



Chapitre 4: Comment colorer une solution ?

Première S : A – Observer.

I. Colorer avec des colorants et des pigments.

1. Les espèces qui colorent

Pour colorer la matière (habits, aliments, murs, ...) on utilise différents produits qui contiennent soit des **pigments** de couleur, soit des **colorants**.

Les pigments sont des particules colorées très fines (de 0,1 à 100 μm) **dispersées dans un milieu où elles sont insolubles.**
Dans une peinture par exemple, les pigments sont en suspension dans un liquide plus ou moins visqueux.

Les colorants sont des espèces chimiques colorées parfaitement solubles dans le milieu où elles sont introduites.
Dans un sirop, il est impossible de discerner le colorant du liquide, même en zoomant fortement.

Questions :

- Dans quelle situation dispose-t-on d'un mélange parfaitement homogène ?
- Dans l'autre situation, comment qualifie-t-on alors le mélange ?

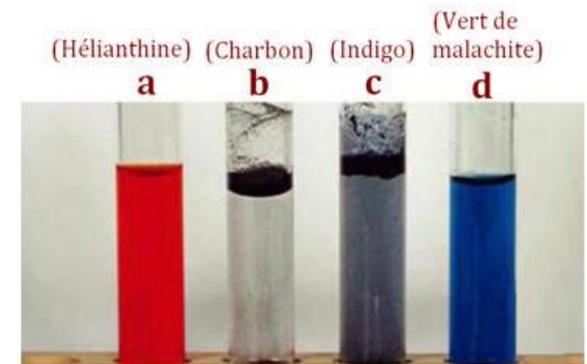
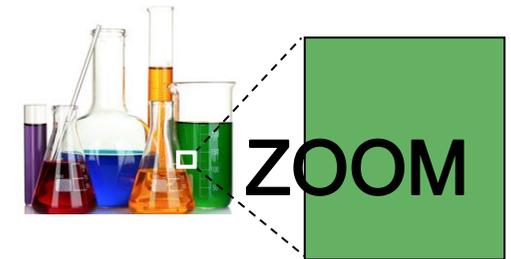
Exercice 1: colorant ou pigment ?

Dns quatre tubes à essais contenant 2,0 mL d'eau, on introduit respectivement : une pointe d'hélianthine (a), de charbon (b), d'indigo (c) et de vert de malachite (d).

Après agitation, on observe le contenu des tubes ci-dessous.

Quels sont les pigments et les colorants parmi les matières colorées introduites ?

↓ Figure 1 : Colorant ou pigment ?





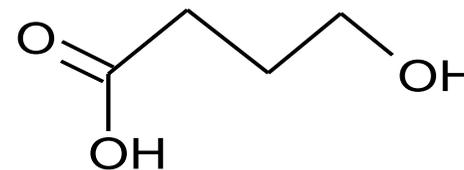
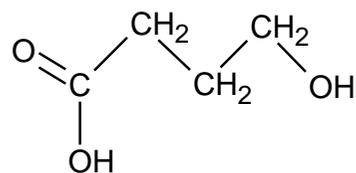
2. La couleur dans les molécules

La **formule topologique** est une manière de représenter très rapidement une molécule organique.

Dans une formule topologique :

- une chaîne carbonée est représentée par une ligne brisée.
- Les atomes autres que le carbone *C* et l'hydrogène *H* sont écrits.
- Les atomes d'hydrogène fixés à un atome autre que le carbone sont écrits.

Ainsi, l'acide 4-hydroxybutanoïque a pour formule topologique :



Exercice 2 : formule topologique à la formule développée

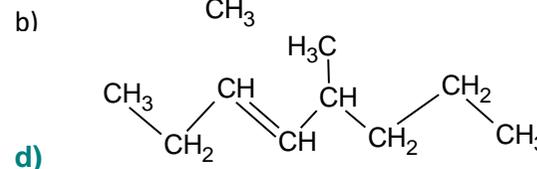
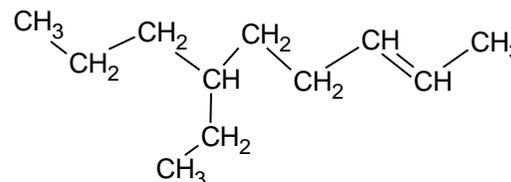
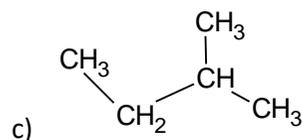
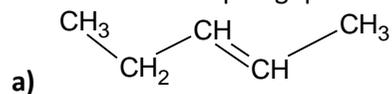
Ecrire la formule semi-développée des molécules suivantes :

| | | | | | |
|---|--|--|---|--|--|
| A | | | E | | |
| B | | | F | | |
| C | | | D | | |



Exercice 3: donner une formule topologique.

Donner les formules topologiques des molécules organiques suivantes :



11 Repérer des liaisons conjuguées

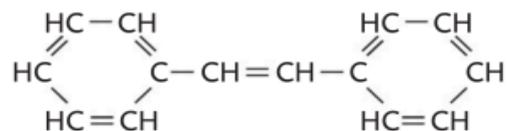
■ Mobiliser ses connaissances.

• Recopier les formules semi-développées ci-dessous et y repérer les doubles liaisons conjuguées :

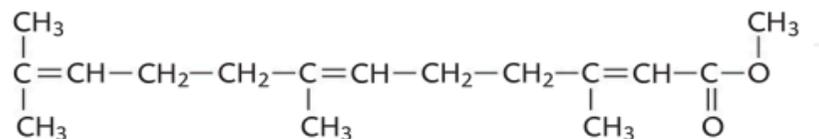
a. La butane-2,3-dione :



b. Le stilbène :



c. Le farnésoate de méthyle :





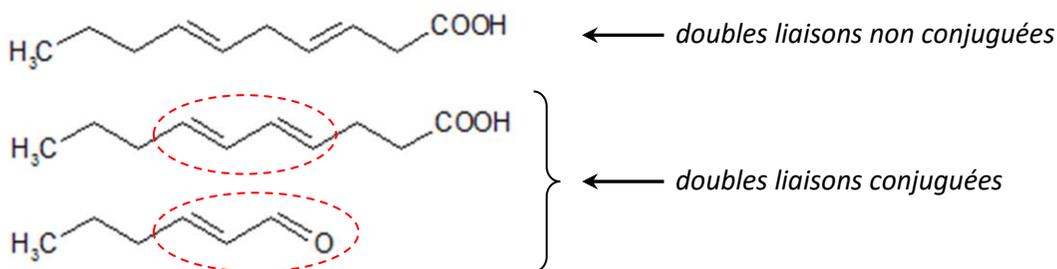
3. Les liaisons conjuguées.

Première S : A – Observer.

Les liaisons entre les atomes d'une molécule sont assurées par certains électrons de ces atomes. C'est l'interaction de la lumière ambiante avec ces électrons qui va faire apparaître à notre échelle la sensation de couleur.

D'une manière générale, on peut retenir que :

- Les molécules colorées absorbent certaines longueurs d'onde du domaine du visible. La couleur perçue sera alors la complémentaire des radiations principalement absorbées par les liaisons.
- Les molécules non colorées n'interfèrent pas avec les ondes électromagnétiques dans le domaine du visible.
- Les molécules colorées présentent une alternance régulière de liaisons simples et doubles.
On parle alors de **doubles liaisons conjuguées**.



12 Exploiter une représentation

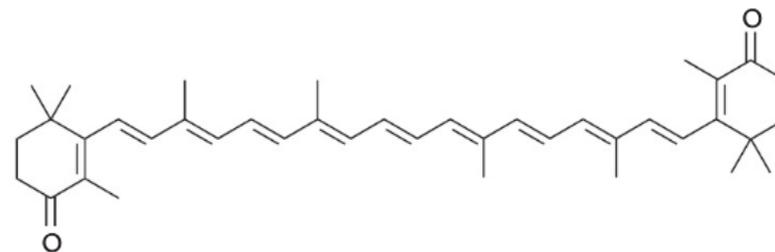
- Utiliser un modèle ; mobiliser ses connaissances.



> Le Cardinal rouge est un oiseau que l'on trouve en Amérique du Nord.

La canthaxanthine est un pigment qui donne au plumage des oiseaux une couleur rouge.

La formule topologique de sa molécule est donnée ci-dessous. Dans cette modélisation, la chaîne carbonée est représentée par une ligne brisée. Ni les atomes de carbone, ni les atomes d'hydrogène liés aux atomes de carbone ne sont représentés par leurs symboles.

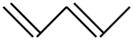
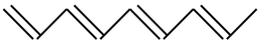
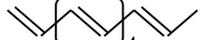
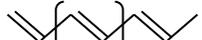


- Toutes les doubles liaisons de la molécule sont-elles conjuguées ?



4. D'où vient la couleur ?

- La longueur d'onde de la lumière absorbée par la molécule augmente avec le nombre de doubles liaisons conjuguées.

| Polyène linéaire | Doubles liaisons conjuguées | Longueur d'onde la plus absorbée (nm) |
|---|-----------------------------|---------------------------------------|
|  | 2 | 217 |
|  | 3 | 268 |
|  | 4 | 304 |
|  | 5 | 334 |
|  | 6 | 364 |
|  | 7 | 390 |
|  | 8 | 410 |
|  | 11 | 460 |

Exercice :

- A partir de combien de doubles liaisons conjuguées un polyène linéaire est-il coloré ?
- Déterminer la couleur principalement absorbée par le polyène possédant 8 doubles liaisons conjugués.
- En déduire la couleur apparente de ce polyène éclairé en lumière blanche.

Pour aller plus loin :

Dans une molécule, les groupements d'atomes qui permettent l'absorption de longueurs d'onde dans le domaine du visible ou de l'UV sont appelés **groupes chromophores**.

Exemples : $-C=C-C=C-$; $-C=N-$; $-N=N-$; etc...

Certains groupements d'atomes appelés **groupes auxochromes** modifient la longueur d'onde d'absorption du chromophore auquel ils sont couplés.

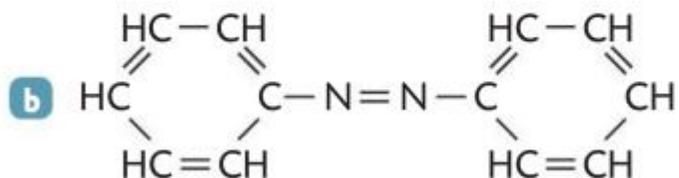
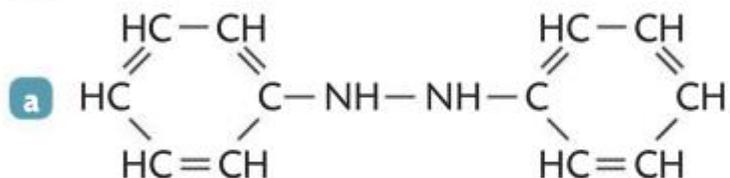
Exemples : $-NH_2$; $-OH$; $-O-CH_3$; $-Br$; etc...



13 Étudier la structure d'une molécule

- Interpréter des observations.

Les molécules d'hydrazobenzène (**a**) et d'azobenzène (**b**) sont modélisées ci-dessous.



- Alors que l'hydrazobenzène (**a**) est incolore, l'azobenzène (**b**) est rouge orangé. Proposer une interprétation.



14 Justifier une coloration

- Utiliser un modèle pour expliquer.



➤ Fruits du noyer noir.

La juglone est une matière colorée rousse présente dans les feuilles, les fruits et l'écorce du noyer noir. Le modèle de sa molécule est donné ci-contre.



- Pourquoi cette espèce est-elle colorée ?

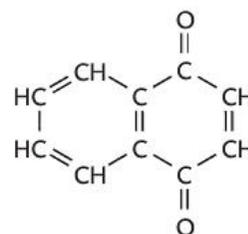


17 Décor traditionnel au henné

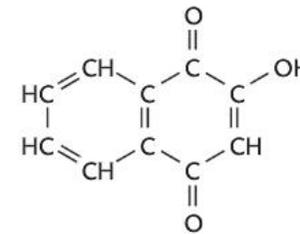
- Utiliser un modèle ; proposer une hypothèse.

Les feuilles de henné, séchées et pulvérisées, donnent de beaux tons orangés et roux, dus notamment à la lawsone, un dérivé de la naphtaquinone.

Les formules semi-développées des molécules sont représentées ci-après.



Naphtaquinone



Lawsone



➤ Réalisation d'un tatouage éphémère au henné.

- Ces espèces sont-elles organiques ? Justifier.
- Dénombrer les doubles liaisons conjuguées de chacune des molécules.
- La lawsone est rouge-orangée. Pourquoi est-elle colorée alors que la naphtaquinone est incolore ?



16 À chacun son rythme

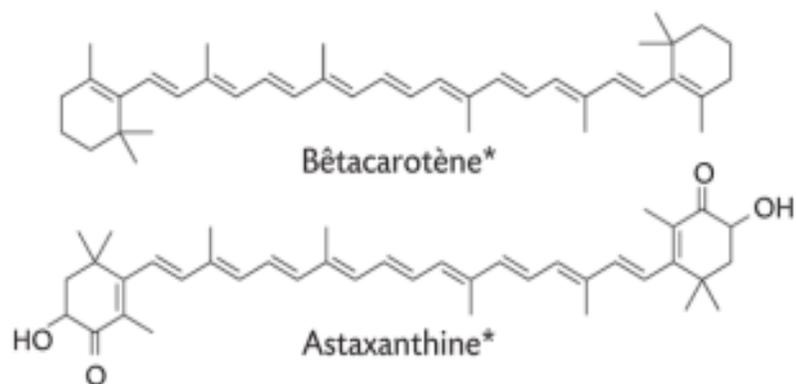
Courge et crustacé

- Extraire et exploiter des informations ; utiliser un modèle pour expliquer.

Commencer par résoudre l'énoncé compact. En cas de difficultés, passer à l'énoncé détaillé.

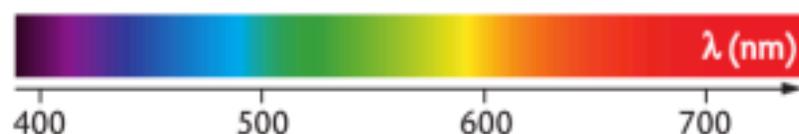
Doc. 1 Structure de deux molécules

Le bêta-carotène est responsable de la coloration de la courge. L'astaxanthine est responsable de la couleur des crustacés après cuisson.



* Voir doc. 2, p. 78.

Doc. 2 Spectre continu de la lumière blanche



Doc. 3 Absorption de radiations

Dans une molécule, la longueur d'onde de la lumière absorbée augmente lorsque le nombre de doubles liaisons conjuguées augmente.

Énoncé compact

- Alors que le bêta-carotène est jaune-orangé, l'astaxanthine est rouge. Justifier cette affirmation.



22 Résolution de problème

Les secrets de l'encre invisible

- Construire les étapes d'une résolution de problème.

Doc. 1 Encre magique ou encre chimique ?

Une pointe de spatule d'une fine poudre blanche (la thymolphtaléine) dans un volume d'alcool, et hop ! plus une trace de poudre. On ajoute de l'eau, le mélange reste incolore. On y verse quelques millilitres d'une solution basique de soude : le mélange devient bleu. On dirait de l'encre.

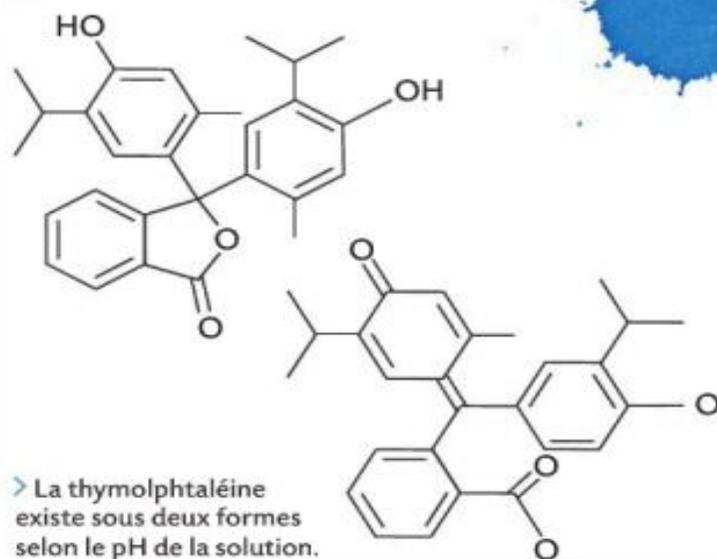
Cette encre magique est commercialisée dans les magasins de farces et attrapes. Lorsqu'elle est projetée sur un vêtement, l'alcool s'évapore. Le dioxyde de carbone se dissout dans l'eau et acidifie la solution. La couleur s'estompe au bout de quelques minutes. Ce jeu illustre parfaitement la propriété de certaines espèces de changer de couleur en fonction de l'acidité du milieu.

D'après *La Baignoire d'Archimède*, S. ORTOLI et N. WITKOWSKI, © Éditions du Seuil, 1998.

Doc. 2 Formules topologiques

Dans la formule topologique d'une molécule, la chaîne carbonée est représentée par une ligne brisée. Ni les atomes de carbone, ni les atomes d'hydrogène liés aux atomes de carbone ne sont représentés par leurs symboles.

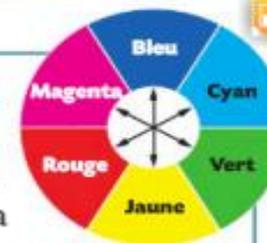
Doc. 3 Thymolphtaléine



> La thymolphtaléine existe sous deux formes selon le pH de la solution.

Doc. 4 Couleur d'une espèce

Une espèce absorbant une ou plusieurs radiations du domaine du visible est colorée. Généralement, la couleur perçue correspond à la couleur complémentaire de la radiation principalement absorbée. Une espèce n'absorbant que dans l'UV est incolore.



- En utilisant l'ensemble des documents, proposer une explication scientifique à cette farce.

→ En cas de difficultés, voir la **fiche Résolution d'un problème scientifique**, p. 346. Des **pistes de résolution** sont également disponibles en fin de manuel (p. 364).