

# Pigments et colorants

## 4.1 Couleur d'un milieu

### 4.1.1 Synthèse soustractive

La couleur d'un milieu résulte de la synthèse soustractive des couleurs. Le milieu absorbe certaines longueurs d'ondes du spectre de la lumière incidente et diffuse les autres. On perçoit alors la couleur complémentaire des radiations absorbées.

### 4.1.2 Processus physiques d'absorption des radiations

**Interférences** Comme la lumière est une onde, il existe des processus d'interférences destructives qui permettent d'absorber certaines couleurs. Ce phénomène est visible sur certains insectes, coquillages et oiseaux. Il est aussi utilisé par exemple, pour les traitements anti reflets.

**Interaction onde matière** Certains électrons dans les molécules ou les cristaux peuvent occuper différents niveaux d'énergies suffisamment proches, pour que l'énergie de transition nécessaire puisse être apportée par des photons du spectre visibles. De tels électrons ont pour caractéristique d'être "piégés" dans une structure linéaire de quelques nanomètres de long, dans laquelle ils sont libres d'évoluer. On modélise cela par un "gaz d'électrons confinés" en Mécanique Quantique. Ces électrons pourront alors occuper des niveaux d'énergies assez proches qui permettront des absorptions de photons visibles. Nous allons voir ensuite que les colorants sont des molécules présentant de tels structures.

### 4.1.3 Pigments et colorants

**Colorant** Si les molécules capables d'absorber la lumière visible sont en solutions, on parle d'un colorant. La couleur peut dépendre du type de solvant utilisé, car il peut modifier la structure de cette molécule.

**Pigment** Si les molécules capables d'absorber la lumière visible forment un solide cristallin ou

amorphe, on parle de pigment. Les pigments sont plus stables en général que les colorants. En peinture, on va les mélanger à une autre substance qui permettra de les coller sur un support.

## 4.2 Molécules organiques colorées

### 4.2.1 Molécule organique

Une molécule organique est une molécule qui contient principalement des atomes de carbone C et d'hydrogène H, avec éventuellement quelques oxygènes O et azotes N. Elle peut provenir du vivant ou d'une synthèse.

### 4.2.2 Représentation d'une molécule

On peut représenter une molécule avec sa formule brute, sa formule semi développée, sa formule développée ou sa formule topologique, en fonction des informations qui nous sont nécessaires (figure 4.1). La fiche 8 p.361 de votre manuel est à savoir refaire.

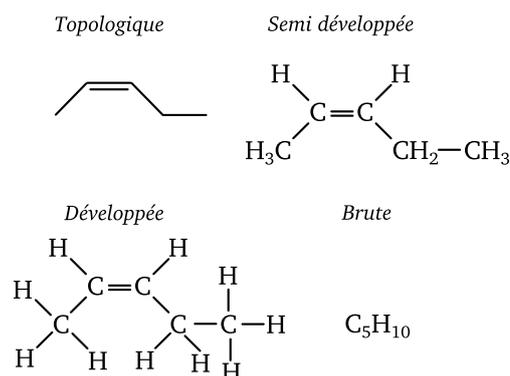


Figure 4.1 – Représentations d'une molécule de (Z)-pent-2-ène

### 4.2.3 Doubles liaisons conjuguées

Deux atomes de carbones peuvent partager deux liaisons covalentes, on l'appelle double liaison. Il y a

quatre électrons partagés par ces deux atomes. Dans une chaîne d'atomes de carbones, deux doubles liaisons sont conjuguées si elles ne sont séparées que par une liaison simple.

Le long d'une chaîne possédant des doubles liaisons conjuguées, les électrons peuvent être décrits comme un gaz d'électron confiné le long d'une chaîne, et leurs niveaux d'énergies seront proches des énergies des photons ultra violets et visibles qu'ils absorberont (figure 4.2).

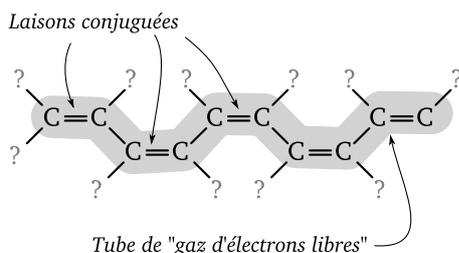


Figure 4.2 – Doubles liaisons conjuguées et le "tube de gaz d'électron libre" qui absorbera les photons

#### 4.2.4 groupes chromophores et auxochromes

**Chromophores** Ce sont des groupes de la molécule riches en électrons faiblement liés qui pourront former ce gaz d'électron libre et provoquer l'absorption de la lumière dans le spectre visible (figure 4.3).

**Auxochromes** Ces groupes permettent d'augmenter l'intensité de l'absorption de la lumière et décaler légèrement les longueurs d'ondes absorbées (figure 4.3).

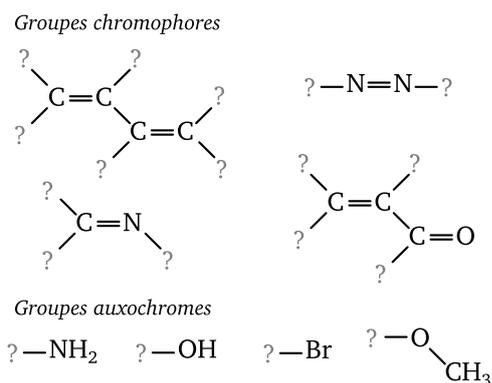


Figure 4.3 – Groupes chromophores et auxochromes

#### 4.2.5 Solvant et colorant

Une molécule peut absorber la lumière de différente façon selon la nature chimique du solvant, son

pH, sa température, car le solvant modifie la forme de la molécule et donc les longueurs d'ondes que peut absorber la molécule. Cela est utilisé pour les indicateurs colorés par exemple (figure 4.4).

### 4.3 Exercices

Ex. 6 p.74	Ex. 7 p.74	Ex. 11 p.74
Ex. 13 p.75	Ex. 14 p.75	Ex. 15 p.75
Ex. 16 p.75	Ex. 20 p.76	Ex. 23 p.77
Ex. 24 p.77		

### 4.4 Corrections

**Exercice 6 p.74** D'après la définition p.67, il faut que le composé contienne du carbone et de l'hydrogène. D'après ce critère, les molécules organiques sont l'acide picrique, le bleu de phthalocyanine et le jaune Soudan.

**Exercice 7 p.74** Les pigments sont solides, on observe que dans les tubes *b* et *c* le mélange n'est pas homogène, donc le charbon et l'indigo sont des pigments. L'hélianthine et le vert malachite sont des colorants.

**Exercice 11 p.74** 1. On observe deux tâches, une bleue et une rouge, donc l'encre violette est un mélange d'au moins deux espèces chimiques colorées. 2. Normalement l'encre bleue absorbe le vert et le rouge, seul le bleu est diffusé. L'encre rouge absorbe le bleu et le vert, seul le rouge est diffusé. Donc on devrait normalement ne plus rien voir si on mélange les deux encres, toutes les couleurs étant absorbées. Cependant, l'absorption n'est pas totale, et au final il y a encore un peu de bleu et de rouge diffusés mais très peu de vert. On observe donc une couleur magenta assez sombre, du violet.

**Exercice 13 p.75** Voir le manuel p.69. Pour qu'une molécule organique absorbe la lumière, il faut qu'elle possède des doubles liaisons conjuguées suffisamment longues, ce qui est le cas de *b* mais non de *a* (figure 4.5).

**Exercice 14 p.75** On cherche les alternances liaisons doubles et liaisons simples (figure 4.6).

**Exercice 15 p.75** Toutes les doubles liaisons sont conjuguées (figure 4.7).

**Exercice 16 p.75** Voir figure 4.8.

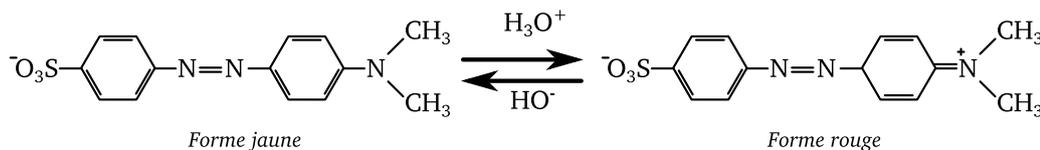


Figure 4.4 – Hélianthine en milieux basique (gauche) et acide (droite)

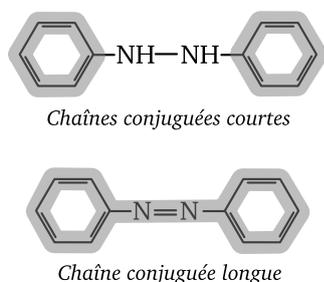


Figure 4.5 – Longueur des chaînes de liaisons conjuguées

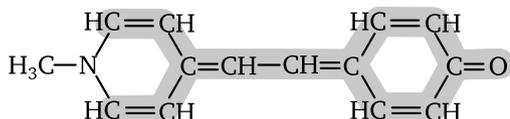


Figure 4.6 – Chaîne de liaisons conjuguées

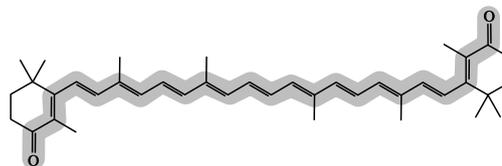


Figure 4.7 – Doubles liaisons conjuguées (ex.15 p.75)

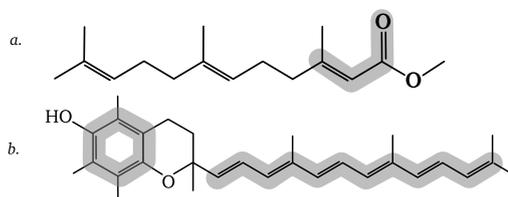


Figure 4.8 – Exercice 16 p.75

**Exercice 20 p.76** 1. Oui, elles sont conjuguées pour les deux molécules. 2. La longueur d'onde absorbée augmente quand le nombre de doubles liaisons conjuguées s'accroît. 3. Le carotène absorbe surtout le bleu, l'astaxanthine plus le vert, la chaîne des liaisons conjuguées est plus longue donc l'absorption se fait vers les plus grandes longueurs d'ondes (figure 4.9).

**Exercice 23 p.77** 1. Broyage, extraction par solvant (eau de mer) et chauffage, filtration, évaporation du solvant et cristallisation. 2. On observe la présence de nombreuses doubles liaisons conjuguées. 3.a Le brome est un auxochrome (voir p.69), il modifie l'intensité de l'absorption et décale la bande d'absorption. Avec le brome Br, la couleur est violette rouge, sans le brome, elle est violette bleue. 3.b Les deux molécules diffèrent uniquement par la substitution des hydrogènes par les bromes. Le brome permet de décaler le spectre d'absorption vers les grandes longueurs d'ondes.

**Exercice 24 p.77** 1. C'est un pigment, un solide finement broyé. 2.a L'œuf permet de coller le pigment sur la surface. 2.b Technique de la Tempera : voir le www ... 3.a On absorbe surtout le rouge, il reste le vert et le bleu, l'aspect bleu domine. 3.b On absorbe

le rouge et le bleu, il ne reste que le vert, la pierre a donc un aspect verdâtre et terne. 4.a "toute couleur perçue appelle sa complémentaire pour exister. L'œil a tendance à appeler la couleur manquante, la complémentaire, pour former un équilibre neutre dans notre cerveau" (Wikipédia). 4.b L'or est jaune, c-à-d un mélange de rouge et de vert qui sont complémentaires au bleu du Lapis Lazuli, et donc ce contraste met mieux en relief le bleu du Lapis Lazuli.

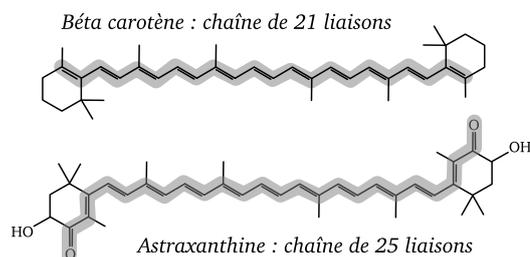


Figure 4.9 – Longueur des chaînes (ex.20 p.76)

