

VOIE TECHNOLOGIQUE

STD2A : sciences et technologies du design et des arts appliqués

2^{DE}

1^{RE}

T^{LE}

Physique-chimie

ENSEIGNEMENT

SPÉCIALITÉ

AUTOUR DES ESPACES DE COULEURS

Durée indicative

Une séance d'activité expérimentale (avec ordinateur)

Éléments du programme

Notions et contenus - Capacités exigibles :

- **Créer et analyser des couleurs**

Diagramme de chromaticité : œil humain standard, espace des couleurs, gamut

- Déterminer la longueur d'onde et la saturation (ou facteur de pureté) d'une couleur en utilisant le diagramme de chromaticité.

- Utiliser le gamut pour évaluer les performances d'un appareil de capture ou de reproduction d'images.

Compétences travaillées

S'approprier, analyser, réaliser, valider et communiquer

Prérequis

Synthèse de couleurs : utiliser les synthèses soustractive et additive dans des situations propres au design et aux métiers d'art.

Outils nécessaires à la réalisation de cette activité

Un ordinateur équipé du logiciel Gimp ou équivalent.

Remarques

Cette activité se présente comme une activité d'introduction qui pourra précéder une synthèse et des exercices d'applications : un exemple est proposé en fin de ce document.

Modalités de la séance

Première partie : à la maison, les élèves regardent la vidéo et remplissent le questionnaire « Vrai ou Faux ».

Deuxième et troisième parties : les élèves réalisent l'activité en classe en s'aidant d'un ordinateur.

Cette activité en deux parties peut faire l'objet d'une évaluation formative par compétences : une grille d'évaluation est proposée à la suite du document support à l'activité.

Ressources bibliographiques

- *Traité des couleurs*, Libero Zuppiroli et Bussac, éd. Presses polytechniques et universitaires nomades (niveau L1).
- *Lumière et luminescence*, Bernard Valeur, éd. Belin, p.78 à 80 (niveau lycée).
- *Physique de la couleur*, Robert Seve, éd. Masson (niveau universitaire).
- *Sujets de BTS DCEV* (Design de Communication Espaces et Volumes).

Retrouvez éduscol sur :

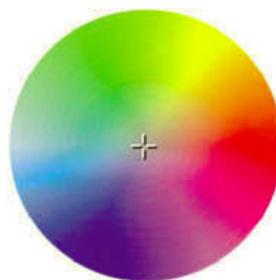


Activité : Les espaces de couleurs

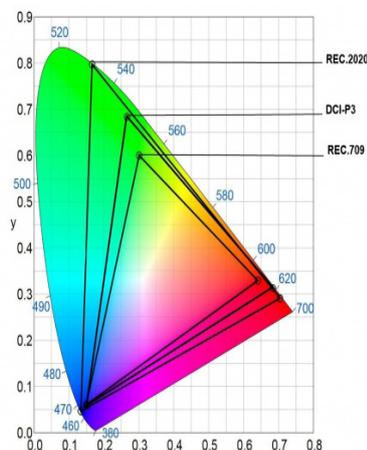
Existe-t-il une méthode rationnelle de caractérisation des couleurs ?

Cette question se pose à n'importe quel professionnel ou particulier qui doit choisir la couleur à donner à la photographie qu'il souhaite imprimer, à la peinture dont il souhaite colorer la carrosserie d'une voiture ou encore à la poudre de maquillage adaptée à certaines carnations.

Pour repérer une couleur en fonction de ses degrés de mélange, on peut utiliser la figure ci-dessous, appelée cercle chromatique. Si deux teintes sont symétriques par rapport au centre, alors elles s'annulent lorsqu'elles sont mélangées, ces deux couleurs sont complémentaires. Lorsque les deux teintes ne sont pas symétriques par rapport au centre, la teinte produite se situe sur l'arc de cercle intermédiaire.



Pourtant, les coordonnées du cercle chromatique n'étant pas faciles à caractériser, la Commission internationale de l'éclairage préfère un diagramme en coordonnées cartésiennes appelé le diagramme de chromaticité CIEx,y.



Sur ce diagramme de chromaticité sont parfois représentés les gamuts, c'est-à-dire l'ensemble des couleurs reproduites par un appareil photographique, scanner informatique, écran d'ordinateur, imprimante, etc. Sur la figure ci-dessous, trois gamuts de téléviseurs sont représentés.

L'objectif de cette activité est de retrouver toutes les informations nécessaires à la caractérisation d'une couleur après avoir introduit les différentes notions.

Retrouvez éduscol sur :



Le vocabulaire de la gestion des couleurs

Dans un moteur de recherche, taper le libellé suivant « Le vocabulaire de la gestion des couleurs pour les débutants (2/3) : profils icc, espaces couleurs d'Arnaud Frich ».

« Qu'est-ce qu'une vraie couleur ? »

Énoncé

Visualiser la vidéo du début jusqu'à 4'43".

Compléter le tableau suivant en répondant par « Vrai » ou « Faux » aux différentes affirmations et apporter un élément de correction le cas échéant.

	Vrai	Faux	Correction
La couleur obtenue sur un écran d'ordinateur et celle reproduite par une imprimante sont forcément la même.			
La « vraie » couleur est la couleur perçue par l'œil humain standard.			
Une valeur RVB représente l'intensité relative des luminophores (ou sous-pixels) rouge (R), vert (V) et bleu (B), dont la synthèse additive donne une couleur finale.			
L'espace L*a*b* est l'ensemble des couleurs que peut reproduire un appareil photo.			
L'espace L*a*b* contient 2,5 millions de couleurs différentes.			
Toutes les couleurs reproduites par les différents appareils sont des couleurs qui auront été préalablement recensées dans l'espace L*a*b*.			

Éléments de réponse

La deuxième, troisième et sixième affirmations sont justes.

La première affirmation est fausse, car plusieurs paramètres intrinsèques (profil ICC) à l'ordinateur ou à l'imprimante peuvent modifier cette couleur. La quatrième affirmation est fausse, l'espace L*a*b est le gamut de l'œil humain. La cinquième affirmation est également fausse, l'espace L*a*b contient 8 millions de couleurs.

Retrouvez éducol sur :



« Qu'est-ce qu'un espace de couleur ? »

Énoncé

Visualiser la vidéo de 9'20" à 19'40".

Compléter le tableau suivant en répondant par « Vrai » ou « Faux » aux différentes affirmations et apporter un élément de correction le cas échéant.

	Vrai	Faux	Correction
Les espaces sRGB et AdobeRVB sont des espaces de couleurs qui contiennent l'espace L*a*b*.			
Les espaces sRGB et AdobeRVB sont représentés par des triangles délimitant les couleurs.			
Une valeur RVB représente l'intensité relative des luminophores rouge (R), vert (V) et bleu (B), dont la synthèse additive donne une couleur finale.			
L'espace AdobeRVB est l'espace de couleurs standard.			

Éléments de réponse

La deuxième et troisième affirmations sont justes.

La première affirmation est fausse, ce sont des gamuts (petits sous-espaces de l'espace L*a*b) qui possèdent moins de couleurs (ils sont donc plus facilement utilisables).

La quatrième affirmation est fausse, l'espace sRGB est l'espace de couleurs standard, car c'est l'espace le plus petit. Tous les appareils, du plus simple au plus performant, peuvent retranscrire les couleurs codées dans cet espace.

Influence de différents paramètres sur la couleur

Le logiciel Gimp, comme d'autres logiciels de traitement d'images, utilise deux espaces de couleurs différents : l'espace TSV et l'espace TLS qui sont deux espaces de couleurs basés sur nos perceptions physiologiques des couleurs. Mais d'autres espaces de couleurs sont également utilisés, comme l'espace L*a*b* ou l'espace CIEx,y qui caractérisent les couleurs en fonction de leurs coordonnées cylindriques ou cartésiennes.

Sur l'ordinateur, ouvrir l'éditeur d'images « Gimp » :

- cliquer sur « Fichier » -> « Nouvelle image » -> « Valider » : une page blanche s'affiche à l'écran ;
- cliquer sur l'onglet « Couleurs » -> « colorier » -> choisir la couleur bleue -> « Valider » : la page se colore en bleu.

Retrouvez éduscol sur :

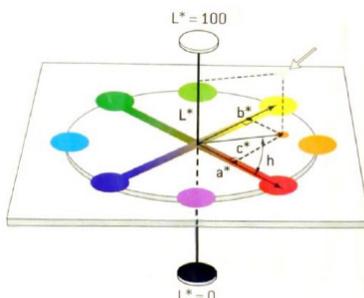


Influence de la teinte

Énoncé

- Cliquer sur l'onglet « Couleurs » -> « Teinte-Saturation » : une fenêtre s'ouvre ;
- Pousser le curseur « Saturation » au maximum (100) ;
- Cliquer sur « Maître » (au centre des six couleurs) puis faire varier le curseur « Teinte » d'une extrémité à l'autre (-180 à 180).

1. Que remarque-t-on sur la page bleue précédente ?
2. En déduire ce que représente la teinte d'une couleur.
3. L'espace $L^*a^*b^*$ est représenté ci-dessous.



Comment se déplace-t-on dans cet espace de couleurs pour faire varier la teinte ?

4. Comment se déplace-t-on sur le diagramme des couleurs CIEx,y pour faire varier la teinte ? Sur le diagramme des couleurs présenté en Fig. 2, indiquer en rouge le lieu où varie la teinte d'une couleur. Ce lieu est appelé le Spectrum Locus.

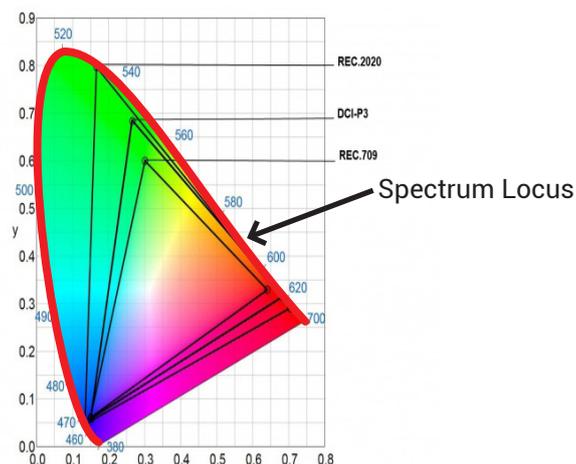
Éléments de réponse

1. Elle change de couleur, lorsqu'on pousse le curseur vers la :
 - droite, elle passe du magenta au rouge puis au jaune ;
 - gauche, elle passe du cyan au vert puis au jaune.
2. La teinte représente donc la couleur apparaissant sur le cercle chromatique.

Remarque complémentaire : Ainsi, lorsque la teinte évolue de 0 à 180, elle passe de la couleur bleue à sa couleur complémentaire, jaune, située à l'opposé sur le cercle chromatique, soit en ayant décrit un angle de 180°.

3. Pour faire varier la teinte, on se déplace sur l'extrémité du cercle.
4. Il faut se déplacer sur le bord extérieur du diagramme.

Remarque complémentaire : il est possible de faire remarquer aux élèves que la partie rectiligne du diagramme permettant de passer du bleu au rouge via le magenta n'est pas caractérisée par un domaine de longueur d'onde, car les différentes teintes autour du magenta ne peuvent pas être associées à des radiations monochromatiques, mais ne peuvent être obtenues que par synthèse additive. C'est la ligne des pourpres.



Retrouvez éducol sur :



Influence de la saturation

Énoncé

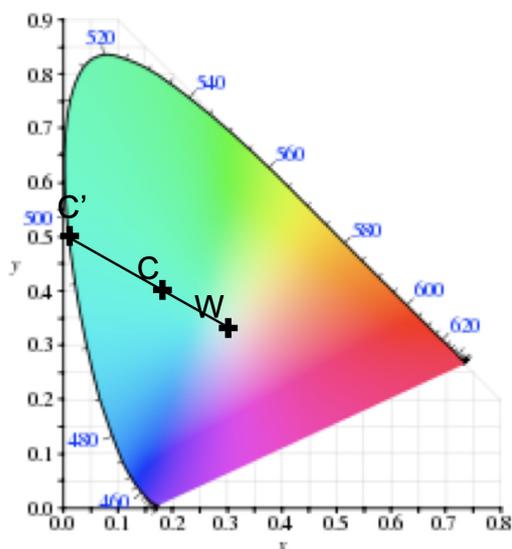
- Remettre le curseur « Teinte » et le curseur « Luminosité » à zéro (cliquer sur « Réinitialiser »).
 - Faire varier le curseur « Saturation ».
1. Que remarque-t-on sur la page bleue ?
 2. En déduire ce que représente la saturation d'une couleur.
 3. Comment se déplace-t-on sur le diagramme de chromaticité $CIE_{x,y}$ pour faire varier la saturation d'une teinte ?
 4. La saturation de la couleur est notée p et est également appelée degré de pureté. Sur le diagramme de chromaticité $CIE_{x,y}$, la saturation de la couleur correspondant à un point C est calculée par :

$$p = \frac{CW}{C'W}$$

Avec,

- W le point associé au centre de la tâche blanche de coordonnées $(0,33 ; 0,33)$;
- C' le point d'intersection entre le segment et le Spectrum Locus ;
- CW la distance entre le point C de coordonnées $(x_C ; y_C)$;
- $C'W$ la distance entre le point C' et le même point W .

Pour le point C indiqué sur le diagramme de chromaticité ci-dessous, calculer son degré de pureté.



Éléments de réponse

1. La page bleue change d'intensité, lorsqu'on déplace le curseur vers la :
 - droite (saturation augmente), le bleu devient de plus en plus vif ;
 - gauche (saturation diminue), le bleu devient de plus en plus gris.
2. La saturation représente la capacité d'une couleur à être plus ou moins vive. Les couleurs les plus vives, sont celles situées sur le Spectrum Locus et sur la ligne des pourpres.

Remarque complémentaire : une couleur dont la saturation est maximale est une couleur dite « pure ».

Retrouvez éducol sur :



3. Pour une teinte donnée, jouer sur la saturation revient à se déplacer sur l'axe reliant la teinte sur le Spectrum Locus et la tâche blanche centrale.
4. p est calculé à partir des mesures à la règle CW et C'W.

Influence de la clarté (ou luminance)

Énoncé

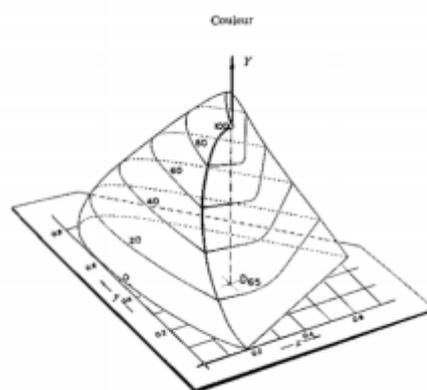
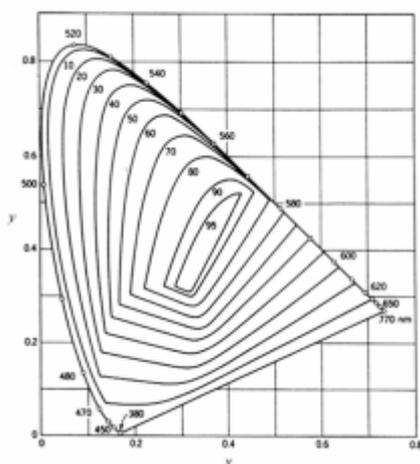
- Remettre le curseur « teinte » à zéro.
- Faire varier le curseur « Luminosité » (appelée plus rigoureusement « clarté »).

1. Que remarque-t-on sur la page bleue ?
2. Sur le diagramme de chromaticité CIEx,y, les couleurs sont représentées pour une clarté (ou luminance ou encore luminosité) identique. Proposer un moyen de faire apparaître la variation de la clarté pour une teinte et une saturation données.
3. En déduire comment est caractérisée une couleur.

Éléments de réponse

1. La page bleue change de luminosité, lorsqu'on déplace le curseur vers la :
 - droite, la luminosité augmente et le bleu devient de plus en plus pâle ; il s'éclaircit et se rapproche du blanc ;
 - gauche, la luminosité diminue ; le bleu devient de plus en plus foncé et se rapproche du noir.
2. On pose la variable de la clarté sur un axe perpendiculaire au plan du diagramme de chromaticité CIEx,y (comme elle est représentée dans l'espace $L^*a^*b^*$). Plus la clarté augmente, plus on se rapproche du blanc, plus la clarté diminue, plus on se rapproche du noir.

Remarque complémentaire : exemple de représentations tri-dimensionnelles du diagramme de chromaticité CIEx,y.



3. Une couleur est donc caractérisée par sa teinte, sa saturation (ou facteur de pureté) et sa clarté.

Retrouvez éducol sur :



Caractériser une couleur à partir des luminophores des pixels.

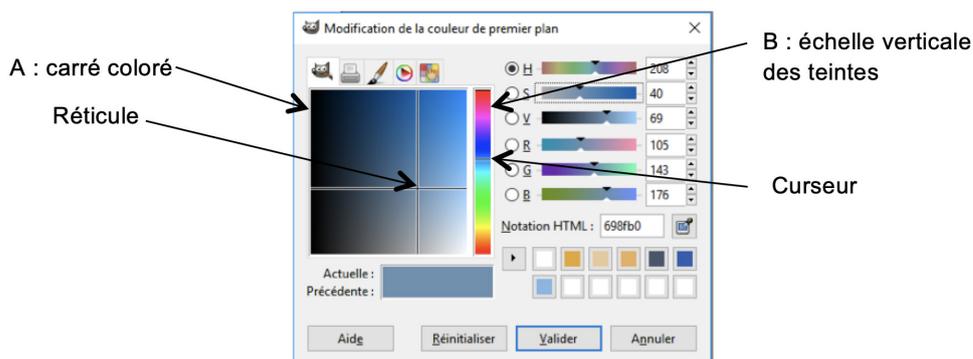
Énoncé

À droite de la page bleue précédente, plusieurs petites icônes sont représentées.

- Cliquer sur l'icône « Modification de la couleur du premier plan » représentée par :



- Une fenêtre s'ouvre.
 - Déplacer les curseurs R (luminophore rouge), G (luminophore vert) et B (luminophore bleu) de manière à obtenir des intensités non nulles (mais pas égales) pour chacun.
1. Faire varier la teinte, H (ou h). Que remarque-t-on quant aux intensités relatives des luminophores ? Justifier.
 2. La fenêtre fait également apparaître un carré coloré A avec le réticule à côté d'une petite échelle verticale B avec un curseur horizontal.



Où se visualise la teinte sélectionnée ?

3. Faire maintenant varier la saturation S. Indiquer ce que l'on observe.
4. Faire maintenant varier la clarté V. Indiquer ce que l'on observe.
5. Que peut-on en déduire quant à la manière dont est représentée une couleur dans ce logiciel de traitement d'image ?

Éléments de réponse

1. Chaque luminophore varie aussi en intensité.

Remarque complémentaire : cette nouvelle couleur est obtenue par synthèse additive des luminophores.

2. L'évolution se voit sur la petite échelle de teinte verticale, mais le réticule de la grande fenêtre carrée à côté reste à la même place.
3. Les intensités relatives des chromophores évoluent toujours ; le curseur sur l'échelle de teinte reste fixe : on fait varier la saturation d'une teinte donnée ; le réticule se déplace verticalement.

Remarque complémentaire : sur le carré coloré, la saturation est en ordonnée.

Retrouvez éducol sur :



4. Les intensités relatives des luminophores évoluent toujours ; le curseur sur l'échelle de teinte reste fixe : on fait varier la clarté d'une teinte donnée ; le réticule se déplace horizontalement.

Remarque complémentaire : sur le carré coloré, la clarté est en abscisse.

5. Une couleur habituellement caractérisée par sa teinte, sa clarté et sa saturation est ici retrouvée en intensité des luminophores R, V et B.

Gamut d'un téléviseur

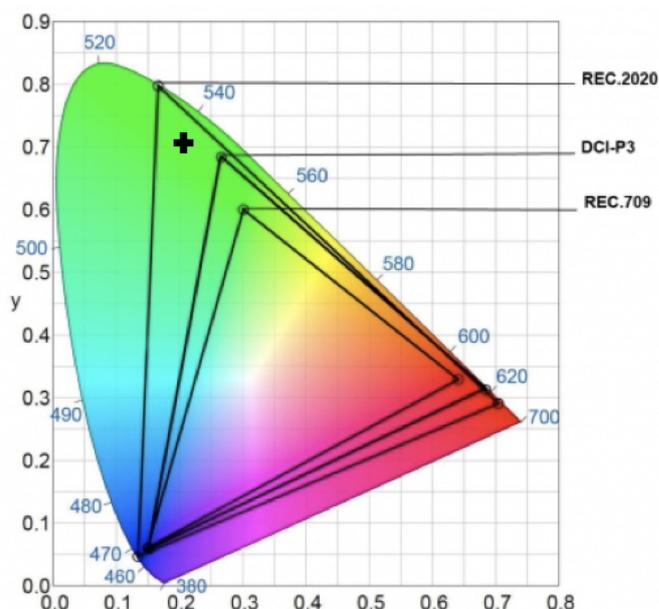
Énoncé

Dans la reproduction des couleurs, le procédé d'analyse ou de synthèse des couleurs ne peut reproduire toutes les couleurs perceptibles par la vision humaine. Le gamut de ce procédé est alors représenté comme l'aire d'un polygone recouvrant toutes les couleurs que le dispositif pourra reproduire sur le diagramme de chromaticité CIEx,y.

Un téléviseur possédant un gamut DCI-P3 pourra-t-il reproduire la couleur du feuillage vert dont la couleur est repérée par les coordonnées (0,2 ; 0,7) ? Si oui, pourquoi ? Si non, proposer un téléviseur possédant un autre gamut permettant de reproduire la couleur de ce feuillage.

Éléments de réponse

Ce téléviseur ne pourra pas reproduire la couleur de ce feuillage, car le point de coordonnées (0,2 ; 0,7) est hors du gamut DCI-P3. Pour pouvoir reproduire fidèlement cette couleur, il faudrait utiliser un téléviseur de gamut REC-2020 qui contient ce point.



Retrouvez éducol sur :



Grille d'évaluation par compétences de l'activité « Les espaces de couleurs »

Compétence évaluée (coefficient)	Critères de réussite	Niveau			
		A	B	C	D
S'APP (2)	Réponses correctes au « Vrai ou Faux » de la vidéo.				
ANA (5)	Bonne interprétation de l'évolution des différentes caractéristiques d'une couleur (teinte T, luminance L et saturation S).				
	Bonne évaluation de l'évolution de l'intensité des chromophores par rapport aux caractéristiques d'une couleur.				
	Repérer une teinte dans l'espace L*a*b* et sur le diagramme de chromaticité CIEx,y.				
REA (3)	Élaboration du calcul du facteur de pureté.				
	Positionnement d'un point représentant une couleur à partir de ses coordonnées sur le diagramme de chromaticité.				
VAL (4)	Énoncer de manière exhaustive les trois caractéristiques d'une couleur (T, L et S).				
	Lien entre intensités des luminophores R, V et B et les caractéristiques T, L et S.				
COM (1)	Réponses cohérentes et justifiées.				

Retrouvez éduscol sur :



Exercices sur les espaces de couleurs

Durée indicative

Une séance

Éléments du programme

Notions et contenus - Capacités exigibles :

• Créer et analyser des couleurs

Diagramme de chromaticité : œil humain standard, espace des couleurs, gamut

- Déterminer la longueur d'onde et la saturation (ou facteur de pureté) d'une couleur en utilisant le diagramme de chromaticité.
- Utiliser le gamut pour évaluer les performances d'un appareil de capture ou de reproduction d'images.

Compétences travaillées

S'approprier, réaliser et valider

Prérequis

Ressources « créer et analyser des couleurs ».

Remarque

Il s'agit d'un exercice de synthèse, inspiré de sujets de BTS Design de Communication Espace et Volume. La question 2.1 n'est explicitement pas au programme, mais elle permet de faire le lien avec la partie « Utiliser des sources de lumière : température de couleur, indice de rendu des couleurs ».

Énoncé

Les tableaux de Marilyn créés entre 1963 et 1967, reprennent une photo publicitaire du film « Niagara ». Andy Warhol a débuté cette série peu de temps après le décès de l'actrice.

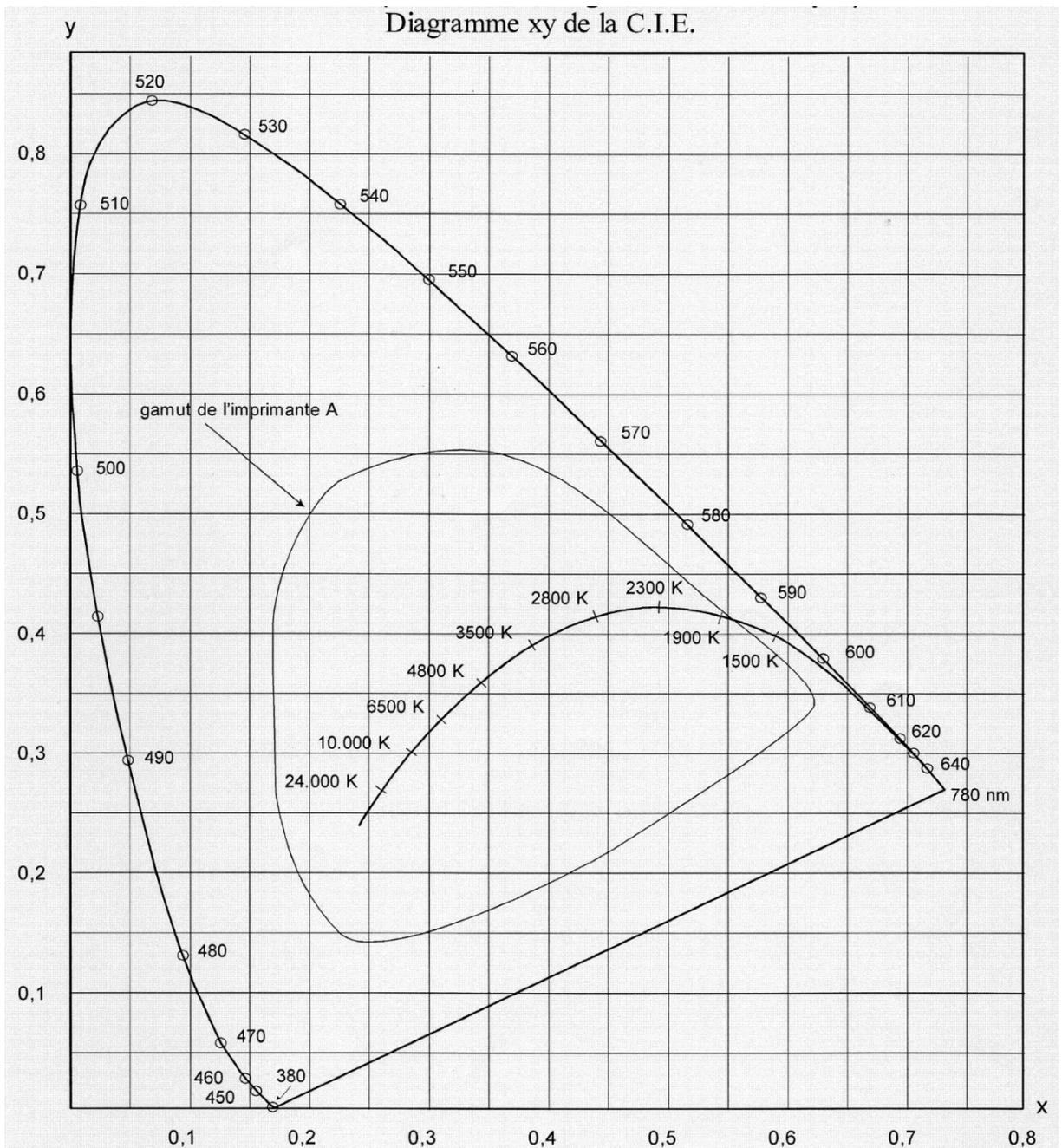
Accès au portfolio de 10 tableaux réalisés par Andy Warhol sur le site du [MOMA](#)

1. On donne en annexe le diagramme CIE_{x,y}.
 - 1.1. Préciser ce que représente ce diagramme.
 - 1.2. Nommer la partie courbe extérieure graduée du diagramme. Que représente-t-elle ?
 - 1.3. Indiquer sur le diagramme la droite des pourpres. Que représente-t-elle ?
2. Le tableau est observé sous l'illuminant D65 de température de couleur 6 500 K.
 - 2.1. Qu'est-ce qu'un illuminant ?
 - 2.2. Placer sur le diagramme le point D correspondant à l'illuminant D65.
3. La couleur des lèvres de Marylin est représentée par le point C de coordonnées (x = 0,65 ; y = 0,30)
 - 3.1. Placer le point C sur le diagramme.
 - 3.2. Déterminer la valeur de la longueur d'onde dominante λ_d qui correspond à cette couleur. En déduire la teinte correspondante.
 - 3.3. Calculer le facteur de pureté (ou saturation) p_c de cette couleur.
4. On s'intéresse à une reproduction imprimée de ce tableau, obtenue avec une imprimante dont le gamut est indiqué sur le diagramme.
 - 4.1. Que représente le gamut ?
 - 4.2. La couleur imprimée sera-t-elle la même que celle de l'œuvre ? Justifier.

Retrouvez éduscol sur :



Annexe



Retrouvez éducol sur :

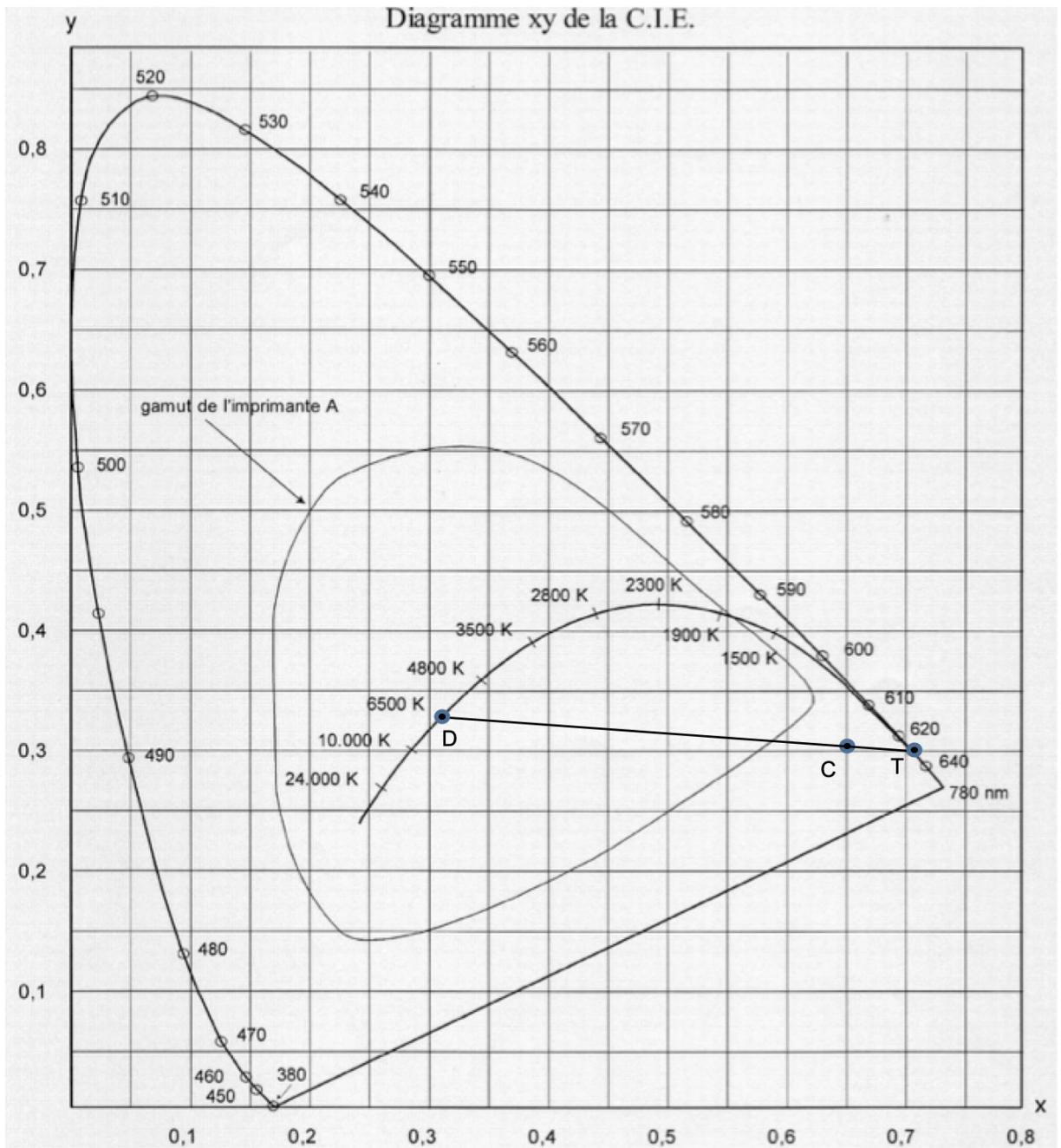


Éléments de réponse

1.
 - 1.1. Ce diagramme représente l'ensemble des couleurs perçues par un œil humain standard.
 - 1.2. Cette partie de la courbe est nommée Spectrum Locus ou lieu du spectre. Elle représente l'ensemble des couleurs du spectre de la lumière visible.
 - 1.3. Il s'agit de la droite qui relie le violet au rouge. Ce sont des couleurs qui n'existent pas dans le spectre, elles résultent d'un mélange de rouge et de violet.
2.
 - 2.1. Il s'agit d'une source de lumière blanche normalisée. L'illuminant D65, représente une des répartitions spectrales relatives d'énergie de la lumière du jour correspondant à une température de couleur proximale sensiblement égale à 6504 K.
 - 2.2. Voir le diagramme.
3.
 - 3.1. Voir le diagramme.
 - 3.2. Voir le diagramme : $\lambda = 630 \text{ nm}$. La teinte correspondante est donc le rouge.
 - 3.3. soit 86 %
4.
 - 4.1. Le gamut est l'ensemble des couleurs reproductibles par l'imprimante.
 - 4.2. La couleur imprimée ne sera pas la même que celle de l'œuvre, car le point C est en dehors du gamut de l'imprimante.

Retrouvez éduscol sur :





Retrouvez éducol sur :

