

# Alcools, aldéhydes, cétones et acides carboxyliques, liaison hydrogène

## Alcools, aldéhydes, cétones et acides carboxyliques, liaison hydrogène

► Un **alcool** est un composé oxygéné qui contient un **groupe hydroxyle**  $\text{-OH}$  lié à un atome de carbone tétraédrique.

► Les **aldéhydes** et les **cétones** sont des composés oxygénés qui contiennent le **groupe carbonyle**  $\text{C=O}$  directement lié à des atomes de carbone ou d'hydrogène. C'est un aldéhyde, si l'atome de carbone est lié à au moins un atome d'hydrogène ; c'est une cétone dans le cas contraire.

► Un **acide carboxylique** est un composé oxygéné qui contient le **groupe carboxyle**  $\begin{array}{c} \text{O} \\ || \\ \text{-C-OH} \end{array}$   
La **nomenclature** des alcanes, des alcools, des aldéhydes, des cétones et des acides carboxyliques est rappelée dans le **rabat V**.

► Une **liaison hydrogène** se forme lorsqu'un atome d'hydrogène lié à un atome A, très électronégatif, interagit avec un atome B, lui aussi très électronégatif et porteur d'un doublet non liant. A et B peuvent être le fluor F, l'oxygène O, l'azote N ou le chlore Cl. Les molécules d'alcools et d'acides carboxyliques peuvent participer à des liaisons hydrogène.

Le cours complet sur les composés oxygénés de Thierry Collet en vidéo

<http://www.youtube.com/watch?v=oXHs226jMdY&feature=youtu.be>

ou chapitre par chapitre

[http://thierry.col2.free.fr/restreint/exovideo\\_lycee/1S\\_18\\_composes\\_organiques\\_oxygenes.htm](http://thierry.col2.free.fr/restreint/exovideo_lycee/1S_18_composes_organiques_oxygenes.htm)

Nomenclature des composés oxygénés (cf fin du polycopié)

Exercice 1 : Test sur les familles de composés oxygénés

[http://www.ostralo.net/4\\_exercices\\_jeux/premiereS\\_chimie/chimIIB2/exo\\_fonctions.swf](http://www.ostralo.net/4_exercices_jeux/premiereS_chimie/chimIIB2/exo_fonctions.swf)

Exercice 2: Test sur les alcools

[http://www.micromega-hatier.com/enligne1S/c24\\_qcm.html](http://www.micromega-hatier.com/enligne1S/c24_qcm.html)

Aide : [http://www.micromega-hatier.com/enligne1S/c24\\_bilan.html](http://www.micromega-hatier.com/enligne1S/c24_bilan.html)

Exercice 3: Test sur les acides

[http://www.micromega-hatier.com/enligne1S/c25\\_qcm.html](http://www.micromega-hatier.com/enligne1S/c25_qcm.html)

Aide [http://www.micromega-hatier.com/enligne1s/c25\\_bilan.html](http://www.micromega-hatier.com/enligne1s/c25_bilan.html)

Exercice 4: Connaître les molécules (alcanes, composés oxygénés)

[http://www.ostralo.net/3\\_animations/swf/alcane.swf](http://www.ostralo.net/3_animations/swf/alcane.swf)

[http://www.ostralo.net/4\\_exercices\\_jeux/premiereS\\_chimie/chimIIB2/exo\\_fonctions.swf](http://www.ostralo.net/4_exercices_jeux/premiereS_chimie/chimIIB2/exo_fonctions.swf)

Qcm : <http://www.sciencesslsc.fr/index.php?niveau=1&chapitre=10>

Exercice 5 : Composés oxygénés

[http://scphysiques2010.voila.net/1sch08c.htm#\\_Toc323274740](http://scphysiques2010.voila.net/1sch08c.htm#_Toc323274740)

Exercice 6 : Modèles moléculaires et formules

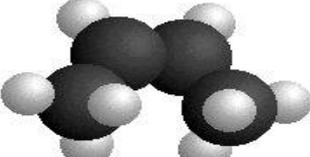
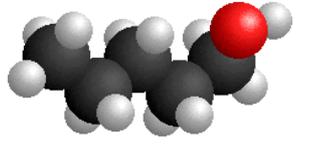
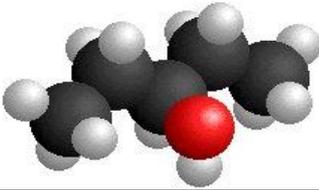
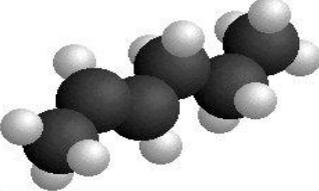
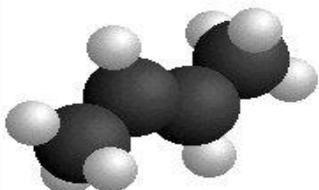
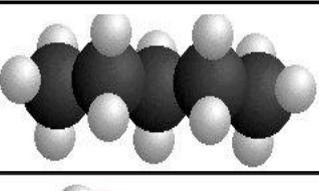
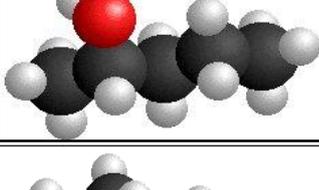
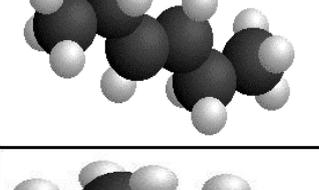
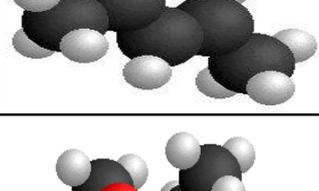
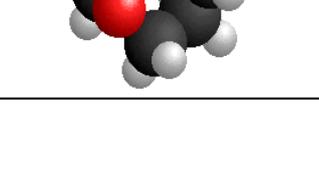
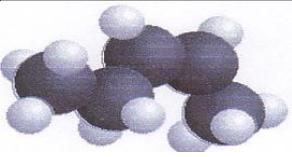
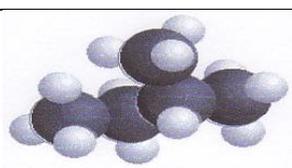
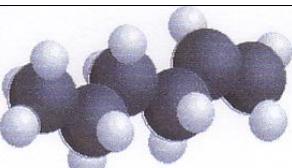
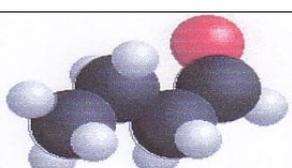
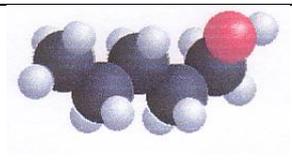
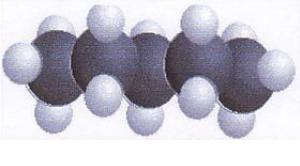
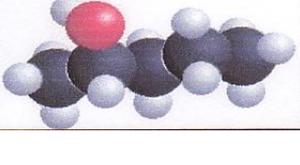
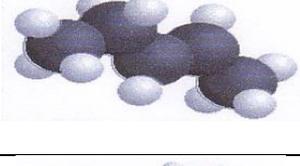
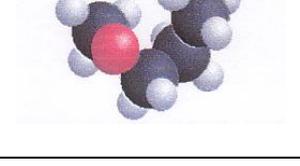
	Tableau 1	Formule semi-développée	Formule brute	Fonction organique
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				

Tableau 1 (suite)

		Formule semi-développée	Formule brute	Fonction organique
9				
10				
11				
12				
13				
14				
15				
16				

Corrigé

		Formule semi-développée	Formule brute	Fonction organique
1		$\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CH=CH-CH}_3$	$\text{C}_5\text{H}_{10}$	Alcène
2		$\text{CH}_3\text{-CH=CH-CH}_3$	$\text{C}_4\text{H}_8$	Alcène
3		$\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-OH}$	$\text{C}_4\text{H}_{10}\text{O}$	Alcool I
4		$\begin{array}{c} \text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CH-CH}_3 \\   \\ \text{CH}_3 \end{array}$	$\text{C}_5\text{H}_{12}$	Alcane
5		$\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH=CH}_2$	$\text{C}_6\text{H}_{12}$	Alcène
6		$\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH=O}$	$\text{C}_4\text{H}_8\text{O}$	Aldéhyde
7		$\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-OH}$	$\text{C}_5\text{H}_{12}\text{O}$	Alcool I
8		$\text{CH}_3\text{-CO-CH}_2\text{-CH}_3$	$\text{C}_4\text{H}_8\text{O}$	Cétone

9		$\begin{array}{c} \text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CH-CH}_2\text{-CH}_3 \\   \\ \text{OH} \end{array}$	$\text{C}_5\text{H}_{12}\text{O}$	Alcool II
10		$\text{CH}_3\text{-CH=CH-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_3$	$\text{C}_6\text{H}_{12}$	Alcène
11		$\text{CH}_3\text{-CH=CH-CH}_3$	$\text{C}_4\text{H}_8$	Alcène
12		$\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_3$	$\text{C}_5\text{H}_{12}$	Alcane
13		$\begin{array}{c} \text{CH}_3\text{-CH-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_3 \\   \\ \text{OH} \end{array}$	$\text{C}_5\text{H}_{12}\text{O}$	Alcool II
14		$\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CH=CH-CH}_2\text{-CH}_3$	$\text{C}_6\text{H}_{12}$	Alcène
15		$\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CH=CH-CH}_3$	$\text{C}_5\text{H}_{10}$	Alcène
16		$\text{CH}_3\text{-O-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_3$	$\text{C}_4\text{H}_{10}\text{O}$	Ether- oxyde

## Exercice 7

1. Qu'est-ce qu'un alcane ? Quelle est la formule brute générale des alcanes ?
2. Par réaction chimique, on transforme un alcane en alcool : quelle est la formule brute des alcools ?
3. Détermine la formule brute de l'alcool préparé sachant que sa masse molaire est  $M = 74 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$ .
4. Cette formule brute peut correspondre à quatre alcools différents dont les températures d'ébullition sont  $118^\circ\text{C}$ ,  $100^\circ\text{C}$ ,  $108^\circ\text{C}$  et  $83^\circ\text{C}$ . Dans un tableau, nomme les différents alcools qui peuvent correspondre à cette formule brute et donne leurs formules semi-développées et leurs formules topologiques.
5. Donne la température d'ébullition de chaque alcool en justifiant.

Masses molaires ( $\text{g}\cdot\text{mol}^{-1}$ ) : Carbone : 12,0      Oxygène : 16,0      Hydrogène : 1,0

### Corrigé

Un alcane est un composé organique constitué uniquement de carbone et d'hydrogène (hydrocarbure) dans lequel toutes les liaisons sont simples. La formule brute des alcanes est  $\text{C}_n\text{H}_{2n+2}$ .

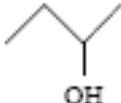
Dans les alcools, un groupe « hydroxyle » OH remplace un atome d'hydrogène H de l'alcane correspondant. Formule brute des alcools :  $\text{C}_n\text{H}_{2n+1}\text{OH}$

Masse molaire de l'alcool de formule brute  $\text{C}_n\text{H}_{2n+1}\text{OH}$  :  $M = 12 \times n + (2n+1) \times 1 + 16 = 14n + 17$

On a donc :  $14n + 17 = 74$  d'où  $n = 4$

L'alcool préparé a pour formule brute  $\text{C}_4\text{H}_9\text{OH}$ .

Cette formule brute présente trois isomères :

Butan-1-ol	$\text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{OH}$		$118^\circ\text{C}$
Butan-2-ol	$\text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \underset{\text{OH}}{\text{CH}} - \text{CH}_3$		$100^\circ\text{C}$
2-méthylpropan-1-ol	$\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\   \\ \text{CH}_3 - \text{CH} - \text{CH}_2 - \text{OH} \end{array}$		$108^\circ\text{C}$
2-méthylpropan-2-ol	$\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\   \\ \text{CH}_3 - \text{CH} - \text{CH}_3 \\   \\ \text{OH} \end{array}$		$83^\circ\text{C}$

Justification des températures de fusion : plus une molécule est ramifiée, plus elle prend de place dans l'espace (encombrement supérieur). A l'état liquide, elle se trouve donc plus éloignée des autres molécules et les interactions électriques (liaisons hydrogène et forces de Van der Waals) sont donc plus faibles, puisqu'elles dépendent de l'inverse du carré de la distance entre molécules. La cohésion de l'état liquide est alors moins grande et la température de fusion plus basse.

# PRINCIPALES FONCTIONS DE LA CHIMIE ORGANIQUE

## REGLES DE NOMENCLATURE

### Pour les hydrocarbures.

On utilise les règles suivantes :

- On détermine la chaîne carbonée la plus longue. Le nombre d'atomes de carbone de cette chaîne détermine le préfixe, qui sera suivi des terminaisons caractéristiques de l'hydrocarbure (alcane, alcène, ...).

Nombre d'atomes de carbone	Préfixe	Nombre d'atomes de carbone	Préfixe
1	méth	6	hex
2	éth	7	hept
3	prop	8	oct
4	but	9	non
5	pent	10	déc

- On identifie les ramifications gréffées sur la chaîne principale. Ce sont des groupements alkyles.  
exemples : groupe méthyle :  $-\text{CH}_3$   
groupe éthyle :  $-\text{CH}_2-\text{CH}_3$
- On numérote la chaîne principale en choisissant le sens de telle façon que le carbone portant le groupement fonctionnel (alcène ...) ou le groupe alkyle (alcane) ait le plus petit numéro.

### Pour les autres fonctions organiques.

On applique les mêmes règles que ci-dessus, complétées par :

- Le nom s'obtient en faisant suivre le nom de l'alcane correspondant ( en supprimant le e ) du suffixe caractéristique de la fonction. ( ol, al, one, oïque, ...)
- On numérote la chaîne principale en choisissant le sens de telle façon que le carbone portant le groupement fonctionnel ait le plus petit numéro.
- Dans l'écriture des noms, on met un **tiret** entre les nombres et les mots et une **virgule** entre les nombres.  
Exemple : 4,5 - diméthylhexan - 2 - one.

Remarques :

Dans le tableau ci-dessous,  $\text{R}, \text{R}_1, \text{R}_2, \dots$  représentent des groupements alkyles  $\text{C}_n\text{H}_{2n+1}-$

Fonction	Groupe caractéristique		Formule et terminaison	Exemples
Alcane	hydrocarbure saturé		$C_nH_{2n+2}$	$\begin{array}{c} CH_3 - CH_2 - CH - CH_2 - CH_3 \\   \\ CH_2 - CH_3 \\ \text{3-éthylpentane} \end{array}$
Alcène	hydrocarbure insaturé (double liaison)		$C_nH_{2n}$	$\begin{array}{c} CH_3 - CH = C - CH_3 \\   \\ CH_3 \\ \text{3-méthylbut-2-ène} \end{array}$
Alcool	R-OH	$\begin{array}{c} R - CH_2 - OH \\ \text{Primaire} \end{array}$	$C_nH_{2n+1} - OH$ <b>ol</b>	$\begin{array}{c} CH_3 - CH - CH_2 - OH \\   \\ CH_3 \\ \text{2-méthylpropan-1-ol} \end{array}$
		$\begin{array}{c} R_1 - CH - OH \\   \\ R_2 \\ \text{Secondaire} \end{array}$		$\begin{array}{c} CH_3 - CH_2 - CH - CH_3 \\   \\ OH \\ \text{butan-2-ol} \end{array}$
		$\begin{array}{c} R_3 \\   \\ R_1 - C - OH \\   \\ R_2 \\ \text{Tertiaire} \end{array}$		$\begin{array}{c} CH_3 - CH - CH - CH_3 \\   \quad   \\ CH_3 \quad OH \\ \text{3-méthylbutan-2-ol} \end{array}$
Aldéhyde	$\begin{array}{c} -C \equiv O \\   \\ H \end{array}$		$C_nH_{2n+1} - C \equiv O$ <b>al</b>	$\begin{array}{c} CH_3 - CH - CH_2 - C \equiv O \\   \quad \quad   \\ CH_3 \quad \quad H \\ \text{3- méthylbutanal} \end{array}$
Cétone	$\begin{array}{c}   \\ -C - C \equiv O \\   \quad   \\ -C - \\   \end{array}$		$C_nH_{2n+1} - C \equiv O$ $C_mH_{2m+1}$ <b>one</b>	$\begin{array}{c} CH_3 - C \equiv O \\   \\ CH_3 \\ \text{propanone (acétone)} \end{array}$
Acide carboxylique	$\begin{array}{c} -C \equiv O \\   \\ OH \end{array}$		$C_nH_{2n+1} - COOH$ <b>oïque</b>	$\begin{array}{c} CH_3 - CH - CH_2 - CH_2 - COOH \\   \\ CH_2 - CH_3 \\ \text{acide 4-méthylhexanoïque} \end{array}$

Exercices interactifs :

<http://chimie.adssys.com/aec/index.htm>

## La liaison hydrogène

[http://www.futura-sciences.com/fr/definition/t/chimie-2/d/liaison-hydrogene\\_5048/](http://www.futura-sciences.com/fr/definition/t/chimie-2/d/liaison-hydrogene_5048/)

[http://www.media.pearson.com.au/schools/cw/au\\_sch\\_derry\\_ibcsl\\_1/int/hydrogenBonding/1112.html](http://www.media.pearson.com.au/schools/cw/au_sch_derry_ibcsl_1/int/hydrogenBonding/1112.html)

[http://bertrand.kieffer.pagesperso-orange.fr/ibays/Primary/html/ens/physique/Kieffer/SP1S/documents/3\\_etats\\_eau.htm](http://bertrand.kieffer.pagesperso-orange.fr/ibays/Primary/html/ens/physique/Kieffer/SP1S/documents/3_etats_eau.htm)

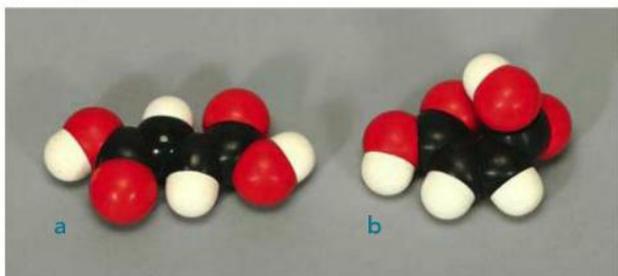
Animation : <http://www.defl.ca/~jdeblois2/molecules/contenu/molecules3.html>

### Exercice

#### 25 Liaisons hydrogène intramoléculaires

**COMPÉTENCES** Faire un schéma ; proposer une hypothèse.

Dans certaines molécules, des groupes O–H ou N–H peuvent naturellement se lier par liaison hydrogène avec des atomes d'oxygène ou d'azote également présents dans cette molécule. Ces liaisons sont dites « liaisons hydrogène intramoléculaires ».



1. Le document ci-dessus présente les modèles moléculaires des acides fumarique (a) et maléique (b).

a. Repérer l'isomère Z.

b. Représenter les formules semi-développées de ces deux acides et montrer que l'un d'eux peut donner des liaisons hydrogène intramoléculaires.

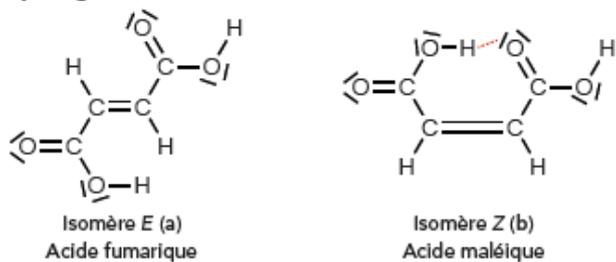
2. Quel peut être l'effet de l'existence de liaisons hydrogène intramoléculaires sur la cohésion d'un cristal ?

3. L'un de ces acides fond à 131 °C et l'autre 287 °C. Attribuer ces températures de fusion à chacun des isomères.



## 25 Liaisons hydrogène intramoléculaires

- a. L'isomère Z est l'acide maléique (b).  
b. Seul l'acide maléique (b) peut donner des liaisons hydrogène intramoléculaires.



- La présence de liaisons hydrogène intramoléculaires diminue le nombre de liaisons intermoléculaires susceptibles de se former, ce qui affaiblit la cohésion du cristal.
- L'acide maléique pouvant présenter des liaisons hydrogène intramoléculaires est le plus fusible, c'est lui qui fond à 131 °C, alors que l'acide fumarique fond à 286 °C.

# Electronégativité, molécules polaires

Cours :

## 1. Electronégativité d'un atome

L'électronégativité est un concept introduit par [Berzélius](#) en 1835. Assez différent de celui de Berzélius, le concept contemporain d'électronégativité repose sur l'aptitude d'un atome, ou d'un groupe d'atomes, d'une entité moléculaire à attirer des électrons de liaison.

C'est [Pauling](#) qui le premier a proposé le concept d'électronégativité sous cette forme.

H 2,1							He 0
Li 1,0	Be 1,5	B 2,0	C 2,5	N 3,0	O 3,5	F 4,0	Ne 0
Na 0,9	Mg 1,2	Al 1,5	Si 1,8	P 2,1	S 2,5	Cl 3,0	Ar 0

Echelle d'électronégativité de PAULING pour quelques éléments chimiques  
(en unité atomique de moment dipolaire : 1 u.a.m.d = 2,54 Debye)

## 2. Polarité d'une liaison ou d'une molécule

Si deux atomes impliqués dans une liaison de covalence sont **d'électronégativités différentes**, la répartition des charges est **dissymétrique** : les électrons de la liaison sont délocalisés vers l'atome **le plus électronégatif**, qui porte alors une charge partielle négative **notée  $\delta^-$** . L'autre atome de la liaison porte, quant à lui, une charge partielle positive **notée  $\delta^+$** .

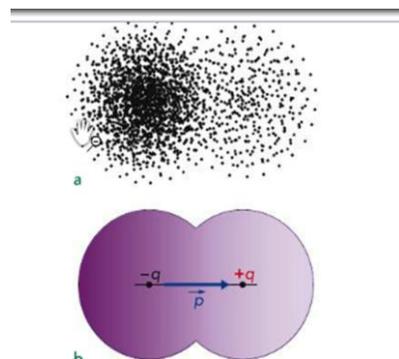
Plus les charges sont réparties de **façon asymétrique**, plus une liaison ou molécule sera **polaire** et *a contrario*, si les charges sont réparties de façon **totale symétrique**, elle sera **apolaire**, c'est-à-dire non polaire.

Une liaison polarisée constitue un dipôle électrique caractérisé par **son moment dipolaire**  $\vec{p}$  colinéaire à la liaison et orienté du pôle - vers le pôle + . Il est mesuré expérimentalement en debye (D) (cf livre et [http://www.futura-sciences.com/fr/definition/t/physique-2/d/moment-dipolaire\\_9262/](http://www.futura-sciences.com/fr/definition/t/physique-2/d/moment-dipolaire_9262/)).

Pour une molécule le moment dipolaire global est la somme géométrique des moments dipolaires associés à chacune des liaisons.

On a recensé ci-contre quelques valeurs de moments dipolaires de liaison :

Liaison	Valeur de p (en D)
C-H	0
O-H	1,51
N-H	1,31
C-O	0,75
C-Cl	1,57
H-Cl	1,1



La polarité des molécules influe sur un certain nombre de caractéristiques physiques (températures de fusion et d'ébullition, **solubilité**, tension superficielle) ou chimiques (réactivité).

La polarité des molécules influe sur un certain nombre de caractéristiques physiques (températures de fusion et d'ébullition, **solubilité**, tension superficielle) ou chimiques (réactivité).

**Exercices : voir exercices chapitre 9 du livre de 1S et corrigé sur l'ENT**

(version numérique : <http://pvevent1.immanens.com/fr/pvPage2.asp?skin=hafeu2&pa=1&puc=002520&nu=1> )

## Programme de terminale S

inorganiques.

Exploiter des spectres UV-visible.

### **Spectres IR**

Identification de liaisons à l'aide du nombre d'onde correspondant ; détermination de groupes caractéristiques.

Mise en évidence de la liaison hydrogène.

Exploiter un spectre IR pour déterminer des groupes caractéristiques à l'aide de tables de données ou de logiciels.

Associer un groupe caractéristique à une fonction dans le cas des alcool, aldéhyde, cétone, acide carboxylique, ester, amine, amide.

Connaître les règles de nomenclature de ces composés ainsi que celles des alcanes et des alcènes.

Énantiomérie, mélange racémique, diastéréoisomérisation (Z/E, deux atomes de carbone asymétriques).

À partir d'un modèle moléculaire ou d'une représentation, reconnaître si des molécules sont identiques,

### **Transformation en chimie organique**

Aspect macroscopique :

- Modification de chaîne, modification de groupe caractéristique.

- Grandes catégories de réactions en chimie organique : substitution, addition, élimination.

Reconnaître les groupes caractéristiques.

Reconnaître les groupes caractéristiques dans les alcool, aldéhyde, cétone, acide carboxylique, ester, amine, amide.

Utiliser le nom systématique d'une espèce chimique organique pour en déterminer les groupes caractéristiques et la chaîne carbonée.

Distinguer une modification de chaîne d'une modification de groupe caractéristique.