

2008-2010

Chimie Organique

BTS Métiers de l'eau



*Professeur : H. ABBES
Lycée Pierre Gilles de Gennes
2008 - 2010*

SOMMAIRE

SOMMAIRE.....	2
LA CHIMIE ORGANIQUE.....	3
I) VALENCE DES ATOMES.....	3
1) <i>Valence des atomes.....</i>	<i>3</i>
2) <i>Géométrie des molécules.....</i>	<i>3</i>
II) REPRESENTATION DES MOLECULES.....	4
LES ALCANES.....	5
I) NOMENCLATURE.....	5
II) PROPRIETES PHYSIQUES.....	5
III) PROPRIETES CHIMIQUES.....	5
1) <i>Combustion.....</i>	<i>5</i>
2) <i>Substitutions.....</i>	<i>5</i>
LES ALCENES.....	6
I) NOMENCLATURE :.....	6
1) <i>Isomérie :.....</i>	<i>6</i>
2) <i>Exercice.....</i>	<i>6</i>
II) PROPRIETES CHIMIQUES.....	6
1) <i>Addition électrophiles.....</i>	<i>6</i>
2) <i>Oxydation.....</i>	<i>7</i>
3) <i>Polymérisation.....</i>	<i>7</i>
LES ALCOOLS.....	8
I) NOMENCLATURE.....	8
II) CLASSE DES ALCOOL.....	8
III) PROPRIETES CHIMIQUES.....	8
1) <i>Oxydation.....</i>	<i>8</i>
2) <i>Estérification.....</i>	<i>8</i>
LES COMPOSES CARBONYLES.....	9
I) NOMENCLATURE.....	9
1) <i>Les aldéhydes.....</i>	<i>9</i>
2) <i>Les cétones.....</i>	<i>9</i>
II) TESTS CARACTERISTIQUES.....	9
III) PROPRIETES CHIMIQUES.....	9
1) <i>Condensation.....</i>	<i>9</i>
2) <i>Mobilité de l'atome H situé en α.....</i>	<i>9</i>
3) <i>Les acides carboxyliques.....</i>	<i>10</i>
4) <i>Les dérivés halogénés.....</i>	<i>10</i>
5) <i>Les amines.....</i>	<i>10</i>
6) <i>Les acides α-aminés.....</i>	<i>10</i>
IV) D'UNE FONCTION A L'AUTRE.....	11
V) LES COMPOSES COMPORTANT UN HETEROATOME.....	11

La matière organique a trois origines :

- 1) Naturelle végétale issue de la **photosynthèse**.
- 2) Naturelle animale issue de la **biosynthèse**.
- 3) **Hydrocarbures fossiles** : pétrole, charbon...

Une molécule organique est principalement constituée d'atomes de **carbone** et **hydrogène** et parfois d'autres atomes (N, O, halogènes).

Elle comporte un **squelette carboné** (enchaînement d'atomes de carbone) et les atomes d'hydrogène sont aux extrémités de la molécule (ne peuvent se lier qu'une fois).

I) Valence des atomes

1) Valence des atomes

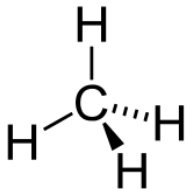
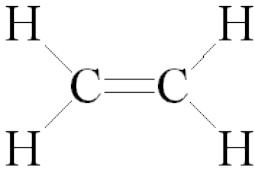
Les atomes forment autant de liaisons qu'il leur manque d'électrons pour avoir leur dernière couche pleine, sans pouvoir en faire plus de 4.

Atome	Electrons de valence	Valence	Lié à combien d'atomes
H	1	Monovalent	1
C	4	Tetravalent	2, 3 ou 4 (di, tri ou tetragonal)
N	5	Trivalent	1, 2 ou 3
O	6	Bivalent	1 ou 2
halogènes	7	Monovalent	1

2) Géométrie des molécules

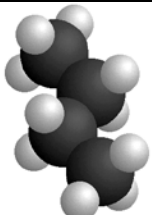
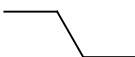


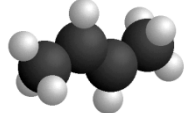
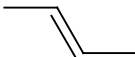

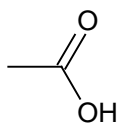
Selon la VSEPR, c'est le nombre de liaisons covalentes et de doublets non liants qui va établir la géométrie des molécules.

Exemple des atomes de carbone :

4 liaisons simples tétragonal	1 liaison double et 2 simples trigonal	1 liaison triple et 1 simple digonal
		$\text{H}-\text{C}\equiv\text{C}-\text{H}$
tétraèdre	molécule plane	molécule linéaire

S'il n'y a que des liaisons simples entre les atomes de carbone la chaîne est dite **saturée**, sinon elle est dite **insaturée** (pourra subir des additions).

II) Représentation des molécules

	Formule			
	développée plane	topologique	semi développée	brute
	$ \begin{array}{cccc} \text{H} & \text{H} & \text{H} & \text{H} \\ & & & \\ \text{H}-\text{C} & -\text{C} & -\text{C} & -\text{C}-\text{H} \\ & & & \\ \text{H} & \text{H} & \text{H} & \text{H} \end{array} $		$\text{H}_3\text{C}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_3$	C_4H_{10}
	$ \begin{array}{c} \text{H} \\ \\ \text{H}-\text{C}-\text{H} \\ \\ \begin{array}{ccc} \text{H} & & \text{H} \\ & & \\ \text{H}-\text{C} & -\text{C} & -\text{C}-\text{H} \\ & & \\ \text{H} & \text{H} & \text{H} \end{array} \end{array} $		$ \begin{array}{c} \text{CH}_3 \\ \\ \text{H}_3\text{C}-\text{CH}-\text{CH}_3 \end{array} $	C_4H_{10}
	$ \begin{array}{ccc} \text{H} & & \text{H} \\ & & \\ \text{H}-\text{C} & = & \text{C}-\text{H} \\ & & \\ \text{H} & & \text{H} \end{array} $		$\text{H}_3\text{C}-\text{CH}=\text{CH}-\text{CH}_3$	C_4H_8
	$ \begin{array}{ccc} \text{H} & & \text{O} \\ & & \\ \text{H}-\text{C} & - & \text{C} \\ & & \\ \text{H} & & \text{O}-\text{H} \end{array} $		$ \begin{array}{c} \text{O} \\ \\ \text{H}_3\text{C}-\text{C} \\ \\ \text{OH} \end{array} $	$\text{C}_2\text{H}_4\text{O}_2$

Les alcanes possèdent uniquement des atomes de carbone et d'hydrogène liés par des liaisons simples. Leur formule brute est C_nH_{2n+2} .

I) Nomenclature

formule brute	nom de l'hydrocarbure linéaire	formule brute	nom de l'hydrocarbure linéaire
CH ₄	méthane	C ₄ H ₁₀	butane
C ₂ H ₆	éthane	C ₅ H ₁₂	pentane
C ₃ H ₈	propane	C ₆ H ₁₄	hexane

Nomenclature :

- 1) La chaîne carbonée la plus longue donne le nom de l'alcane.
- 2) On numérote les carbones de la chaîne la plus longue de façon à ce que les substituants (**alkyles**) soient sur les numéros les plus faibles.
- 3) On classe les substituants par ordre alphabétique.

Exemples :

2-méthylbutane	2,3-diméthylbutane	cyclopentane	3-éthyl-2-méthylhexane
$\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\ \\ \text{H}_3\text{C}-\text{HC} \\ \\ \text{CH}_2\text{CH}_3 \end{array}$	$\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\ \\ \text{H}_3\text{C}-\text{CH}-\text{CH}-\text{CH}_3 \\ \\ \text{CH}_3 \end{array}$		$\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\ \\ \text{H}_3\text{C}-\text{CH}-\text{CH}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_3 \\ \quad \\ \text{CH}_3 \quad \text{CH}_2 \end{array}$

II) Propriétés physiques

La densité augmente avec la longueur de la chaîne carbonée et vaut au maximum 0,78.

La température d'ébullition augmente avec la longueur de la chaîne carbonée.

Plus la chaîne est ramifiée plus la température d'ébullition diminue.

Dans les conditions normales de température et de pression :

C₁ -> C₄ : gazeux C₅ -> C₁₆ : liquides C₁₇ -> ... : solides

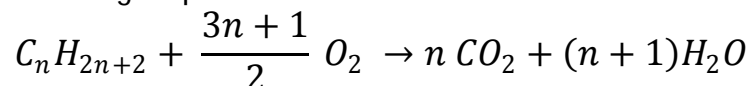
Les hydrocarbures sont insolubles dans l'eau (marée noire).

III) Propriétés chimiques

Les alcanes sont très peu réactifs, ils donneront des combustions ou des substitutions

1) Combustion

Ces réactions sont exo énergétiques :

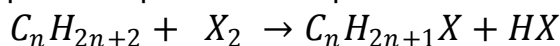


2) Substitutions

Les substitutions sont en fait des **halogénations** (réactions de dihalogènes).

On note X₂ les dihalogènes (F₂, Cl₂, Br₂, I₂).

Ces réactions, photochimiques, remplacent un H par un X.



Remarque : les halogénations peuvent se poursuivre (CH₄ peut aller jusqu'à CCl₄).

Les alcènes possèdent uniquement des atomes de carbone et d'hydrogène. Leur chaîne contient une double liaison, leur formule brute est C_nH_{2n} .

I) Nomenclature :

Mêmes règles que les alcanes mais la position de la double liaison est prioritaire par rapport aux substituants.

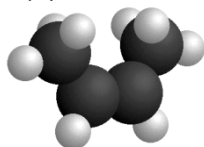
Exemples :

but-1-ène	3-méthylbut-1-ène
$\begin{array}{l} H_2C=CH \\ \\ CH_2CH_3 \end{array}$	$\begin{array}{l} H_2C=CH \\ \\ CH-CH_3 \\ \\ H_3C \end{array}$

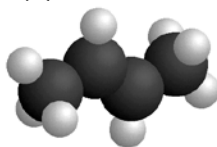
1) Isomérisation :

- De position : But-1-ène et but-2-ène.
- De chaîne : butane et méthylpropane
- Chaque alcène possède deux stéréo-isomères : Z et E

(Z) but-2-ène



(E) but-2-ène



2) Exercice

Exercice 1 :

Donner le nom et la formule semi-développée de tous les isomères de l'hexane.

Exercice 2 :

Un alcane de masse m_1 donne par combustion complète 13,2g de dioxyde de carbone et 6,30g d'eau.

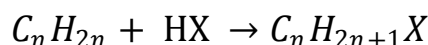
- 1) Ecrire l'équation de la combustion complète d'un alcane ayant n atomes de carbone.
- 2) Déterminer les quantités de matière de dioxyde de carbone et d'eau produits.
- 3) En déduire la valeur de n .
- 4) Donner le nom et la formule semi-développée de tous les isomères cet alcane.

II) Propriétés chimiques

1) Addition électrophiles

Lors d'une réaction d'addition le réactif vient se fixer en lieu et place de la double liaison.

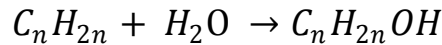
1) Halogénure d'hydrogène HX :



On constate que l'halogène se fixe sur le carbone le plus substitué : c'est la **règle de MARKOVNIKOFF**.

2) Eau H₂O :

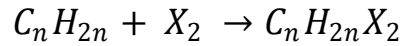
Cette réaction se fait à haute température (300°C)



L'alcène donne un alcool.

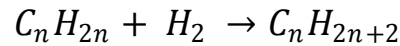
Le groupement hydroxyde OH se fixe sur le carbone le plus substitué : c'est la **règle de MARKOVNIKOFF**.

3) Dihalogènes X₂ :



4) Dihydrogène H₂ :

Cette réaction se fait en présence d'un catalyseur (Ni par exemple)



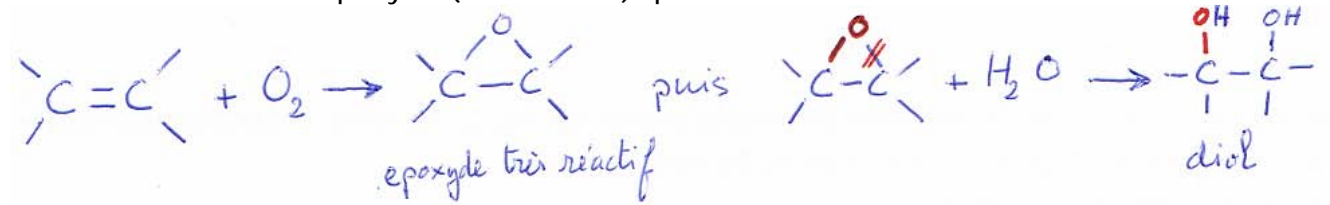
L'alcène donne l'alcane.

2) Oxydation

a) Epoxydation

C'est l'action de dioxygène en présence d'un catalyseur (Ag)

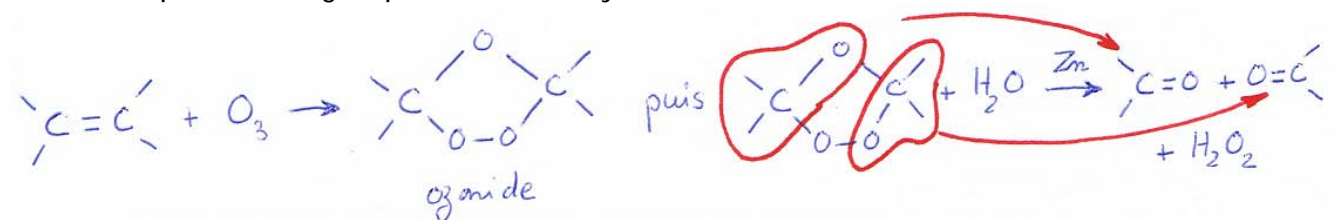
La réaction donne un époxyde (très réactif) qui donnera un diol.



b) Ozonolyse

C'est l'action de l'ozone.

La réaction donne un ozonide (très instable) qui donnera (par réduction sur du zinc) deux molécules portant un groupement carbonyle.



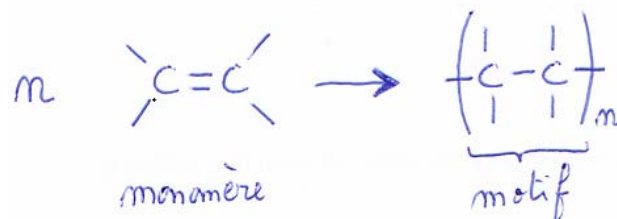
c) Action de KMnO₄

A froid, avec KMnO₄ dilué, on obtiendra un diol.

A chaud, avec KMnO₄ concentré, on obtiendra un aldéhyde ou une cétone



3) Polymérisation



Les alcools sont des hydrocarbures portant un groupement **hydroxyle -OH** fixé sur un atome C appelé **carbone fonctionnel**.

I) Nomenclature

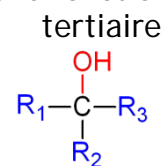
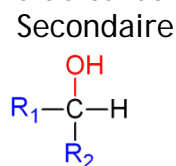
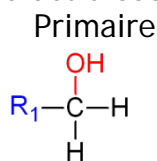
Le préfixe "ane" des alcanes sera remplacé par "ol " précédé du numéro du carbone fonctionnel, la chaîne carbonée la plus longue contenant le carbone fonctionnel.

Cas particulier du phénol.

Exemple : butan-1-ol

II) Classe des alcool

La classe des alcools dépend du nombre de carbones reliés au carbone fonctionnel.



III) Propriétés chimiques

1) Oxydation

L'oxydation d'un alcool augmente le degré d'oxydation du carbone fonctionnel. Autrement dit les liaisons C-H sont remplacées par des liaisons C-O.

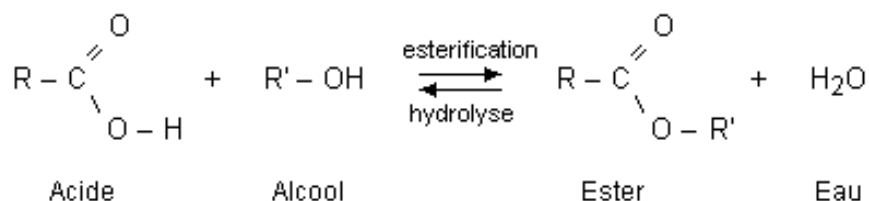
Les oxydant peuvent être MnO_4^- , $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ ou O_2 en présence d'un catalyseur (Cu...).

On peut oxyder un alcool primaire jusqu'à l'acide...	$\begin{array}{c} \text{OH} \\ \\ \text{R}_1-\text{C}-\text{H} \\ \\ \text{H} \end{array} \xrightleftharpoons[\text{Réduction}]{\text{Oxydation}} \begin{array}{c} \text{O} \\ // \\ \text{H}-\text{C} \\ \\ \text{R}_1 \end{array} \xrightleftharpoons[\text{Réduction}]{\text{Oxydation}} \begin{array}{c} \text{O} \\ // \\ \text{R}_1-\text{C} \\ \\ \text{OH} \end{array}$
On ne peut oxyder un alcool secondaire que jusqu'à une cétone ...	$\begin{array}{c} \text{OH} \\ \\ \text{R}_1-\text{C}-\text{H} \\ \\ \text{R}_2 \end{array} \xrightleftharpoons[\text{Réduction}]{\text{Oxydation}} \begin{array}{c} \text{O} \\ // \\ \text{R}_2-\text{C} \\ \\ \text{R}_1 \end{array}$
On ne peut pas oxyder un alcool tertiaire...	$\begin{array}{c} \text{OH} \\ \\ \text{R}_1-\text{C}-\text{R}_3 \\ \\ \text{R}_2 \end{array}$

Dans le cas des alcools primaire pour s'arrêter à la fonction aldéhyde il va falloir faire une oxydation douce. On pourra utiliser un oxydant peu concentré et faire la réaction à froid. Si l'oxydant est concentré et chaud on ira jusqu'à l'acide.

2) Estérification

C'est la réaction d'un acide sur un alcool.



L'estérification a un rendement maximal de 66% (alcool primaire) qui diminue lorsque la classe de l'alcool augment. Pour accélérer la réaction on utilise des chlorures d'acyle (rendement maximal) ou des catalyseurs.

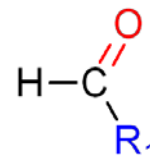
I) Nomenclature

Les composés carbonylés contiennent une double liaison C=O.

1) Les aldéhydes

L'atome de carbone lié à l'oxygène est aussi lié à un atome de carbone et à un atome d'hydrogène.

Le préfixe "ane" des alcanes est remplacé par "al".

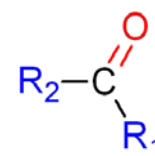


Exemple : butanal

2) Les cétones

L'atome de carbone lié à l'oxygène est lié à deux atomes de carbone.

Ils sont très utilisés comme solvants



Le préfixe "ane" des alcanes est remplacé par "one" précédé de la position du carbone fonctionnel.

Exemple : butan-2-one

II) Tests caractéristiques

Pour différencier ces deux familles on utilise des tests caractéristiques.

Aldéhydes	$\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{H}-\text{C} \\ \\ \text{R}_1 \end{array}$	Test positif à la 2,4-DNPH : formation d'un précipité jaune orangé. Au réactif de Tollens on obtient un miroir d'argent en chauffant. A la liqueur de Fehling : précipité rouge brique en chauffant.
Cétones	$\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{R}_2-\text{C} \\ \\ \text{R}_1 \end{array}$	Test positif à la 2,4-DNPH : formation d'un précipité jaune orangé. Négatif à la liqueur de Fehling

III) Propriétés chimiques

1) Condensation

Le carbone de la fonction carbonyle est δ^+ , donc peut être "attaqué" par une espèce nucléophile (par exemple le doublet d'une amine...).

2) Mobilité de l'atome H situé en α

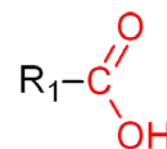
a) Formes tautomères

b) Action des halogènes

c) Aldolisation et cétolisation

1) Les acides carboxyliques

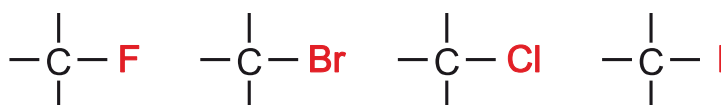
Les acides carboxyliques présentent la fonction suivante -COOH .



On les trouve : l'acide éthanoïque se trouve dans le vinaigre.

2) Les dérivés halogénés

Ce sont des hydrocarbures pour lesquels un ou plusieurs atomes d'hydrogène ont été remplacés par autant d'halogène : F, Cl, Br, ou I.

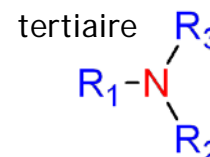
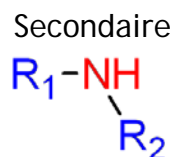
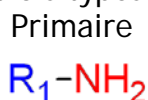


On les trouve : très bons solvants des graisses, vernis...

3) Les amines

Les amines sont des hydrocarbures contenant un atome d'azote lié à un ou plusieurs atomes de carbone.

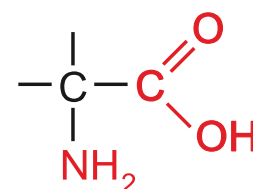
Il existe trois types d'amines :



On les trouve : utilisées comme réactif pour synthétiser des monomères.

4) Les acides α -aminés

Ce sont des composés organiques contenant sur un même atome de carbone une fonction acide carboxylique et une fonction amine primaire.



On les trouve : ce sont les maillons qui constituent les protéines.

II) D'une fonction à l'autre...

On peut oxyder un alcool primaire jusqu'à l'acide...	$ \begin{array}{c} \text{OH} \\ \\ \text{R}_1-\text{C}-\text{H} \\ \\ \text{H} \end{array} \xrightleftharpoons[\text{Réduction}]{\text{Oxydation}} \begin{array}{c} \text{O} \\ \\ \text{H}-\text{C} \\ \\ \text{R}_1 \end{array} \xrightleftharpoons[\text{Réduction}]{\text{Oxydation}} \begin{array}{c} \text{O} \\ \\ \text{R}_1-\text{C} \\ \\ \text{OH} \end{array} $
On ne peut oxyder un alcool secondaire que jusqu'à une cétone ...	$ \begin{array}{c} \text{OH} \\ \\ \text{R}_1-\text{C}-\text{H} \\ \\ \text{R}_2 \end{array} \xrightleftharpoons[\text{Réduction}]{\text{Oxydation}} \begin{array}{c} \text{O} \\ \\ \text{R}_2-\text{C} \\ \\ \text{R}_1 \end{array} $
On ne peut pas oxyder un alcool tertiaire...	$ \begin{array}{c} \text{OH} \\ \\ \text{R}_1-\text{C}-\text{R}_3 \\ \\ \text{R}_2 \end{array} $

III) Les composés comportant un hétéroatome

Fonction	Groupe caractéristique	Tests caractéristiques
Alcanes	$\text{C}_n\text{H}_{2n+2}$	
Alcènes	C_nH_{2n}	Test positif au permanganate de potassium en milieu basique : on obtient un mélange hétérogène, une phase inférieure verdâtre et une phase supérieure incolore.
Alcools	$ \begin{array}{c} \text{OH} \\ \\ \text{R}_1-\text{C}-\text{H} \\ \\ \text{H} \end{array} \quad \begin{array}{c} \text{OH} \\ \\ \text{R}_1-\text{C}-\text{H} \\ \\ \text{R}_2 \end{array} $ $ \begin{array}{c} \text{OH} \\ \\ \text{R}_1-\text{C}-\text{R}_3 \\ \\ \text{R}_2 \end{array} $	<p>Les alcools primaires et secondaires décolorent une solution de permanganate de potassium acidifiée.</p> <p>Les alcools tertiaires ne réagissent pas avec l'ion permanganate.</p>
Aldéhydes	$ \begin{array}{c} \text{O} \\ \\ \text{H}-\text{C} \\ \\ \text{R}_1 \end{array} $	<p>Test positif à la 2,4-DNPH : formation d'un précipité jaune orangé.</p> <p>Au réactif de Tollens on obtient un miroir d'argent en chauffant.</p> <p>A la liqueur de Fehling : précipité rouge brique en chauffant.</p>
Cétones	$ \begin{array}{c} \text{O} \\ \\ \text{R}_2-\text{C} \\ \\ \text{R}_1 \end{array} $	Test positif à la 2,4-DNPH : formation d'un précipité jaune orangé.
Acides carboxyliques	$ \begin{array}{c} \text{O} \\ \\ \text{R}_1-\text{C} \\ \\ \text{OH} \end{array} $	Ont un pH acide.
Dérivés halogénés	$ \begin{array}{c} \\ -\text{C}-\text{X} \\ \end{array} $	Test positif au nitrate d'argent en solution alcoolique : on obtient un précipité blanc qui noircit à la lumière
Amines	$ \begin{array}{c} \text{R}_1-\text{NH}_2 \\ \text{R}_1-\text{NH} \\ \\ \text{R}_2 \end{array} \quad \begin{array}{c} \text{R}_3 \\ \text{R}_1-\text{N} \\ \\ \text{R}_2 \end{array} $	<p>pH basique.</p> <p>Avec du sulfate de cuivre, on obtient une coloration bleue céleste.</p>

