) Sont des bases aussi fortes que les amines.

b) Sont des réactifs faibles par rapport aux chlorures d'acide

c) les amides peuvent être classés en trois familles — amides primaires, secondaires ou tertiaires

d) Sont observés, en tant qu'intermédiaires, dans l'hydrolyse des nitriles



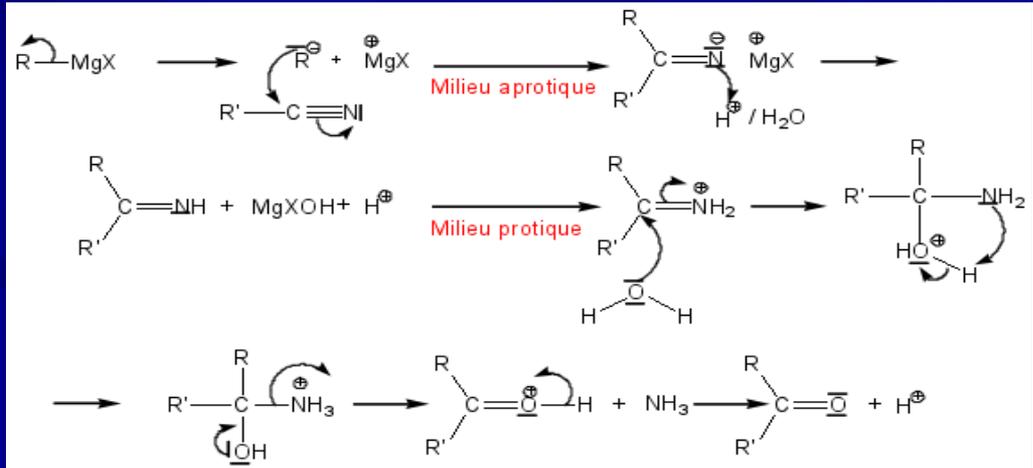
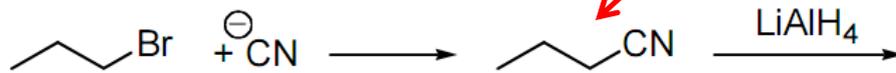
7 - Les nitriles :

a) Donnent, par hydrolyse, des acides carboxyliques.

b) Peuvent être oxydés en amines. R-MgX

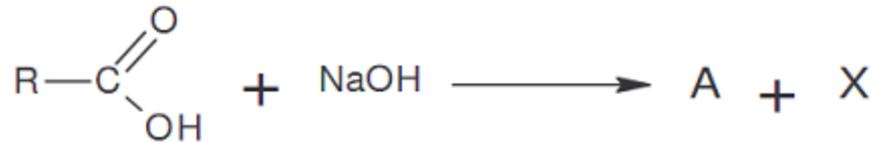
c) Réagissent avec les réactifs de Grignard pour donner des alcools. (cétones)

d) Peuvent être obtenus par action d'un cyanure sur un halogénoalcane.

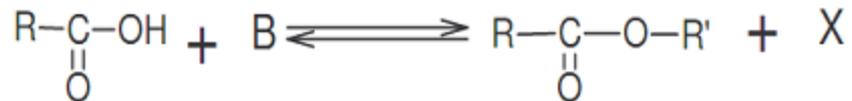


8- Soient les deux réactions suivantes :

Réaction 1 :



Réaction 2 :



a) X est la molécule d'eau (réactions 1 et 2)

b) A est un savon si R est suffisamment long (nombre de carbones entre 8 et 18)

c) La réaction 2 se fait en milieu basique.

d) Le produit de la réaction 2 (RCOOR') peut donner par réduction un alcool et un acide.

e) Quelle est la structure de B ? (R-OH)

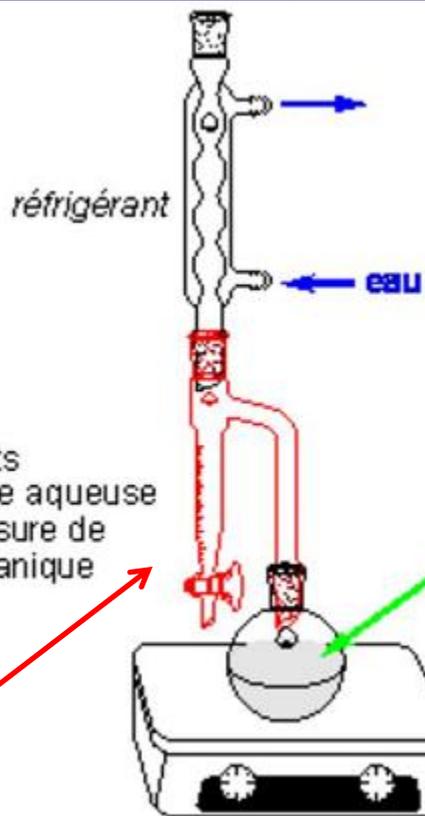
f) Réaction 2 est totale

g) Comment peut-on rendre la réaction 2 irréversible et totale

h) Comment peut-on augmenter le rendement de la réaction 2 ?

RCOCl ou RCOOCOR

Éliminer H₂O au fur et à mesure



Appareil de Dean-Stark :

Les vapeurs d'eau et des autres produits s'y condensent et se séparent. La phase aqueuse plus dense, est évacuée au fur et à mesure de la réaction. Le trop plein de solvant organique s'écoule à nouveau dans le ballon.

mélange contenant :

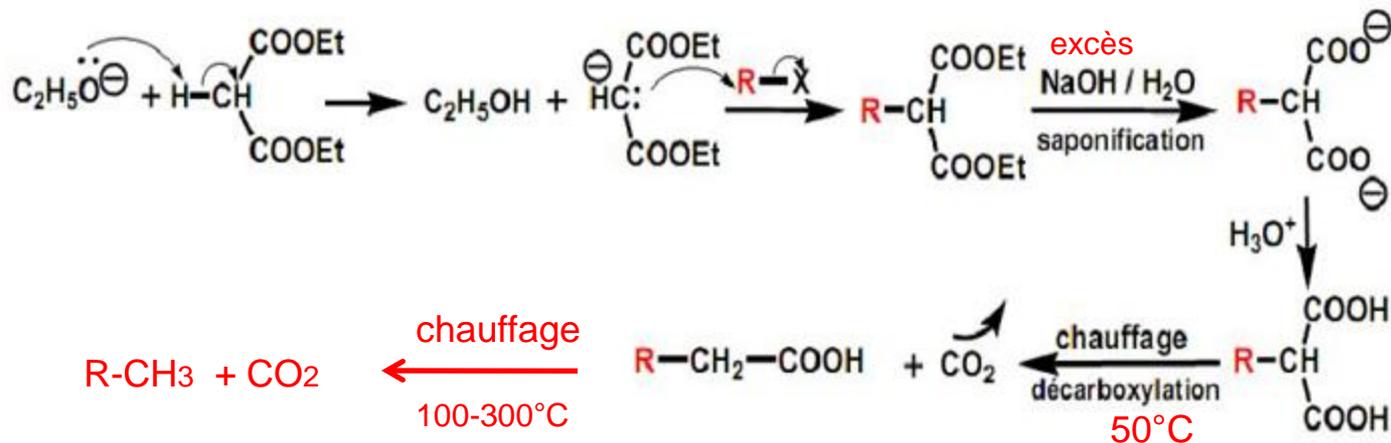
- l'acide carboxylique
- l'alcool
- ester formé au cours de la réaction
- l'eau formé au cours de la réaction

Schéma de l'appareil de Dean-Stark

Séparateur azeotropique

9 - La synthèse malonique :

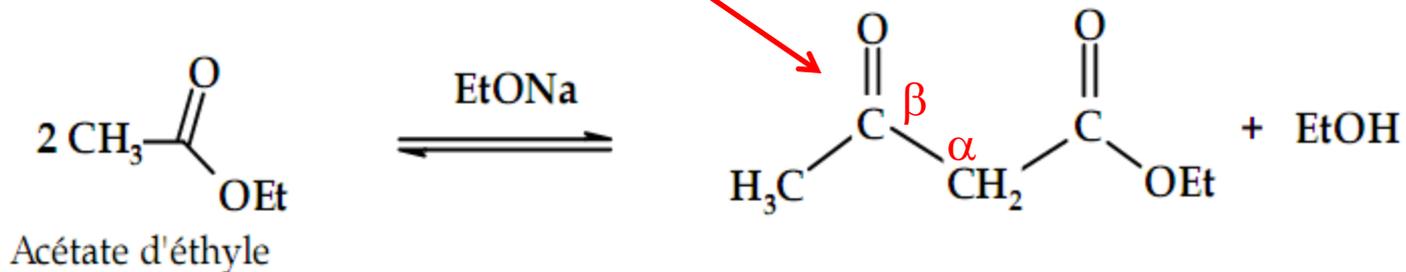
- a) Met en jeu la déprotonation d'un diester.
- b) Utilise un halogénoalcane.
- c) Se termine par une étape de décarboxylation.
- d) Libère du dioxyde de carbone.



La décarboxylation d'un diacide est plus facile
Que celle d'un monoacide

10- 2 moles d'acétate d'éthyle CH_3COOEt réagissent en milieu basique ($\text{EtO}^- \text{Na}^+$) pour donner après élimination d'éthanol, le composé A.

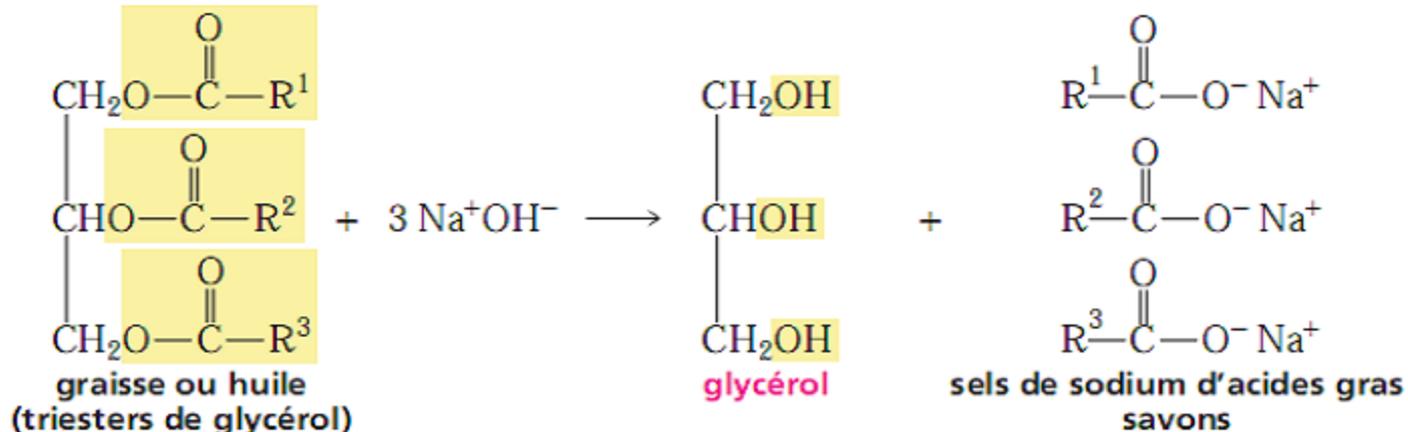
- a) Il s'agit d'une réaction de saponification
- b) Il s'agit d'une réaction de Claisen
- c) Il s'agit d'une réaction de substitution nucléophile
- d) Le milieu basique permet la formation d'un carbocation
- e) La base ($\text{EtO}^- \text{Na}^+$) réagit avec le carbonyle de l'ester
- f) Le composé A est un ester α,β -éthylénique
- g) Le composé A est un β ceto-ester



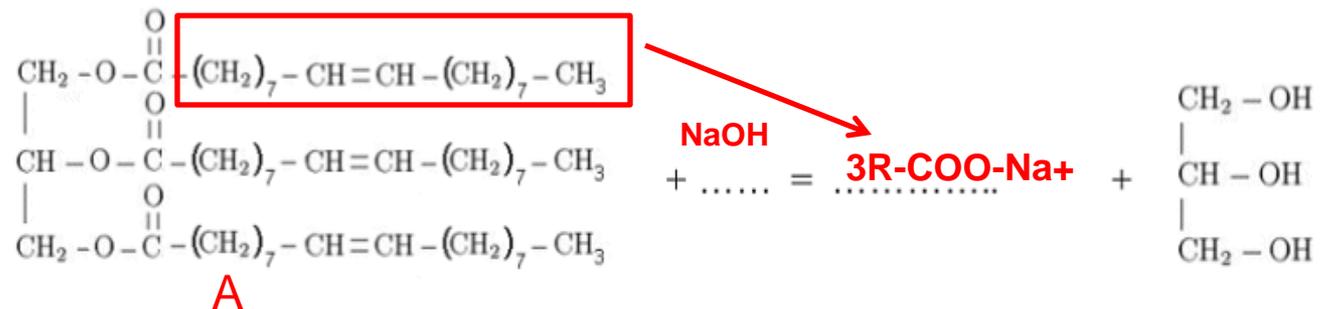
La réaction de Claisen peut avoir lieu entre 2 esters différents

11- A propos de la saponification des esters.

- a) Il s'agit de faire réagir l'ester avec de la soude ou de la potasse.
- b) La réaction est lente et équilibrée.
- c) On forme un acide carboxylique et un alcool.
- d) On forme un ion carboxylate et un alcool.
- e) Un savon est formé par la réaction d'un acide carboxylique à radical alkyle long avec de la soude
- f) Une molécule de savon possède dans sa structure une grande partie hydrophile et une petite partie hydrophobe.
- g) Plus la chaîne carbonée de la molécule est longue, plus la molécule est hydrophobe.
- h) La saponification de l'acide butanoïque conduit à la formation d'un savon.



12- On traite la molécule A par de la soude en excès.



glycerol

- a) A est un triester.
- b) On libère un triacide et 3 molécules d'alcool.
- c) La réaction est une saponification.
- d) La réaction produit du glycérol.
- e) L'un des produits de la réaction a des propriétés détergentes.

13- Concernant la réaction suivante, laquelle ou lesquelles des propositions est ou sont exactes ?



a) Lorsque NuH = H₂O, le produit obtenu est un alcool

b) Lorsque NuH = R-OH, le produit obtenu est un ester

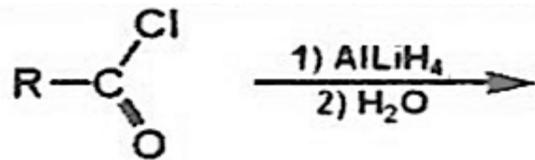
c) Lorsque NuH = NH₂-H, le produit obtenu est une amide N-substitué

d) Lorsque NuH = R₁R₂N-H, le produit obtenu est une amide N,N-disubstitué

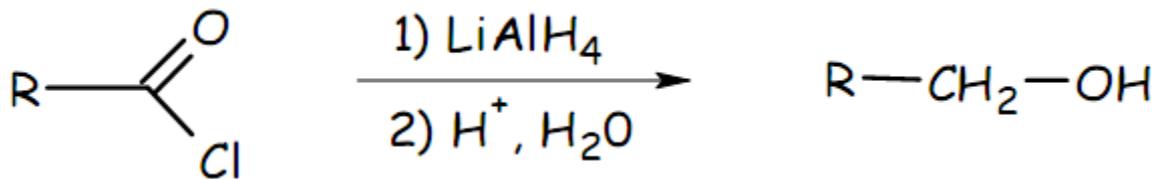
Non substitué



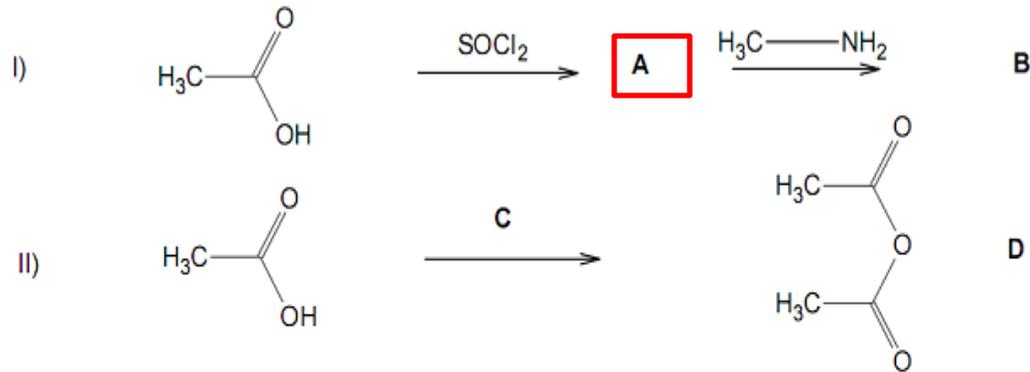
14- Concernant la réaction suivante, laquelle ou lesquelles des propositions est ou sont exactes ?



- a) Il s'agit d'une réaction propre aux halogénures d'acide
- b) Il s'agit d'une réaction de réduction en alcools
- c) Le produit obtenu est un alcool primaire
- d) Le produit obtenu est un alcool secondaire
- e) Le produit obtenu est un mélange d'alcools primaire et tertiaires



15- Acides et anhydrides



a) A est le chlorure d'acétyle.

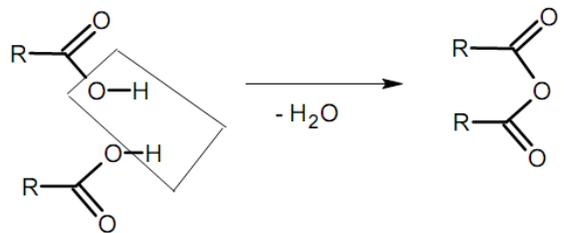
b) B est une amine.

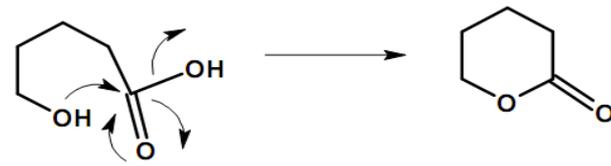
c) Le réactif C peut être P_2O_5

d) Pour la réaction II, on peut utiliser le composé A comme réactif en présence d'une base.

e) D est l'anhydride acétique.

c) *La déshydratation des acides en présence d'un déshydratant énergétique comme le pentoxyde de phosphore P_2O_5 conduit aux anhydrides.*





16 - Esters cycliques

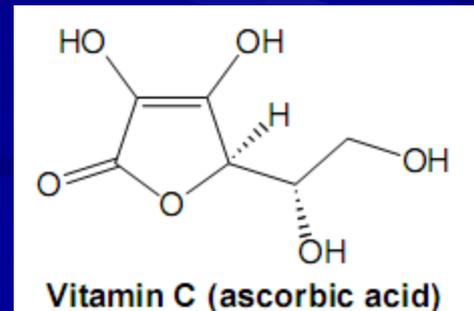
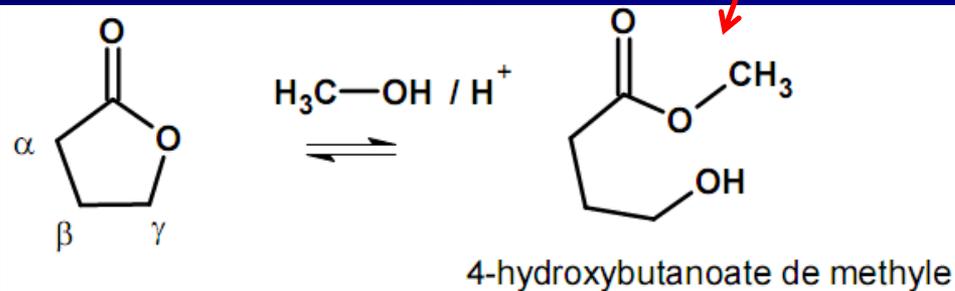
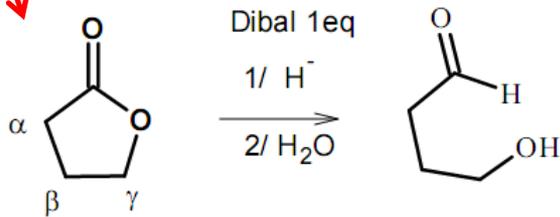
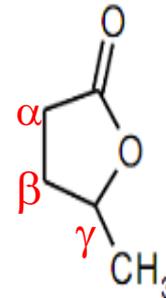
a) Il s'agit d'une β -lactone.

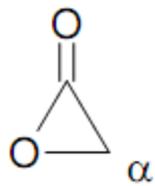
b) Le composé A est obtenu par cyclisation intramoléculaire de l'acide 4-hydroxypentanoïque

c) La réduction du composé A, suivie d'une hydrolyse, conduit à un aldéhyde alcool.

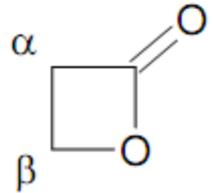
d) Si on traite le composé A avec du méthanol, en milieu acide, on obtient un alcool-ester.

γ -lactone

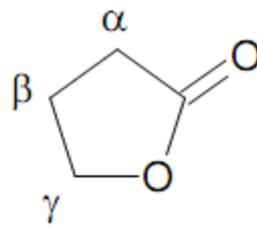




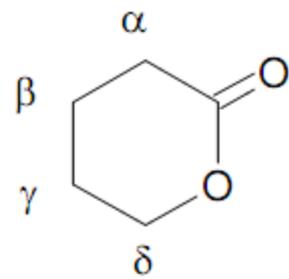
α _lactone



β _lactone

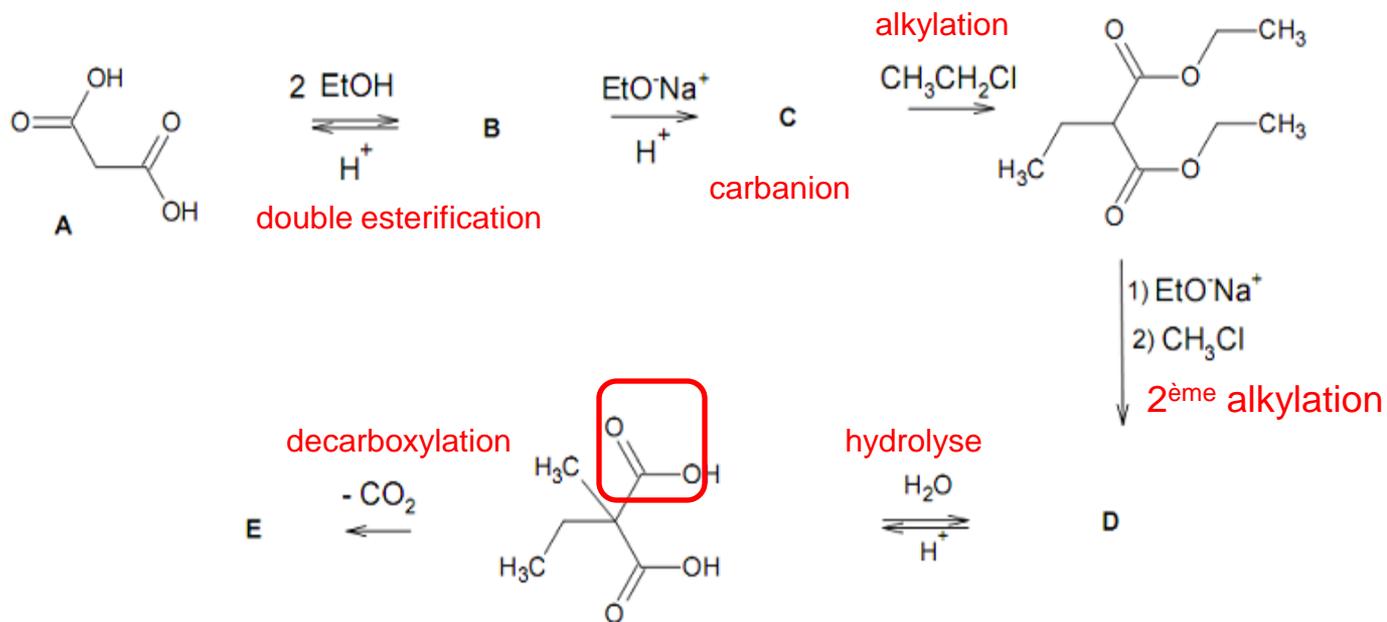


γ _lactone



δ _lactone

17 - Acides et esters Synthèse malonique



a) A est l'acide malonique.

b) B est le malonate de méthyle.

c) On obtient un carbanion C car les atomes dihydrogène en α du $\text{C}=\text{O}$ sont mobiles.

d) La molécule D est un diester

e) La molécule E est l'acide 2-méthylbutanoïque.

18 -Malonates d'éthyle

a) La synthèse malonique permet la synthèse des acides carboxyliques

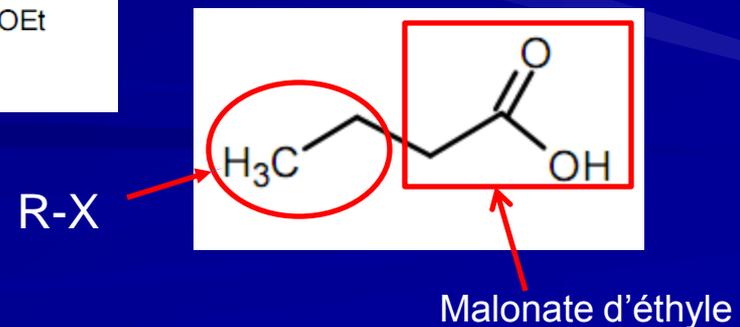
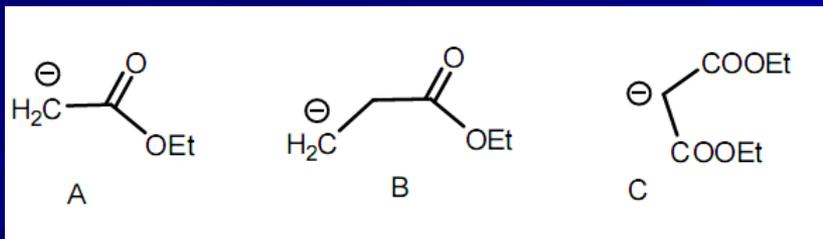
On désire synthétiser l'acide butanoïque à partir d'un de ces carbanions. Comment procéderiez-vous ?

b) **C** + bromure d'éthyle suivi d'une hydrolyse acide.+ décarboxylation

c) **A** + bromure d'éthyle. + hydrolyse acide

d) **B** + bromure d'éthyle suivi d'une hydrolyse acide avec chauffage.

e) **C** + bromure d'éthyle suivi d'une décarboxylation.



19 - Amides cycliques

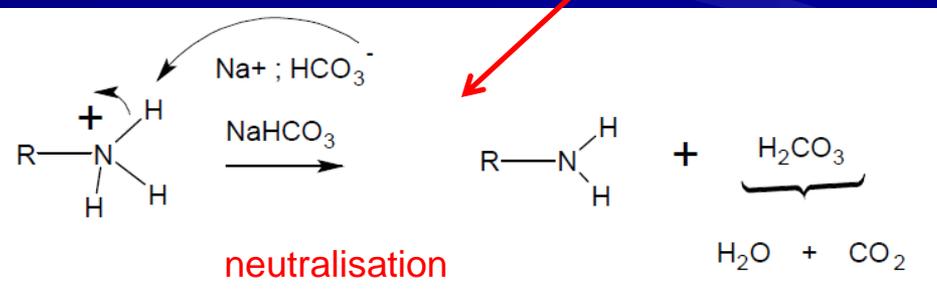
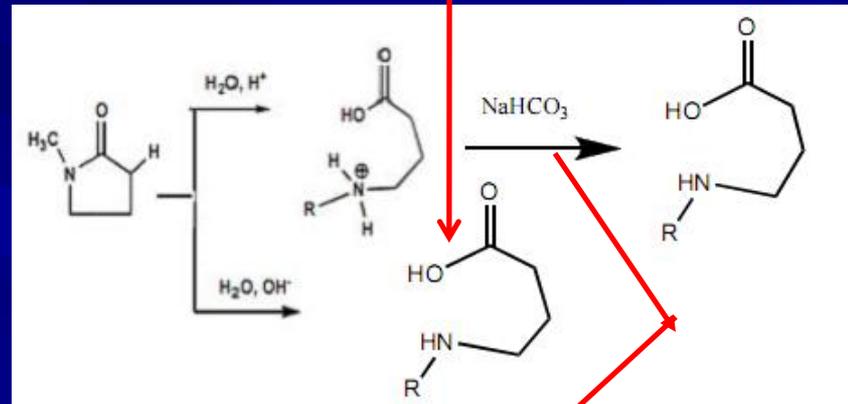
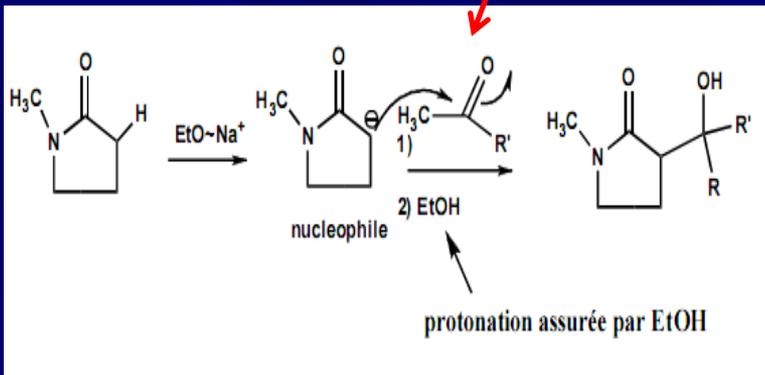
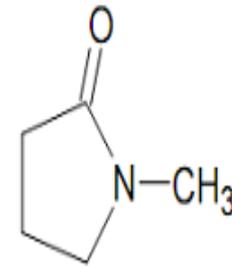
a) Il s'agit d'une lactame.

b) Le composé A est obtenu par cyclisation intramoléculaire de l'acide 4-amino-pentanoïque

c) La réduction du composé, suivie d'une hydrolyse, conduit à un acide-amine

d) Si on traite le composé A avec H₂O, en milieu basique, on obtient un acide-amine.

e) Le composé A peut jouer le rôle d'un nucléophile en milieu basique



20 - Comparer la stabilité et la réactivité entre KOH et t-BuO⁻K⁺

a- KOH est une base plus forte que t-BuO⁻ K⁺

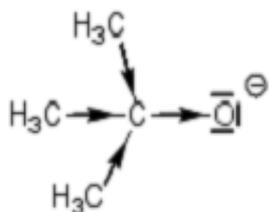
b- KOH est une plus stable que t-BuO⁻ K⁺

c- t-BuO⁻ K⁺ est une base plus forte que KOH

La stabilité est une notion inverse de la réactivité.

Dans tBuO⁻, les trois effets +I des trois groupements méthyle augmentent la densité électronique au niveau de l'oxygène déjà chargé négativement. La base, peu stable, devient très réactive et arrache facilement un proton sur un acide même faible. tBuO⁻ est une base très forte.

Dans le cas de la soude, il n'y a pas de groupe électrodonneur et la densité électronique sur l'oxygène est moins importante que précédemment. La base HO⁻ est plus stable et beaucoup moins réactive.



Les 3 effets +I des 3 CH₃ augmentent la densité électronique sur l'oxygène et déstabilisent la base qui devient très réactive.



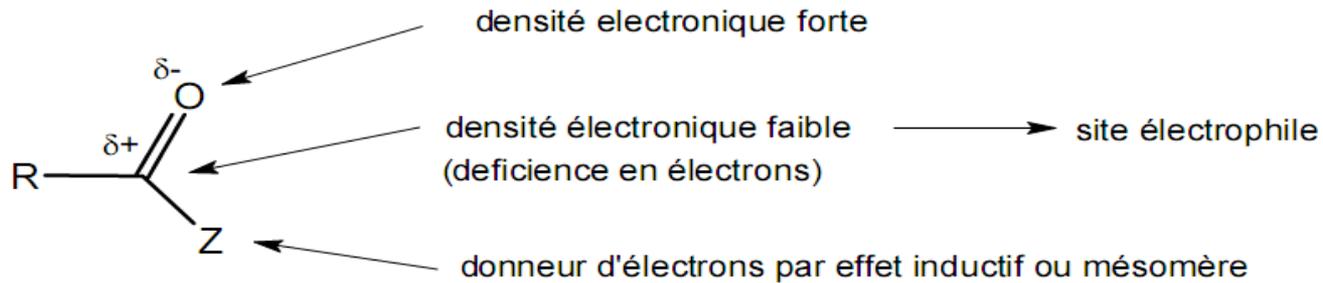
Densité électronique au niveau de O plus faible.
Base plus stable, moins réactive.

21 - Comparer la stabilité et la réactivité entre RCOCl , RCHO , RCOOR' , RCOR' et RCONH_2

.

La stabilité est une notion inverse de la réactivité.

Càd : stabilité \nearrow réactivité \searrow



\downarrow

l'effet donneur diminue le caractère électrophile
(diminue la déficience en électrons)

\downarrow

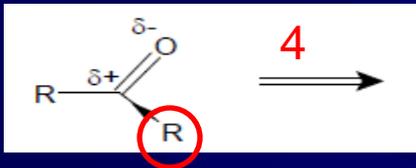
diminution de la réactivité (et augmentation de la stabilité)

Plus l'effet donneur de Z est important plus la réactivité de C=O est faible

Pour que le C=O soit plus réactif \longrightarrow il faut que Z soit un mauvais donneur par effet +I ou +M

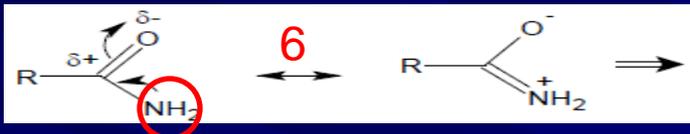


Effet +M : nul



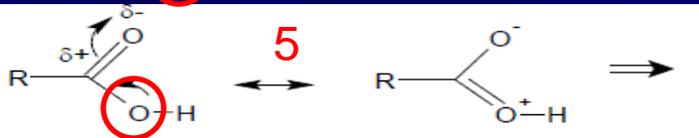
effet électronique : + I (C=O stabilisé par l'effet + I)

Effet +M : nul



effet électronique : +M (C=O stabilisé par l'effet + M)

Effet +M : très moyen



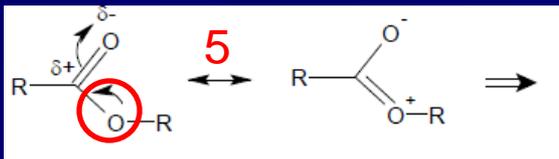
effet électronique : +M (C=O stabilisé par l'effet + M)

Effet +M : moyen



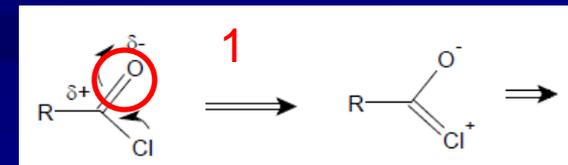
effet électronique : +M (C=O stabilisé par l'effet + M)

Effet +M : moyen



effet électronique : +M (C=O stabilisé par l'effet + M)

Effet +M : moyen

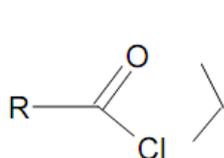


effet électronique : +M (C=O stabilisé par l'effet + M)

Effet +M : faible
faible- I : fort

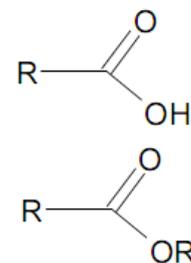
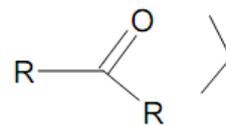
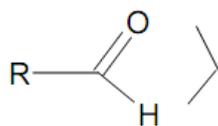
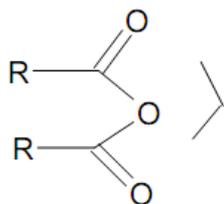
21 - Comparer la stabilité et la réactivité entre RCOCl , RCHO , RCOOR' , RCOR' et RCONH_2 .

Réactivité décroissante



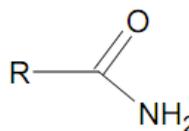
le plus réactif

le moins stable



le moins réactif

le plus stable



Stabilité croissante

