

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 que sont un colorant et un pigment.
- Connaître leurs utilisations dans le domaine des Arts.

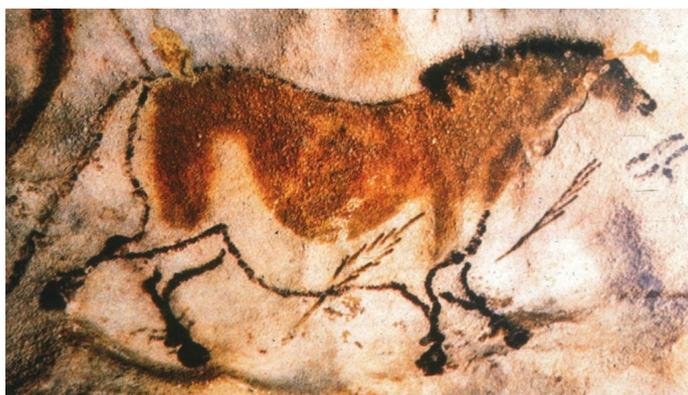
- Pratiquer une démarche expérimentale pour déterminer la présence de différents colorants dans un mélange.
- Pratiquer une démarche expérimentale pour mettre en évidence l'influence de certains paramètres sur la couleur d'espèces chimiques.

Chapitre 3 du livre – Couleurs et Arts

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 rouge et jaune, 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
.....

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
.....

- En conclusion, il existe deux types de matières colorées : les qui sont solubles dans le milieu dans lequel ils sont placés, et les , 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 , extrait de minéraux, végétaux et animaux, sont utilisés depuis la Préhistoire. Depuis le XIX^e siècle, les chimistes parviennent à fabriquer des colorants 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 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'..... 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 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 ?

Les teintures



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

Les colorants constituent la base colorante des teintures.

Les peintures



..... 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'.....

- 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'.....

- Les pigments sensibles à la température sont appelés thermochromes.

Certaines espèces colorées sont sensibles à la

- En conclusion, la couleur de certaines espèces chimiques dépend de plusieurs : 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 ?

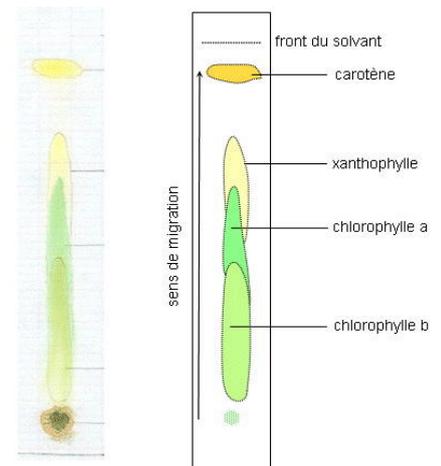
3.1 Définitions

- Une couleur peut être due à la présence d'un ou plusieurs colorants ou pigments.
- La chromatographie sur couche mince permet de les éventuels constituants d'un mélange.
- Par exemple, la couleur du sirop de menthe est due à un mélange de colorants bleu E131 et jaune E102 (d'autres mélanges sont possibles pour éviter d'utiliser des colorants cancérigènes).

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

- Voici ci-contre un exemple de *chromatogramme*, celui d'un jus d'orties, et son interprétation. On constate qu'une feuille d'ortie bien verte « cache » des colorants, comme les chlorophylles a et b, mais aussi des colorants comme les xanthophylles ou les

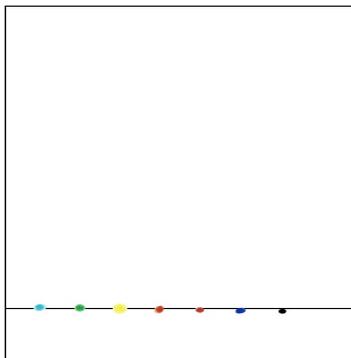
carotènes !



3.2 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.

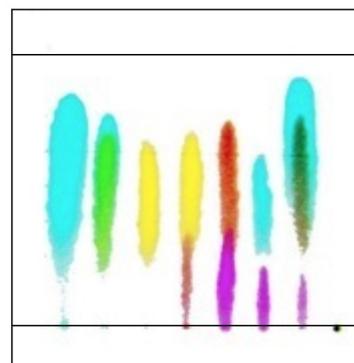


Mode opératoire

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

4. Laisser tremper le buvard dans l'eau en le tenant bien vertical et immobile ;
5. 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 ;
6. Sécher le papier : c'est le chromatogramme obtenu ;
7. Repérer et mesurer la distance parcourue par l'eau ;
8. Mesurer la distance parcourue par les différentes taches ;
9. Pour chaque colorant, calculer le rapport frontal :

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



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

4.1 L'indigo, un colorant naturel



Pastel des teinturiers.

Jusqu'au milieu du XIX^e siècle, les colorants provenaient de (carottes, des traces, garance...), d' (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 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 t. Actuellement, la production annuelle d'indigo, essentiellement synthétique, est de 14 000 t. Les en consomment 99%.

4.2 La mauvéine, premier colorant artificiel

« En 1856, encore jeune chimiste, j'essayais de synthétiser la quinine pour combattre le paludisme qui touchait

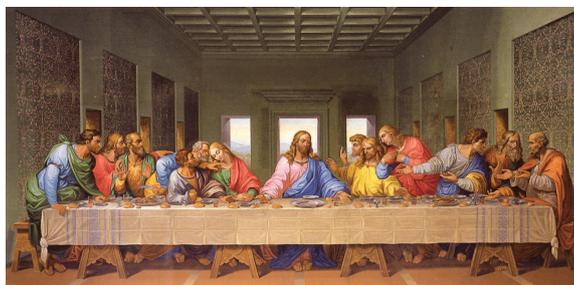
nos fières troupes qui défendaient aux Indes l'honneur britannique. Après plusieurs essais, j'en arrivais à oxyder un dérivé de l'aniline, l'allyltoluidine. J'obtins vite un splendide précipité rouge-brun. Bien sûr, ce composé n'avait rien à voir avec la quinine artificielle que je recherchais, mais 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 tâches 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 allytoluidin, 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 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.



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 exécutés sur des supports vitreux, comme les

vitraux, les émaux ou les mosaïques. On peut aussi 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 couleur 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.

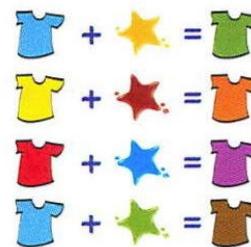
6 Modifier les couleurs

6.1 Teindre 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.



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 *approximati-*

vement 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 ?

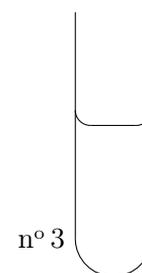
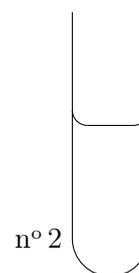
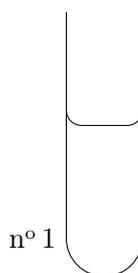
.....

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



- 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.



7 Correction des exercices

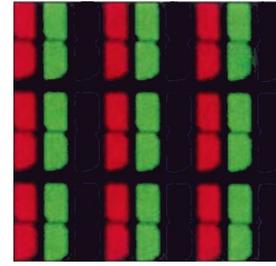
4.1 N° 2 p. 72 – QCM

1. La lumière blanche est : **b.** polychromatique ; **d.** recomposable à partir du bleu, du vert et du rouge.
2. Quelles sont les couleurs primaires de la vision ? **c.** le bleu, le rouge et le vert.
3. La couleur d'un objet : **c.** dépend de la lumière qui l'éclaire ; **d.** dépend des radiations qu'il absorbe.
4. Dans une peinture, un pigment est : **a.** en suspension dans le liant de la peinture ; **c.** dispersé dans le liant de la peinture.
5. Ces couleurs sont complémentaires : **a.** vert et magenta ; **c.** jaune et bleu ; **d.** cyan et rouge.
6. Quelles sont les couleurs primaires en peinture ? **b.** le cyan, le magenta et le jaune.
7. Quelles encres utilise-t-on en imprimerie (quadrichromie) ? **a.** magenta ; **c.** jaune ; **f.** cyan ; **h.** noire.

4.2 N° 7 p. 73 – Couleurs d'écran

1. Pour obtenir de la lumière blanche par synthèse additive, on peut par exemple mélanger les trois couleurs primaires rouge, vert et bleu.
2. Le secteur A apparaît blanc, puisque les trois luminophores sont éclairés. Les trois couleurs primaires s'additionnent pour donner l'illusion du blanc.
Le secteur B apparaît magenta, puisque l'addition du bleu et du rouge donne la couleur encadrant ces deux couleurs primaires dans l'étoile chromatique, en l'occurrence ici le magenta.
3. Un secteur qui serait perçu comme jaune correspondrait au mélange des couleurs primaires encadrant le jaune, donc le vert et le rouge. On en déduit une

image possible d'un tel secteur, sous fort grossissement microscopique.



4.3 Perception des couleurs

1. $\lambda = 620 \text{ nm}$ correspond à une radiation de couleur rouge.
2. Les cellules de l'œil sont de deux types : cônes ou bâtonnets. On a trois types de cônes différents, sensibles aux radiations bleu, vert ou rouge, respectivement.
3. Lorsque la radiation lumineuse de longueur d'onde $\lambda = 620 \text{ nm}$ pénètre dans l'œil, les cônes mis en jeu sont ceux qui sont sensibles au rouge et au vert. Le rouge transmet au cerveau le signal le plus intense, car à cette longueur d'onde la courbe de sensibilité est nettement supérieure aux courbes des autres cônes ou des bâtonnets.
4. Le rouge étant largement dominant dans le signal reçu par le cerveau, la radiation est interprétée comme étant rouge.
5. Si l'œil perçoit la couleur blanche, les trois cônes sont stimulés à intensité lumineuse équivalente. Le trichromisme de la vision humaine explique pourquoi on n'arrive pas à faire la différence entre une lumière blanche et une lumière formée des trois couleurs rouge, verte et bleue.

8 Exercices (pour la séance n° 6)

5.1 N° 8 p. 73 – Analyser un chromatogramme

5.2 N° 4 p. 73 – Couleur et pH

5.3 La grotte de LASCAUX



Pendant les vacances scolaires, la famille MARTIN décide de visiter cette grotte paléolithique située sur la commune de MONTIGNAC en Dordogne.

Surnommée la « chapelle Sixtine de l'art pariétal », l'âge de ses peintures est estimé entre 18 600 et 18 900 ans.

Malheureusement, en arrivant sur place, les visiteurs s'aperçoivent qu'ils ne pourront accéder qu'au fac-similé : LASCAUX II.

Document 1 : la palette des peintres de LASCAUX

La palette des artistes d'art pariétal est relativement restreinte. Elle associe essentiellement le noir à l'éventail des couleurs chaudes, brun foncé, rouge et jaune.

Les colorants minéraux utilisés, abondants dans la région de LASCAUX, sont principalement l'oxyde de fer ou de manganèse, et le charbon de bois. Ils furent utilisés sans charge, c'est-à-dire sans ajout de matière favorisant leur dispersion, sinon l'eau qui sert uniquement de liant.

D'après : <http://www.lascaux.culture.fr> et <http://www.semitour.com>

Document 2 : de l'original au fac-similé...

En septembre 1940, quatre adolescents s'intéressent à « un trou de renard » censé ouvrir la voie d'un souterrain, ils découvrent la grotte de LASCAUX. L'importance de la découverte est inouïe, ce site d'art pariétal est très vite classé au titre des monuments historiques.

En juillet 1948, après de lourds travaux qui détruisent notamment le cône d'éboulis protecteur de l'entrée de la grotte, celle-ci est ouverte au public.

En 1960, la grotte reçoit 100 000 visiteurs par an, avec des pointes estivales à 1 800 personnes par jour.

En mars 1963, après avoir reçu plus d'un million de visiteurs et au vu des nombreuses dégradations, la grotte est définitivement fermée au public.

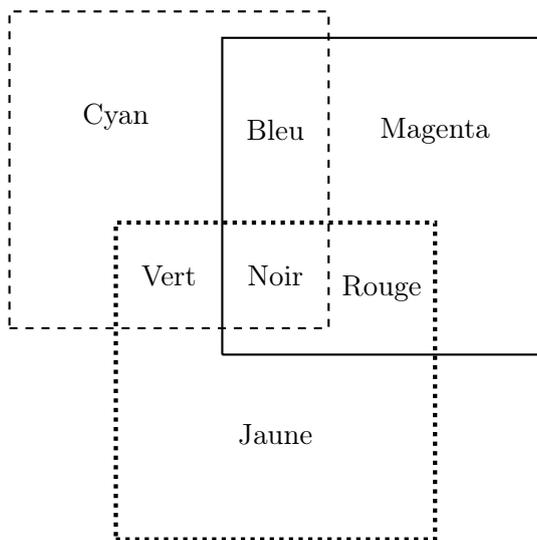
En juillet 1983, le fac-similé LASCAUX ouvre et reçoit plus de 280 000 visiteurs par an.

D'après : <http://www.lascaux.culture.fr>

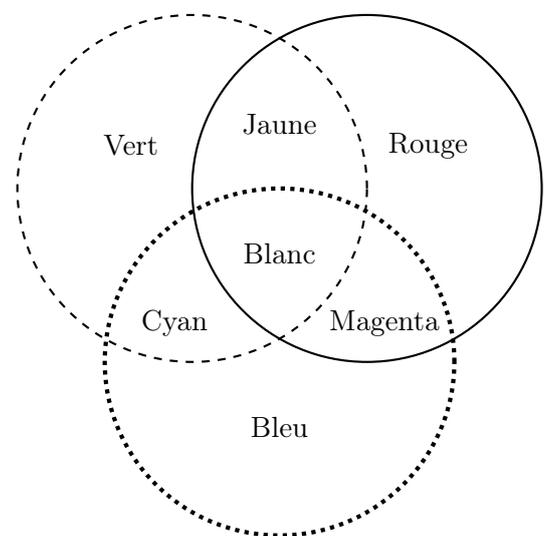
Document 3 : M. MARTIN a un défaut de vision

		<p>Œil normal</p> <p>PR à l'∞ ————— PP</p> <p>PR ————— PP</p> <p>Œil de M. MARTIN</p>
<p>La salle des taureaux vue par les enfants ayant une vision normale</p>	<p>La salle des taureaux vue par M. MARTIN ayant un défaut de vision</p>	<p>Domaines de vision nette comparés pour un œil normal et pour M. MARTIN</p>

Document 4 : synthèse soustractive



Document 5 : synthèse additive



Questions : À l'aide des documents et de vos connaissances, répondre aux questions suivantes.

1. Proposer un terme pouvant judicieusement remplacer celui qui est souligné dans le document 1, en justifiant.
2. Expliquer quelles sont les raisons pour lesquelles la famille MARTIN n'a pu visiter que le fac-similé de la grotte de LASCAUX.
3. M. MARTIN a oublié de changer de lunettes et pénètre dans la grotte avec des lunettes de soleil adaptées à sa vue. L'éclairage étant faible, il est obligé de les enlever et ne peut donc pas profiter du spectacle offert par la salle des taureaux (document 3).
Expliquer, en justifiant la réponse, quel est le défaut

de vision de M. MARTIN, en précisant quel type de verre peut le corriger.

4. Pour garder un souvenir de sa visite, Nicolas, le fils de la famille MARTIN, se fait photographier devant l'entrée de la vraie grotte de LASCAUX. Il porte ce jour-là un tee-shirt rouge. Dès son retour à la maison, il imprime la photo.

À l'aide du document 4, expliquer comment imprimante quadrichromique peut restituer sur papier la couleur du tee-shirt.