

Fiche de cours Structure des espèces organiques

L'essentiel du chapitre en deux pages

définitions · lois · méthodes · à savoir par cœur

1 ÉCRIRE LA FORMULE D'UNE ESPÈCE ORGANIQUE

Définition. Une espèce **organique** est une espèce chimique dont les molécules possèdent un **squelette carboné** : un enchaînement d'atomes de carbone, auxquels s'ajoutent essentiellement H, O, N. Dans une molécule, chaque atome respecte sa **valence** : C forme 4 liaisons, N 3, O 2, H 1.

Notation. Trois écritures pour une même molécule : la **formule brute** (C_3H_8O) donne le nombre d'atomes de chaque élément ; la **formule développée** représente *toutes* les liaisons ; la **formule semi-développée** ($CH_3-CH_2-CH_2-OH$) ne représente pas les liaisons C-H et O-H. Écrite sur une ligne, elle condense souvent les groupes contenant la liaison C=O : -CHO, -CO-, -COOH.

Définition. Un squelette carboné est **saturé** s'il ne comporte que des liaisons simples C-C ; il est **linéaire** si aucun atome de carbone n'est lié à plus de deux autres carbones, **ramifié** sinon. Un **alcane** est une molécule ne contenant que du carbone et de l'hydrogène, à chaîne saturée ; s'il n'est pas cyclique, sa formule brute est C_nH_{2n+2} .

Définition. Deux **isomères de constitution** ont la *même formule brute* mais des enchaînements d'atomes différents ; ce sont des espèces différentes, aux propriétés différentes (température d'ébullition, famille...).

2 GROUPES CARACTÉRISTIQUES ET FAMILLES

Définition. Un **groupe caractéristique** est un groupe d'atomes qui confère à la molécule ses propriétés chimiques ; il définit la **famille** de l'espèce. On note R le reste de la chaîne carbonée.

Famille	Groupe caractéristique	Écriture	Terminaison	Exemple
alcool	hydroxyle - OH	R - OH	-an-n-ol	propan-2-ol
aldéhyde	carbonyle en <i>bout</i> de chaîne	R - CHO	-anal	propanal
cétone	carbonyle <i>dans</i> la chaîne	R - CO - R'	-an-n-one	propanone
acide carboxylique	carboxyle - COOH	R - COOH	acide ...-anoïque	acide propanoïque

Remarque. Le groupe **carbonyle** C=O est commun aux aldéhydes et aux cétones : c'est sa *position* dans la chaîne qui distingue les deux familles.

3 NOMMER UNE MOLÉCULE

Méthode — nomenclature. 1. Repérer le groupe caractéristique et choisir la **chaîne principale** : la plus longue chaîne carbonée qui le contient. Son nombre d'atomes de carbone donne le radical : méth- (1), éth- (2), prop- (3), but- (4), pent- (5), hex- (6). 2. Numéroté cette chaîne de façon à donner l'*indice le plus petit* au groupe caractéristique (le carbone d'un groupe -CHO ou -COOH porte toujours le n° 1) ; à défaut de groupe, aux ramifications. 3. Nommer les **ramifications** avec leur indice (méthyl - CH_3 , éthyl - C_2H_5), rangées par ordre alphabétique et précédées de di-, tri- si elles se répètent. 4. Assembler : ramifications + radical + terminaison de la famille.

4 SPECTROSCOPIE INFRAROUGE

Définition. Un **spectre infrarouge** donne la **transmittance** T (en %) de l'échantillon en fonction du **nombre d'onde** $\sigma = \frac{1}{\lambda}$, exprimé en cm^{-1} et porté en abscisse de *droite à gauche*. Une **bande d'absorption** est un minimum marqué de T : le pourcentage de rayonnement absorbé y vaut $100 - T$.

Propriété. Chaque bande est due à la vibration d'un type de liaison : une **table** de données permet de l'attribuer, donc d'identifier les groupes caractéristiques présents et la famille de l'espèce. L'infrarouge ne donne pas la formule complète : il faut croiser avec d'autres informations (formule brute, masse molaire).

■ DONNÉES — Table de bandes d'absorption infrarouge

Liaison	σ (cm ⁻¹)	Liaison	σ (cm ⁻¹)
O - H libre (alcool)	3580 - 3670, fine	C - H (C tétraédrique)	2800 - 3000
O - H lié (alcool)	3200 - 3400, large	C - H du groupe - CHO	2650 - 2850, 2 bandes
O - H (acide)	2500 - 3200, très large	C = O	1650 - 1750, forte et fine

5 SAVOIR-FAIRE DU CHAPITRE

► SAVOIR-FAIRE

- Passer d'une formule développée à une formule semi-développée, puis à une formule brute.
- Reconnaître une chaîne carbonée saturée, linéaire ou ramifiée; repérer des isomères de constitution.
- Identifier un groupe caractéristique et en déduire la famille de l'espèce.
- Nommer une molécule d'après sa formule, et écrire la formule semi-développée d'après un nom.
- Exploiter un spectre infrarouge à l'aide d'une table pour identifier une famille ou une espèce.

6 EXEMPLES TYPES

★ EXEMPLE — de la formule au nom

Nommer $\text{CH}_3 - \text{CH}(\text{CH}_3) - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{OH}$. Le groupe $-\text{OH}$ indique un *alcool*. La plus longue chaîne qui le contient compte 4 carbones : radical but-. En numérotant à partir du carbone portant $-\text{OH}$, le groupe a l'indice 1 et la ramification méthyl l'indice 3. D'où : **3-méthylbutan-1-ol**, de formule brute $\text{C}_5\text{H}_{12}\text{O}$.

★ EXEMPLE — du nom à la formule

La 4-méthylpentan-2-one : chaîne principale de 5 carbones (pent-), groupe carbonyle sur le carbone n° 2, ramification méthyl sur le n° 4. Formule semi-développée : $\text{CH}_3 - \text{CO} - \text{CH}_2 - \text{CH}(\text{CH}_3) - \text{CH}_3$, formule brute $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}$.

★ EXEMPLE — isomères

La formule brute $\text{C}_4\text{H}_{10}\text{O}$ correspond à quatre alcools isomères : butan-1-ol et butan-2-ol (chaîne linéaire), 2-méthylpropan-1-ol et 2-méthylpropan-2-ol (chaîne ramifiée). Ils ont la même formule brute mais des températures d'ébullition différentes.

★ EXEMPLE — lecture d'un spectre IR

Un spectre présente une bande très large de 2 500 à 3 200 cm⁻¹ et une bande forte et fine à 1 710 cm⁻¹. La seconde révèle une liaison C=O, la première un groupe O-H d'acide : l'espèce est un *acide carboxylique*. Au minimum de la bande à 1 710 cm⁻¹, si $T = 8\%$, l'échantillon absorbe 92 % du rayonnement reçu ; la longueur d'onde correspondante est $\lambda = 1/\sigma = 5,85 \mu\text{m}$.

✗ PIÈGES

- Choisir comme chaîne principale la chaîne écrite horizontalement : c'est la plus *longue* chaîne contenant le groupe caractéristique, quel que soit le dessin.
- Numéroter par le mauvais bout : l'indice du groupe caractéristique doit être le plus petit possible (le nom 2-méthylbutan-3-ol est incorrect, il s'agit du 3-méthylbutan-2-ol).
- Confondre aldéhyde et cétone : le groupe $-\text{CHO}$ est en bout de chaîne, le groupe $-\text{CO}-$ entre deux carbones.
- Oublier de vérifier la valence : chaque carbone d'une formule développée doit porter exactement 4 liaisons.
- Conclure d'une bande vers 3 300 cm⁻¹ qu'il y a un acide : une bande large vers 3 300 cm⁻¹ (ou fine vers 3 600 cm⁻¹) signe un *alcool* ; l'acide absorbe beaucoup plus bas (2 500-3 200 cm⁻¹) et possède aussi une bande C=O.