

Compétences exigibles

- Distinguer les synthèses soustractive et additive.
- Exploiter le cercle chromatique.
- Interpréter la couleur d'un mélange obtenu à partir de matières colorées.
- Savoir définir ce qu'est un colorant et un pigment.
- Connaître leurs utilisations dans le domaine des Arts.

- Pratiquer une démarche expérimentale pour déterminer la présence de différents colorants dans un mélange.
- Pratiquer une démarche expérimentale pour mettre en évidence l'influence de certains paramètres sur la couleur d'espèces chimiques.

Chapitre 2 – Couleurs et Arts (suite et fin)

Correspond au chapitre 3 du livre

1 Quelles sont les différences entre colorants et pigments ?

1.1 Les pigments

- Les grottes, comme celle de Lascaux, nous montrent que l'Homme, pendant la Préhistoire, utilisait déjà des pigments comme des argiles rouges et jaunes, des oxydes de fer ou du noir d'os calcinés.



- Plus récemment, le peintre Cézanne utilisait des ocres produites en Provence, région à laquelle il était profondément attaché.
- Les pigments sont très souvent utilisés en peinture, en suspension dans un liant, comme de l'huile, qui assure la solidification après séchage sur le support (pierre, bois, toile...).

Un pigment est une poudre colorée **insoluble**.

1.2 Les colorants

- Les colorants jouent un rôle très important dans l'industrie textile, la peinture, l'imprimerie, le cosmétique, l'industrie alimentaire...

Les colorants sont des substances colorées **solubles**.

- En conclusion, il existe deux types de matières colorées : les **colorants** qui sont solubles dans le milieu dans lequel ils sont placés, et les **pigments**, qui y sont insoluble.

1.3 Aspect historique

- Avec les progrès de la chimie, le XIX^e siècle a vu naître la mauvéine et avec elle les colorants de synthèse. Ces colorants bon marché et faciles à industrialiser ont très rapidement remplacé de nombreuses substances colorées naturelles comme la garance ou le pastel qui était très utilisé jusqu'alors.

Des colorants **naturels**, extrait de minéraux, végétaux et animaux, sont utilisés depuis la Préhistoire. Depuis le XIX^e siècle, les chimistes parviennent à fabriquer des colorants **de synthèse** au laboratoire.

1.4 La peinture en Arts Plastiques

Dans le domaine des arts plastiques, plusieurs types de peinture sont utilisés :

- La **peinture à l'huile** (inventé à la fin du Moyen Âge) : les pigments sont mélangés à de l'**huile** (huile de lin par exemple) qui joue le rôle de liant.
- La **peinture acrylique** (inventé au Mexique en 1950) : l'huile est remplacée par de l'**eau** à laquelle on a ajouté une résine acrylique.
- L'**aquarelle** ou la **gouache** : le liant est également de l'eau, mais celle-ci contient de la **gomme** dissoute. La différence entre ces deux types de peinture tient à la concentration en gomme : pour l'aquarelle, elle est plus faible que pour la gouache, ce qui assure la transparence.

1.5 Conclusion : colorants ou pigments ?



Divers colorants



Divers pigments

Les teintures

Teindre consiste à imprégner un support (tissus, cheveux, aliments...) d'une substance colorée.

Les colorants constituent la base colorante des teintures.

Les peintures

Peindre consiste à déposer sur un support (feuille, bois...) une substance colorée.

Les pigments constituent la base colorante des peintures.

2 Quels sont les paramètres influençant la couleur ?

- Le sulfate de cuivre anhydre est un solide blanc ; il devient bleu en présence d'eau. Le chlorure de cobalt anhydre est bleu ; il devient rose en présence d'eau.

Certaines espèces colorées sont sensibles à l'**humidité**.

- Le chou rouge est rouge en milieu très acide et jaune en milieu très basique. Les feuilles de tournesol changent de couleur avec le pH.



Certaines espèces colorées sont sensibles à l'**acidité**.

- Les pigments sensibles à la température sont appelés thermochromes.

Certaines espèces colorées sont sensibles à la **température**.

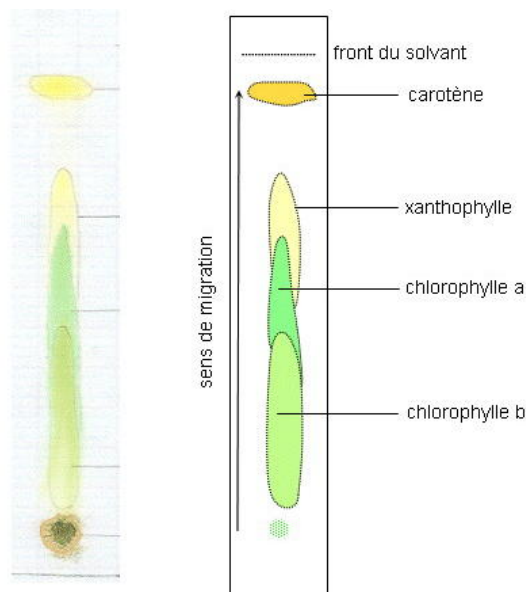
- En conclusion, la couleur de certaines espèces chimiques dépend plusieurs **paramètres** : le pH et la température, par exemple. La couleur d'un pigment de colorant peut donc être modifiée en changeant ces paramètres. Il s'agit d'une transformation chromatique.

3 Qu'est-ce que la chromatographie ?

- Une couleur peut être due à la présence d'un ou plusieurs colorants ou pigments.
- La chromatographie sur couche mince permet de **séparer** les éventuels constituants d'un mélange.

La chromatographie est une technique qui permet de séparation et d'identification les colorants d'un mélange.

- Par exemple, la couleur du sirop de menthe est due à un mélange de colorants bleu E131 et jaune E102.
- Voici ci contre un exemple de *chromatogramme*, celui d'un jus d'orties, et son interprétation.



4 Exemple d'utilisation des colorants : la teinture des tissus

4.1 L'indigo, un colorant naturel

Jusqu'au milieu du XIX^e siècle, les colorants provenaient de **végétaux** (carottes, des traces, garance...), d'**animaux** (murex pour le pourpre, cochenilles pour le carmin...).

L'**indigo** est l'un des plus anciens colorants naturels : il a été identifié sur les bandelettes des Il était utilisé au Moyen Âge pour teindre les draps en bleu. Il était extrait par macération d'une plante appelée pastel, cultivée dans la région d'Albi.

À partir du XVII^e siècle, il est apporté d'Inde, puis d'Amérique où il est extrait d'une plante appelée l'indigotier, ce qui va bouleverser l'économie du sud de la France au point qu'en 1609 Henri IV en avait interdit l'importation sous peine de mort.

En 1878, Adolf VON BAYER en réalisa la première **synthèse** chimique de l'indigo.

En 1900, la production synthétique n'était que de 600 t (contre 10 000 t pour la production naturelle). En 1914, c'était le rapport était inversé : 22 000 t contre 800 610 t. Actuellement, la production annuelle d'indigo, essentiellement synthétique, et de 14 000 t. Les - en consomment 99 %.



Pastel des teinturiers.

4.2 La mauvéine, premier colorant artificiel

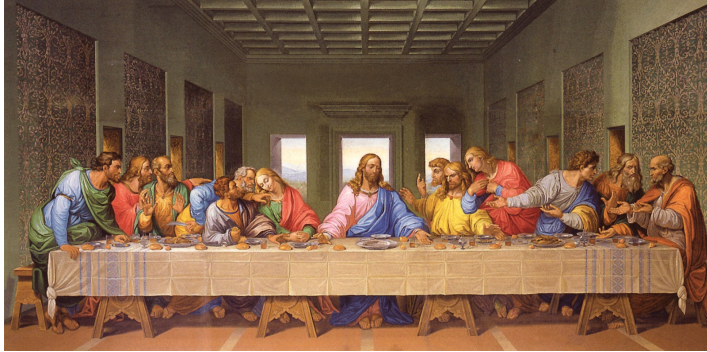
« En 1856, encore jeune chimiste, j'essayais de synthétiser la quinine pour combattre le paludisme qui touchait nos fières troupes qui défendaient aux Indes l'honneur britannique. Après plusieurs essais, j'en arrivais à oxyder un dérivé de l'aniline, l'allyltoluidine. J'obtins vite un splendide précipité rouge-brun. Bien sûr, ce composé n'avait rien à voir avec la quinine artificielle que je recherchais, mais il éveilla cependant ma curiosité de jeune chimiste, car, en ayant renversé une petite éprouvette, je vis qu'il produisait sur le parquet et sur ma blouse des taches certes **belles**, mais surtout **indélébiles**. Sans le savoir, je venais d'inventer ce colorant de bonne tenue dont l'industrie textile avait tant besoin.

Je l'appelais d'abord violet allyltoluidin, puis pourpre d'aniline, mais mon épouse trouvant ce nouveau nom encore trop barbare préféra celui de **mauvéine** qui fut définitivement adopté. Ce fut, pour nous tous, le début d'une période faste chargée de gloire et de richesses. Tout cela pour avoir découvert, par hasard, et breveté, en toute connaissance de cause, le premier colorant **de synthèse** utilisable par l'industrie en toute quantité. Ce qui, il faut l'avouer, était loin d'être le cas des colorants naturels, souvent fort coûteux et difficile à obtenir. »

Extraits des Mémoires de Sir William Henry PERKIN (1839-1907).

5 Exemple de modification de couleur : les œuvres d'art

Dans l'art pictural on note souvent une **dégradation** sévère des pigments à cause de phénomènes physico-chimiques multiples. Les ultra-violets de la lumière, l'oxygène de l'air et l'humidité du support délavent souvent les teintes et dégradent les œuvres d'art.



Cène de Leonardo DA VINCI.

L'**humidité** est par exemple responsable de l'altération de la *Cène* de Leonardo DA VINCI. En 1726 a lieu une première campagne de restauration de la fresque par Michelangelo BELLOTTI. Il semble que BELLOTTI ait lavé la fresque avec un produit corrosif (de la soude ou de la potasse) puis l'ait ensuite repeint lui-même. Les repeints de BELLOTTI perdant de leur éclat, une seconde campagne est menée en 1770 par Giuseppe MAZZA. Puis viendront les restaurations de 1821, 1901, 1974 et celle qui s'étala de 1978 à 1999.



Détail du vitrail de Notre Dame de la Belle Verrière (XIII^e siècle).

Il y a tout de même quelques supports qui sont considérés comme quasiment **insensibles au temps** qui passe, les œuvres exécutées sur des supports vitreux, comme les vitraux, les émaux ou les mosaïques. On peut citer aussi les peintures dans des matières mates non vernies, comme dans les tombeaux égyptiens, les enluminures des livres restés fermés, ainsi que les pastels, gouaches ou aquarelles restées à l'abri de la **lumière**.

Les matières à l'origine des changements de couleurs des tableaux sont surtout les vernis, les huiles siccatives et les baumes. Les vernis deviennent jaunâtres et modifient l'aspect général du tableau.

Dans l'exemple ci-contre on voit un fragment du tableau de Paul GAUGUIN *Dans les lys* qui a été peint avec une peinture à base d'un nouveau colorant de **mauvaise stabilité**, une laque à base d'éosine, alors que son élève dans la copie de dessous a utilisé un colorant traditionnel, la laque de garance, résistant à la lumière. On pense que l'élève n'aurait jamais osé modifier les teintes du tableau original, ce qui veut dire que la couleur rosée originale s'est transformée en bleu. Les examens physico-chimiques confirment cette hypothèse.



Tableau de GAUGUIN.



Copie d'un élève.

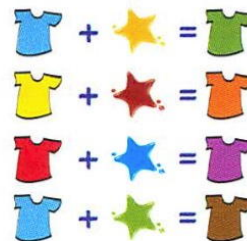
6 Mini-TP sur les couleurs

6.1 Teinter un tissu avec une teinture « grand teint »

Créez vos propres couleurs !

La teinture n'est pas une peinture.

Il faut donc, avant toute chose, tenir compte de la couleur initiale du textile à teindre. Soyez inventifs et originaux ! Pour trouver des idées et obtenir des conseils, n'hésitez pas à vous rendre sur www.ideal.fr ou à contacter le service consommateurs.



Je change tout sans me ruiner

Multipliez les astuces pour tout changer : dans la maison, dans la salle de bain, la chambre des enfants... Teindre, raviver, créer..., le quotidien prend de nouvelles couleurs sans alléger le porte-monnaie. Rideaux, draps, nappes, coussins... Redonnez une deuxième vie à vos tissus ! Et pour remettre à neuf la lingerie grisaille, essayez les colorations spéciales lingerie IDEAL !

Quelle couleur êtes-vous ?

Nuancier commun au petit et au grand modèles			Couleurs complémentaires uniquement disponibles en petit modèle					Couleurs complémentaires uniquement disponibles en grand modèle	
N°02 Citron	N°03 Tomate cerise	N°04 Fuchsia	N°05 Lilas	N°06 Bleu roi	N°14 Bleu pétrole	N°15 Turquoise	N°16 Azur	N°24 Sapin	N°27 Jeans noir
N°07 Marine	N°10 Chocolat	N°13 Noir	N°17 Menthe	N°23 Violet	N°31 Rose	N°32 Camel	N°34 Fruits rouges	N°33 Prune	N°68 Taupe
N°21 Kaki	N°25 Jeans color	N°67 Gris	N°36 Corail	N°37 Rouge Mode	N°38 Mandarine	N°39 Orange	N°41 Anis		

Voici un extrait de la notice des teintures « Idéal spécial lin, coton, soie et viscose » (voir aussi le *nuancier* ci-dessus) :

« L'action conjuguée de la teinture et du fixateur permet d'obtenir des couleurs « **grand teint** », qui ne déteignent pas au fil des lavages. »

- Dans un bécher préalablement taré, pesez *approximativement* 1 gramme de fixateur (triphosphate de sodium, un réducteur) ;
- Rajoutez au bécher 10 gouttes de colorant bleu (E21, E203, E224 et E5), ou toute autre couleur de votre choix (codes européens divers et variés, interdiction absolue de contact avec ces produits !) ;
- Dans une coupelle de pesée préalablement tarée, pesez *approximativement* 7 grammes de sel fin (chlorure de sodium) ;
- À l'aide de la spatule, rajoutez le sel fin au bécher ;
- Au bureau, avec l'éprouvette graduée, prélevez environ 50 mL d'eau très chaude (à l'aide grand bécher, l'eau étant chauffée à la bouilloire) ; Versez directement les 50 mL d'eau dans le bécher ;
- À l'aide de la baguette de verre, agitez pour bien dissoudre le tout ;
- Ajoutez une petite bandelette de coton, qui doit être complètement immergée ;

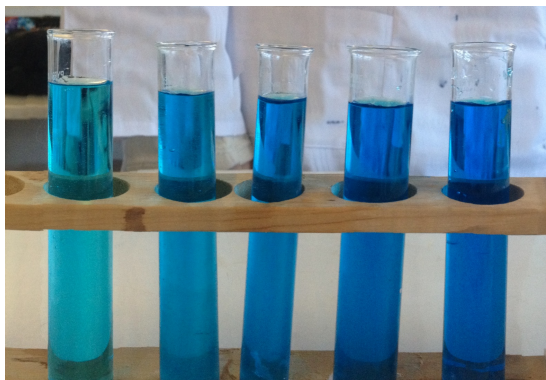
- Attendre 20 à 30 minutes ;
- Sortez la bandelette à l'aide de la pince et rincez-la à l'eau froide jusqu'à ce que l'eau devienne claire ;
- Dans le bécher, versez une petite noix de détergent, ajoutez un peu d'eau tiède ;
- À l'aide de la baguette de verre, agitez pour bien dissoudre le détergent ;
- Plongez la bandelette pour la « laver », comme vous le feriez de vos habits ;
- Sortez la bandelette et rincez-la à l'eau bien froide ;
- Faites sécher la bandelette à l'abri du soleil. Attention : la bandelette peut encore déteindre légèrement, même après deux ou trois lavages.

Pourquoi le fabricant de la teinture indique que, pour teindre un tissu bleu en noir, il faut ajouter à la dose de noir une demi dose de teinture mandarine ou orange ?

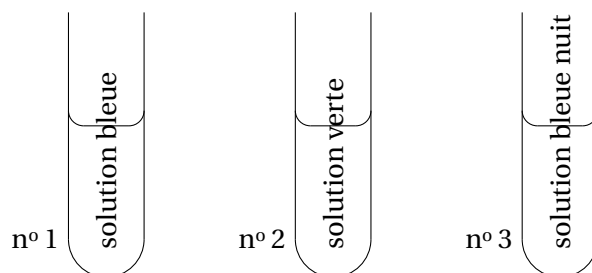
Solution : la couleur mandarine ou orange est la couleur complémentaire du bleu du jean, leur mélange va donc donner une teinte noire, qui est ensuite renforcée par une dose de noire. Utiliser uniquement le noir aurait comme résultat une teinture bleu sombre à la place de noire, selon la théorie de la synthèse additive du bleu et du noir.

6.2 Modifier la couleur d'une espèce chimique

- Dans cinq tubes à essai, on a placé des solutions de sulfate de cuivre de concentrations différentes. Il s'agit d'une échelle de teinte.



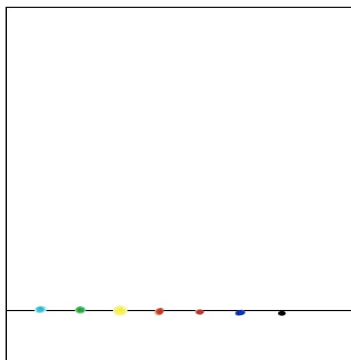
- Dans trois tubes à essai, on dissout du sulfate de cuivre dans l'eau (tube n° 1), du sulfate de cuivre dans l'acide chlorhydrique (tube n° 2), et du sulfate de cuivre dans l'ammoniac (tube n° 3). Notez les observations dans chacun des trois tubes ci-dessous.



6.3 Chromatographie des encres (à faire chez vous !)

Matériel nécessaire

- une feuille de papier buvard ;
- un crayon de papier ;
- des stylos feutres de différentes couleurs ;
- de l'eau ;
- une assiette plate.

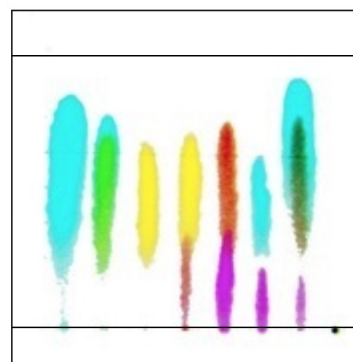


Mode opératoire

- Tirer un trait à un centimètre du bas de la feuille ;
- Déposer des points de couleur espacés de un centimètre ;
- Verser un demi-centimètre d'eau au fond de l'assiette ;

- Laisser tremper le buvard dans l'eau en le tenant bien vertical et immobile ;
- Attendre trois ou quatre minutes, c'est l'élution, l'eau monte par capillarité le long des fibres et entraîne plus ou moins les colorants, qui migrent le long du buvard ;
- Sécher le papier : c'est le chromatogramme obtenu ;
- Repérer et mesurer la distance parcourue par l'eau ;
- Mesurer la distance parcourue par les différentes taches ;
- Pour chaque colorant, calculer le rapport frontal :

$$R_f = \frac{d_{\text{tache}}}{d_{\text{eluant}}}$$



7 Correction des exercices de la séance n° 4

4.1 N° 1 p. 50 – Vrai ou faux

- a. Vrai, bleu, rouge et vert sont bien les couleurs primaires de la synthèse additive.
- b. Faux, pour produire du jaune le vidéoprojecteur superpose des faisceaux vert et rouge.
- c. Faux, les feuilles vertes apparaîtront noires seulement si elles sont imprimées sur du papier magenta, qui est la couleur complémentaire du vert.

4.2 N° 2 p. 52 – Une phrase appropriée

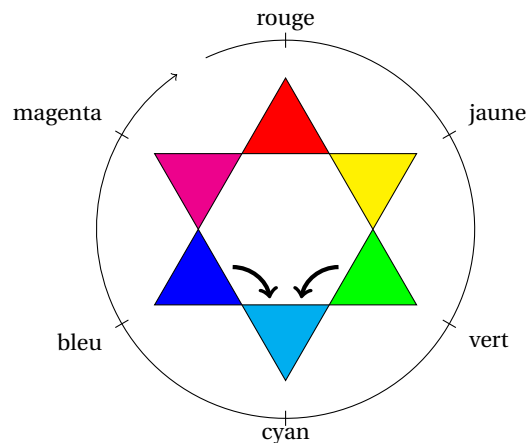
L'œuvre IKB3 d'Yves KLEIN est un « monochrome bleu ».

Lors le tableau est éclairé en lumière blanche, cette lumière est filtrée par la peinture bleue, selon le principe de la synthèse soustractive. La peinture diffuse uniquement la radiation colorée bleue et absorbe tout le reste, ce qui donne une couleur complémentaire au bleu, le jaune.

Si maintenant le tableau est éclairé par une lumière verte, aucune radiation bleue ne peut être diffusée et le tableau apparaît noir.

4.3 N° 3 p. 52 – QCM

- 1. Les trois affirmations sont correctes.
- 2. Si on mélange des pigments bleu et vert, l'étoile chromatique permet de prévoir que l'on obtient une peinture cyan : ce choix (a) est donc incorrect, on n'obtient pas un soleil orange.



Le choix (b) est lui aussi incorrect. Quant au choix (c), il est correct, une peinture orange diffuse bien des radiations de couleur orange.

4.4 N° 2 p. 56 – Les verres progressifs

- 1. Réponse (c) : Il s'agit d'une lentille divergente pour la vision de loin et convergente pour la vision de près.
- 2. Réponse (c) : La vision de loin est corrigée car il s'agit de lunettes adaptées à un œil myope.
- 3. Réponse (d) : La vision de près est corrigée car il s'agit de lunettes adaptées à un œil presbyte.
- 4. Réponse (d) : L'intérêt des verres progressifs est de pouvoir corriger la presbytie et un autre défaut parmi la myopie et l'hypermétropie.
- 5. Conclusion : les verres progressifs permettent la correction de la presbytie, mais aussi, si nécessaire, d'autres défauts.

8 Exercices (pour la séance n° 6)

5.1 N° 6 p. 53 – Choix d'une encre d'impression

5.2 N° 7 p. 53 – Alteration des vitraux de la Sainte-Chapelle

5.3 Chimie au quotidien p. 54 – La couleur rose du flamant

5.4 N° 4 p. 57 – Le cercle chromatique de Chevreul