

Compétences exigibles

- Reconnaître une molécule organique ;
- Les doubles liaisons conjuguées comme origine de la couleur des molécules organiques ;
- Les groupes chromophores ;
- Les groupes auxochromes ;
- Les groupes caractéristiques et les familles chimiques.

Chapitre 8 – Molécules organiques et couleur (fin)

1 De quoi sont formées les molécules organiques colorées ?

1.1 Les molécules organiques

Lorsque les molécules contiennent essentiellement des atomes de carbone C et d'hydrogène H, on dit qu'il s'agit de molécules

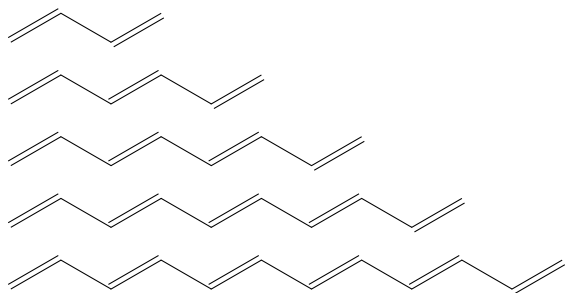
Ces molécules ne sont pas forcément « colorées » ! Pour obtenir une matière colorée, il faut une ou plusieurs dans le domaine

La couleur perçue correspond alors à la couleur de la (ou des) radiation(s) absorbée(s).

1.2 Doubles liaisons conjuguées

Définition : deux liaisons doubles C=C sont conjuguées lorsqu'elles sont exactement séparées par une liaison simple C—C.

On repère plus facilement les liaisons doubles conjuguées lorsque l'on utilise la représentation

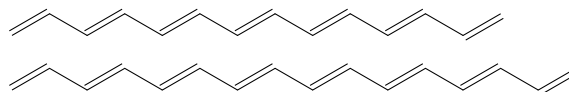


Remarque : le décompte des doubles liaisons conjuguées ne se limite pas aux molécules linéaires. Les molécules peuvent aussi être ramifiées ou cycliques.

Les molécules organiques possédant entre une et six doubles liaisons conjuguées, incolores, absorbent des rayonnements dans le domaine de l'..... ($\lambda < 400 \text{ nm}$).

Certaines espèces, telles que des ions dissous (ion permanganate MnO_4^- , ion cuivre (II) Cu^{2+} ,

etc.) ou des molécules (I_2 , O_3 , etc.), absorbent également des rayonnements dans le domaine UV-visible.



Les molécules organiques possédant au moins sept doubles liaisons conjuguées sont des espèces de la matière colorée, car elles absorbent des rayonnements dans le domaine du (λ compris entre 400 nm et 800 nm environ).

Dès qu'une molécule contient suffisamment de doubles liaisons l'absorption tombe dans le domaine visible, et l'espèce est donc colorée.

Lorsque le nombre de liaisons multiples conjuguées augmente dans une molécule, λ_{max} augmente (le spectre se déplace vers le), ainsi que l'intensité de la bande.

La longueur d'onde de la lumière absorbée lorsque le nombre de doubles liaisons conjuguées dans la molécule augmente.

1.3 (Modeste) explication physique

Nous avons vu au chapitre 4 que les composants la lumière peuvent être absorbés ou émis par un atome, et que ces absorptions ou émissions s'expliquent par l'..... ou la des électrons, qui peuvent changer de couche électronique. Lorsque les électrons changent ainsi d'....., on dit aussi qu'ils changent d'*orbitale atomique*.

Expérimentalement, on a constaté des raies d'..... ou d'....., raies caractéristiques.

Lorsque l'atome est lié à d'autres atomes pour former une, les électrons se retrouvent dans des orbitales *moléculaires* dans lesquelles les possibilités

de changement d'énergie sont démultipliées. Du coup, au lieu d'obtenir des, on obtient des

Ces bandes d'absorption sont mises en évidence par et elles sont caractéristiques des molécules (quoique plus difficile à interpréter directement que les spectres de raies).

En particulier, si la molécule comporte des doubles liaisons conjuguées $C=C-C=C$, cela correspond à des *sites* riches en électrons et à des groupes de liaisons sur lesquelles les électrons des liaisons peuvent se afin de se répartir uniformément sur toutes les liaisons :



Ainsi délocalisés, les électrons sont plus aptes à interagir avec la lumière, et donc à provoquer des absorptions dans le domaine (cqfd).

1.4 Généralisation : groupes chromophores

Dans une molécule organique colorée, les groupes responsables de la couleur sont appelés

Du grec *chroma*, la couleur, et *phorós*, porteur.

Exemples de groupes chromophores :

- les doubles liaisons conjuguées $C=C-C=C$
- les doubles liaisons carbone-azote $C=N$
- les doubles liaisons carbone-oxygène conjuguées avec des doubles liaisons carbone-carbone $C=C-C=O$
- *et cetera*.

1.5 Particularité : groupes auxochromes

En rajoutant un ou plusieurs groupes d'atomes, on peut modifier la longueur d'onde d'absorption λ_{max} . En raison de cela, ces groupes rajoutées à une molécule organique colorée sont appelés

Du grec *aúxô*, augmenter, et *chroma*, la couleur.

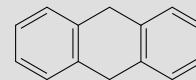
En particulier, les *auxochromes* peuvent être positionné « sur » un *chromophore* afin de changer « sa » couleur.

Dans une molécule organique colorée, les groupes auxochromes l'action des groupes chromophores.

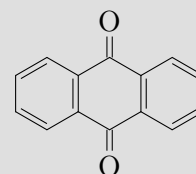
Exemples de groupes auxochromes :

- amine — NH_2
- hydroxyle — OH
- oxygène lié à un méthyle — $O-CH_3$
- brome — Br

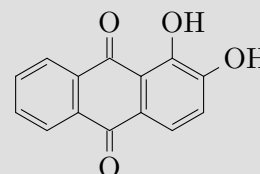
a. Voici un exemple d'une molécule recevant des groupes auxochromes, c'est-à-dire des groupes responsables d'une absorption dans le domaine visible et donc de l'apparition d'une couleur :



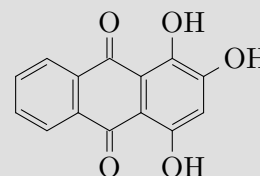
9,1-dihydroanthracène



Anthraquinone



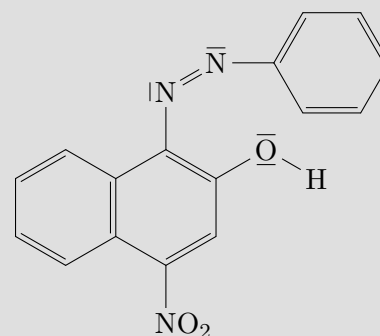
Alizarine



Purpurine

Retrouver, parmi ce quatre molécules, celle qui est incolore, jaune, rouge et rouge foncé, respectivement.

b. Voici la formule développée d'un colorant orange :



Dénombrer les liaisons doubles conjuguées, ainsi que les groupes chromophores et auxochromes.

1.6 Conclusion

Dans une molécule organique, un chromophore ou un auxochrome sont des groupes d'atomes responsables d'une caractéristique.

2 Quels sont les différentes structures et les différents groupes caractéristiques des molécules ?

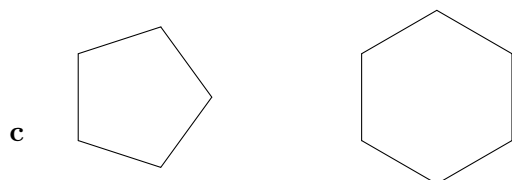
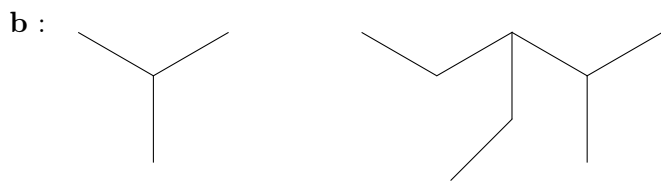
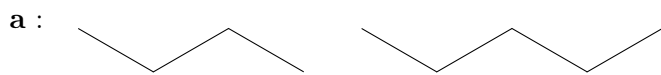
2.1 Les molécules organiques

La plupart des molécules qui interviennent dans les colorants et les médicaments sont des molécules dites « organiques ».

La **chimie organique** est la chimie des molécules contenant principalement des éléments et

2.2 Le squelette carboné

La plupart des molécules organiques présentent un enchaînement d'atomes de carbone. Cet enchaînement constitue le squelette de la molécule ou



a : Chaînes carbonées

b : Chaînes carbonées

c : Chaînes carbonées

Une chaîne carbonée peut être linéaire, ramifiée ou cyclique.

2.3 Les groupes caractéristiques

D'autres atomes, comme ceux d'oxygène (O), d'azote (N), de soufre (S), de phosphore (P), de chlore (Cl) ou d'iode (I) peuvent être présents dans les molécules organiques : on les appelle

Un est un groupe d'atomes qui confère des propriétés spécifiques aux molécules qui le possèdent. On dit que ces molécules forment une

Attention ! Dans quelques cas, le nom du groupe caractéristique et le nom de la famille chimique sont différents !

2.4 Conclusion

Une molécule organique est composée d'un et, éventuellement, de

Exemple	Groupe caractéristique	Nom de la famille
$ \begin{array}{c} \text{H} \quad \text{H} \\ \quad \\ \text{H}-\text{C}-\text{C}-\text{O}-\text{H} \\ \quad \\ \text{H} \quad \text{H} \end{array} $		
$ \begin{array}{c} \text{H} \\ \\ \text{H}-\text{C}-\text{C} \\ \quad // \quad \backslash \\ \text{H} \quad \text{O} \quad \text{H} \end{array} $		
$ \begin{array}{c} \text{H} \quad \text{O} \quad \text{H} \\ \quad \quad \\ \text{H}-\text{C}-\text{C}-\text{C}-\text{H} \\ \quad \quad \\ \text{H} \quad \quad \text{H} \end{array} $		
$ \begin{array}{c} \text{H} \\ \\ \text{H}-\text{C}-\text{C} \\ \quad // \quad \backslash \\ \text{H} \quad \text{O} \quad \text{O}-\text{H} \end{array} $		
$ \begin{array}{c} \text{H} \\ \\ \text{H}-\text{C}-\text{C} \\ \quad // \quad \backslash \\ \text{H} \quad \text{O} \quad \text{O}-\text{C}-\text{H} \\ \quad \quad \quad \\ \quad \quad \quad \text{H} \end{array} $		
$ \begin{array}{c} \text{H} \\ \\ \text{H}-\text{C}-\text{N} \\ \quad / \quad \backslash \\ \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \end{array} $		

2.5 Correction des exercices du chapitre 7

Représentation de Lewis

7.1 N° 5 p. 109 – Molécule antiseptique

- La structure électronique de l'hydrogène est $(K)^1$. Afin d'atteindre un duet d'électrons, il réalise une liaison. La structure électronique de l'oxygène est $(K)^2(L)^6$. Afin d'atteindre un octet d'électrons, il réalise deux liaisons.
- Molécule d'eau : $H - \overset{\cdot\cdot}{\underset{\cdot\cdot}{O}} - H$
Molécule de peroxyde d'hydrogène :
 $H - \overset{\cdot\cdot}{\underset{\cdot\cdot}{O}} - \overset{\cdot\cdot}{\underset{\cdot\cdot}{O}} - H$

7.2 N° 6 p. 109 – Les molécules dans l'air

- La structure électronique de l'azote est $(K)^2(L)^5$. Afin d'atteindre un octet d'électrons, il réalise trois liaisons.
La structure électronique de l'oxygène est $(K)^2(L)^6$. Afin d'atteindre un octet d'électrons, il réalise deux liaisons.
 - L'azote a un doublet non liant. L'oxygène en porte deux.
- $\langle O = O \rangle$ et $|N \equiv N|$.

7.3 N° 8 p. 109 – Multiplions les liaisons !

- La structure électronique de l'hydrogène est $(K)^1$. Afin d'atteindre un duet d'électrons, il réalise une liaison. La structure électronique du carbone est $(K)^2(L)^4$. Afin d'atteindre un octet d'électrons, il réalise quatre liaisons.
- Les trois premiers alcanes :

$$\begin{array}{c} H \\ | \\ H - C - H \\ | \\ H \end{array} \qquad \begin{array}{c} H \quad H \\ | \quad | \\ H - C - C - H \\ | \quad | \\ H \quad H \end{array}$$

$$\begin{array}{c} H \quad H \quad H \\ | \quad | \quad | \\ H - C - C - C - H \\ | \quad | \quad | \\ H \quad H \quad H \end{array}$$
- Les deux premiers alcènes :

$$\begin{array}{c} H \quad H \\ \diagdown \quad / \\ C = C \\ / \quad \diagdown \\ H \quad H \end{array} \qquad \begin{array}{c} CH_3 \quad H \\ \diagdown \quad / \\ C = C \\ / \quad \diagdown \\ H \quad H \end{array}$$
- Les deux premiers alcynes :

$$H - C \equiv C - H \qquad H - C \equiv C - CH_3$$
- Les alcanes ne contiennent que des liaisons simples carbone-carbone. On dit qu'ils sont *saturés*.
Les alcènes contiennent au moins une liaison double carbone-carbone. On parle d'une *insaturation*.
Les alcynes contiennent au moins une liaison triple carbone-carbone.

La géométrie des molécules

7.4 N° 13 p. 110 – Du vin au vin « aigre »

- Formule de Lewis de l'éthanol :
 $CH_3 - CH_2 - \overset{\cdot\cdot}{\underset{\cdot\cdot}{O}} - H$
Formule de Lewis de l'acide éthanoïque :

$$\begin{array}{c} \overset{\cdot\cdot}{\underset{\cdot\cdot}{O}} - H \\ / \\ CH_3 - C \\ // \\ O \end{array}$$
- L'oxygène formant des liaisons simples est entouré de quatre doublets, deux liants et deux non-liants. Ces doublets adoptent une géométrie tétraédrique, qui minimise leurs répulsions électrostatiques. Les trois atomes liés sont dans un plan. L'angle entre les deux liaisons est en théorie de 109° , mais en pratique de 105° , la répulsion électrostatique due aux doublets non liants étant plus forte que celle due aux doublets liants. Entre les trois atomes, on parle d'une géométrie coudée.
- L'oxygène formant une liaison double est entouré de deux doublets non liants et de deux doublets regroupés dans la liaison double. Ces doublets adoptent une géométrie trigonale, qui minimise leurs répulsions électrostatiques. Les deux atomes liés sont sur un segment. L'angle entre doublets est en théorie de 120° .

L'isomérie Z/E

7.5 N° 15 p. 111 – Traque des Z et des E

Ⓐ Z ; Ⓑ E ; Ⓒ E ; Ⓓ Z puis E.

7.7 N° 23 p. 111 – Hydrocarbures à 4C

- Il s'agit des isomères.
- 4 liaisons covalentes pour le carbone, 1 pour l'hydrogène.
- Trois isomères :
 $CH_2 = CH - CH_2 - CH_3$
 $CH_3 - CH = CH - CH_3$
 $CH_3 - C = CH_2$

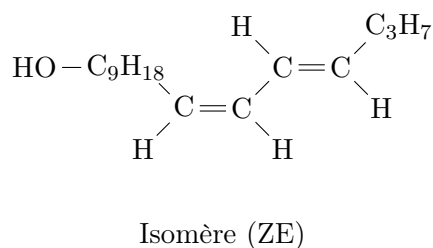
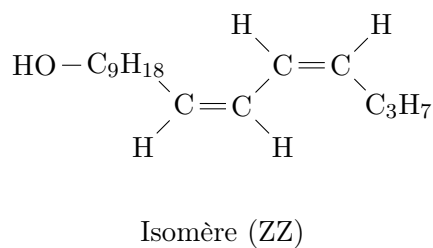
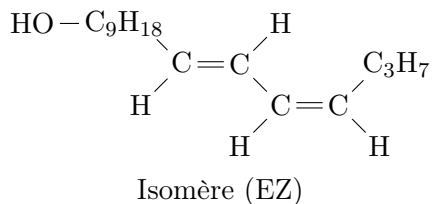
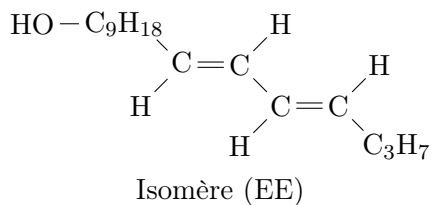
$$\begin{array}{c} | \\ CH_3 \end{array}$$
- La deuxième molécule présente l'isomérie Z/E.
 - $$\begin{array}{c} CH_3 \quad CH_3 \\ \diagdown \quad / \\ C = C \\ / \quad \diagdown \\ H \quad H \end{array} \qquad \begin{array}{c} H \quad CH_3 \\ \diagdown \quad / \\ C = C \\ / \quad \diagdown \\ CH_3 \quad H \end{array}$$

Isomère Z Isomère E

7.6 N° 18 p. 111 – Les amours du bombyx

- La molécule peut présenter l'isomérie Z/E autour des deux doubles liaisons.

2. 4 isomères Z/E différents :



2.6 Exercices du chapitre 8

Reconnaître une molécule organique

- 8.1 N° 2 p. 122 – Charbon de bois
- 8.2 N° 6 p. 122 – Écriture topologique
- 8.3 N° 7 p. 122 – Formules semi-développées

Lien entre structure et couleur

- 8.4 N° 10 p. 123 – Conjugated system
- 8.5 N° 12 p. 123 – À chacun sa couleur

Les paramètres qui influent sur la couleur

- 8.6 N° 15 p. 124 – Des cristaux qui bronzent
- 8.7 N° 16 p. 124 – Le MOED

Exercices de synthèse (pour la rentrée)

- 8.8 N° 18 p. 125 – Le bleu de bromothymol
- 8.9 N° 20 p. 125 – L'azobenzène