

Colorants et pigments

L'homme a recours aux substances colorées depuis l'Antiquité. Jusqu'à la fin du XIX^{ème} siècle, les matières colorantes étaient extraites de sources naturelles : plantes, insectes, mollusques, minerais... En 1856, le Britannique William Perkin réalise la synthèse du premier colorant, la mauvéine, auparavant extraite d'un coquillage (Murex).

La couleur de la matière est directement liée à la structure microscopique de la substance : au sein des atomes des molécules, il doit y avoir des transitions électroniques dont l'énergie correspond à celle de photons visibles.

Exemples de colorants végétaux

- Dans le textile : la garance (colorant rouge) remplacé aujourd'hui par l'alizarine (meilleur marché, synthétisé en 1868 par les Allemands Graebe et Liebermann), ou encore l'indigo (colorant bleu foncé) remplacé aujourd'hui par l'indigo de synthèse (depuis 1880 par Baeyer)
- Dans l'alimentation : la curcumine, que l'on trouve dans le curry, le beurre, les bonbons, la moutarde...

Exemples de pigments naturels

- Anthocyanes : responsables de la couleur de fleurs (coquelicot, bleuet, pétunia, rose, géranium, pivoine...), de fruits (fraise, mûre, cerise, cassis, myrtille...) et de légumes (radis, chou, aubergine...)
- Bétacyanines : responsable de la couleur de la betterave rouge
- Chlorophylles a et b : pigments verts de la photosynthèse
- Caroténoïdes (carotènes, xanthophylles) : pigments jaunes, oranges ou rouges de fruits et légumes

Dans la peinture, les pigments sont dispersés dans une résine (substance macromoléculaire), le tout dilué dans un solvant. La peinture acrylique utilisée aujourd'hui par les artistes et les peintres en bâtiment est une émulsion de pigment dans une résine constituée par un polymère (l'eau est le solvant). Elle résiste au vieillissement, ne jaunit pas, se lave à l'eau et ne craquèle pas.

1 – Etude d'un colorant : le vert du sirop de menthe

1.1 – Réalisation d'une chromatographie sur colonne

La chromatographie sur colonne est une chromatographie d'adsorption. Les corps poreux retiennent plus ou moins les substances ; ces corps sont appelés **adsorbants** car ils adsorbent les substances.

Le phénomène physique a lieu à la surface de contact entre le solide et le liquide. La surface de contact est importante dans ce phénomène. Lorsqu'on ajoute un solvant approprié sur l'adsorbant, on effectue une élution, on entraîne les substances à séparer.

Préparation de la colonne : mode opératoire

La colonne est un petit tube de verre légèrement effilé à la base et maintenu par une pince fixé sur un support.

La préparation de la colonne a été réalisée par notre adjointe technique de laboratoire selon les opérations suivantes :

Introduction d'un petit morceau de coton dans la colonne, au niveau de l'extrémité effilée.

- A l'aide d'une spatule et d'un petit entonnoir, introduction de la silice en poudre sur une hauteur d'environ 5 cm.
- Introduction ensuite de la même manière de 1 cm de sable fin.
- Un petit bécher est placé sous la colonne.
- Remplissage lent d'eau le haut de la colonne à l'aide d'une pipette effilée surmontée d'une poire aspirante.
- Le liquide s'écoule lentement.

Utilisation de la colonne

- Dès que l'ensemble de la colonne est imprégné, déposer deux gouttes de solution de sirop de menthe vert sur le sable sans toucher les parois de la colonne.
- Laisser le colorant pénétrer dans le sable, puis ajouter à nouveau de l'eau de manière à ce qu'il y ait toujours de l'eau dans le haut de la colonne.
- Laisser l'élution se faire et recueillir la première solution colorée dans un tube à hémolyse.
- Continuer tant qu'il reste des colorants dans la colonne et prendre un nouveau tube chaque fois qu'une nouvelle fraction colorée commence à passer.

Questions

- Identifier la phase stationnaire et la phase mobile.
- A quoi sert le coton ?
- Quelles sont les teintes des différentes solutions recueillies dans l'ordre ?
- Quel est le colorant qui présente la plus grande affinité pour la phase stationnaire ? Justifier.
- Quel est le colorant qui présente la plus grande affinité pour la phase mobile ? Justifier.

1.2 – Solubilité des colorants

On place un colorant alimentaire dans de l'eau (tube 1), dans de l'éthanol (tube 2) et dans du cyclohexane (tube 3).

✍ Commenter. Que peut-on dire de la solubilité des colorants dans les différents solvants ?

2 – Etude d'un pigment : l'indigo

2.1 – Synthèse d'un pigment naturel : l'indigo

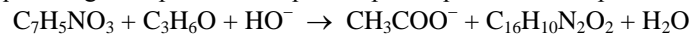
L'indigotier *Indigofera Tinctoria* est un arbuste cultivé comme plante tinctoriale : sa feuille est l'une des sources naturelles de la teinture bleue d'indigo que l'on préfère aujourd'hui synthétiser au laboratoire.

Procéde expérimental de synthèse

- Dans un erlenmeyer, introduire 0,5 g de 2-nitrobenzaldéhyde $C_7H_5NO_3$.
- Verser 5 mL d'acétone C_3H_6O , puis 10 mL d'eau distillée. Agiter. A l'aide d'une pipette, ajouter, par petite quantité, tout en agitant, 4 mL d'une solution d'hydroxyde de sodium concentrée ($Na^+(aq) + HO^-(aq)$). Le mélange s'échauffe et brunit : l'indigo formé $C_{16}H_{10}N_2O_2$ précipite.
- Filtrer sur filtre Büchner.
- Rincer le précipité à l'eau, puis avec quelques millilitres d'éthanol.
- Déposer le filtre sur papier absorbant dans la soucoupe. Laisser sécher.
- Conserver ce pigment pour l'expérience suivante.

Questions

1. D'après vous, pourquoi préfère-t-on « aujourd'hui synthétiser [l'indigo] au laboratoire » ?
2. Ajuster l'équation de synthèse ci-dessous. Le milieu réactionnel contient également des ions sodium $Na^+_{(aq)}$, issus de l'hydroxyde de sodium, qui ne figurent pas dans l'équation parce qu'ils sont ici spectateurs.



2.2 – Teinture d'un coton

2.2.1 – Teinture directe par immersion

Introduire une pointe de spatule de l'indigo synthétisé dans un petit bécher. Ajouter 10 mL d'eau, rincer la spatule et agiter. Introduire une bande de coton blanc dans la solution et l'agiter. La retirer à l'aide d'une pince et rincer sous un courant d'eau.

1. Le mélange est-il homogène ?
2. L'indigo est-il soluble dans l'eau ?
3. Le tissu est-il teint ? Commenter.

2.2.2 – Teinture en deux temps

- Introduire 1,0 g de dithionite de sodium $Na_2S_2O_4$ dans un erlenmeyer. Ajouter deux spatules d'hydroxyde de sodium puis une pointe de spatule de l'indigo synthétisé.
- Verser 10 mL d'eau, rincer la spatule et agiter.
- Boucher l'erlenmeyer, agiter en maintenant le bouchon tout en dégazant rapidement et régulièrement. Observer les évolutions de teinte de la solution.
- Au bout d'une dizaine de minutes, lorsque la teinte n'évolue plus, plonger une bande de coton blanc dans la solution pendant une vingtaine de secondes, la retirer avec une pince et l'exposer à l'air libre. Observer.

Le procédé de teinture est-il plus efficace que la teinture directe ?

Explications

L'indigo est insoluble dans l'eau et dans la plupart des solvants : on ne peut donc pas fabriquer directement une teinture. On utilise alors une forme réduite, soluble dans l'eau, appelée leucodérivé que l'on doit préparer au dernier moment car il s'oxyde à l'air. Ce corps est incolore, après avoir imprégné les tissus, le leucodérivé est oxydé à l'air et on retrouve la coloration bleue de l'indigo emprisonné dans les fibres. Dans l'expérience réalisée, on a réduit l'indigo avec le dithionite de sodium en milieu basique, pour obtenir le leucodérivé, puis ce leucodérivé est oxydé par le dioxygène de l'air.

3 – Solubilité des pigments

3.1 – Synthèse de l'iodure de plomb(II)

L'iodure de plomb(II) est un composé inorganique de formule PbI_2 . C'est un solide jaune brillant à température ambiante, qui devient rouge brique (de façon réversible) en le chauffant. Sous sa forme cristalline, il est utilisé dans les matériaux détecteurs de photons à haute énergie comme les rayons X et les rayons gamma. L'iodure de plomb est toxique dû au fait qu'il contient du plomb. Au XIX^e siècle, il était utilisé par les artistes comme pigment sous le nom de « *jaune d'iode* », mais était vraiment trop instable pour être utile.

Mode opératoire

Dans un tube à essai, on introduit 1 mL d'une solution d'acétate de plomb puis 1 mL d'une solution d'iodure de potassium. On agite et on pose le tube dans son support.

3.2 – Solubilité de l'iodure de plomb(II)

Placer respectivement le composé d'iodure de plomb dans de l'eau, dans de l'éthanol et dans du cyclohexane. Noter les observations. Que peut-on dire de la solubilité des pigments dans les différents solvants ?

4 – Conclusions

	Soluble dans différents solvants	Transmet la lumière	Diffuse la lumière
Colorant alimentaire jaune			
Pigment iodure de plomb			